

524  
1989



ISSN—0132—1447

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

**აოაგა**

**СООБЩЕНИЯ**

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

**BULLETIN**

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 133 ტომ

№ 1

თავისთავი 1989 იანვარი

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI



524  
1989  
p. 133  
w/ I

(უნივერსალი)

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

გზაგადასასრული

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

141

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 133 ტომ

№ 1

თვენი 1989 იანვარი

ქურნალი დაარსებულია 1940 წელს  
Журнал основан в 1940 году

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ყოველთვიური სამეცნიერო ქურნალი „მოამბე“  
ქართულ, რუსულ და ინგლისურ ენებზე

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

ს ა რ ე დ ა კ ც ი ო კ ო ლ ე გ ი ა

მ. ალექსიძე, თ. ანდრონიკაშვილი, თ. ბერიძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), თ. გამყრელიძე,  
ე. გამყრელიძე, გ. გველსიანი, ვ. გომელაური, რ. გორდენიანი (მთავარი რედაქტორის მოადგილე),  
მ. ზაალიშვილი, ა. თავხელიძე (მთავარი რედაქტორი), გ. კვეციანი, ი. კლუშაძე (მთავარი  
რედაქტორის მოადგილე), თ. კობალიაშვილი, ჯ. ლომინაძე, რ. მერტივილი, დ. მუსხელიშვილი  
(მთავარი რედაქტორის მოადგილე), ბ. ნანიშვილი, თ. ივანიანი, მ. სალუქვაძე (მთავარი რედაქ-  
ტორის მოადგილე), ე. სენიაშვილი, თ. ურუშაძე, გ. ციციშვილი, გ. ჭოღოშვილი, მ. ზენიანი

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

М. А. Алексидзе, Т. Г. Андроникашвили, Т. Г. Беридзе (заместитель главного редак-  
тора), Т. В. Гамкрелидзе, Э. П. Гамкрелидзе, Г. Г. Гвелеснани, В. И. Гомелаури,  
Р. Б. Гордезиани (заместитель главного редактора), М. М. Заалишвили, Г. И. Кве-  
ситадзе, И. Т. Кигურадзе (заместитель главного редактора), Т. И. Копаленишвили,  
Д. Г. Ломинадзе, Р. В. Метревели, Д. Л. Мухелишвили (заместитель главного редак-  
тора), Б. Р. Нанеишвили, Т. Н. Ониани, М. Е. Салуквадзе (заместитель главного  
редактора), Э. А. Сехнишвили, А. Н. Тавхелидзе (главный редактор), Т. Т. Урушадзе,  
М. В. Хвингия, Г. Ш. Цицишвили, Г. С. Чогошвили

პასუხისმგებელი მდივანი ა. იაკობაშვილი

Ответственный секретарь А. Б. Якобашвили

რედაქციის მისამართი: 380060, თბილისი, კუტუზოვის ქ. 19, ტელ. 37-22-16.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის სტამბა 380060, კუტუზოვის ქ. 19, ტელ. 37-22-97.

Адрес редакции: 380060, Тбилиси, ул. Кутузова 19, тел. 37-22-16.

Типография АН ГССР. 380060, Тбилиси, ул. Кутузова 19, тел. 37-22-97.

გადაეცა წარმოებას 14.12.1988. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 17.01.1989. ფორმატი  
70×108<sup>1/16</sup>. მალალი ბეჭდვა. პირობითი ნაბ. თ. 14. პირ. სალ.-ვატარება 14.8.  
საალრიცხვო-საგამომცემლო თაბახი 18.5. ტირაჟი 1100.  
უე 01435. შეკვ. № 3799, ფასი 1 მ. 90 კაბ.

Сдано в набор 14.12.1988. Подписано к печати 17.01.1989. Формат 70×108<sup>1/16</sup>.  
Печать высокая. Усл. печ. л. 14.8, уч.-изд. л. 14, усл. кр.-отт. 14.8. Ти-  
раж 1100. УЭ 01435. Зак. № 3799. Цена 1 р. 90 к.

65/61

შ ი ნ ა ა რ ს ი

მათემატიკა

- \*მ. გაბიძაშვილი. წონიანი უტოლობები პოტენციალებისათვის ერთგვაროვანი ტიპის სივრცეებში 19
- \*ო. გაბისონია. ფურიეს ჯერადი მწკრივების კრებადობის წერტილების შესახებ ზოგიერთი კლასის ფუნქციებისთვის 23
- \*ე. ვარშავსკაია, ი. ჩუჩაევი. აბსოლუტურებისადმი პრეთვითშეუღლებული ბაზისების შესახებ 27
- \*ვ. ევტუხოვი, ნ. დრიკი. ერთი კლასის მეორე რიგის არაწრფე დიფერენციალურ განტოლებათა ამონახსნების ასიმპტოტური წარმოდგენები 31
- \*ზ. შენგელია. ბიფურკაციის თეორიის ერთი ამოცანის შესახებ 35
- \*ნ. კორძაია, ლ. ნადარაია. პროექციული შეფასებების ასიმპტოტური თვისებები ხელშეშლელი პარამეტრის შემთხვევაში სტატისტიკური ექსპერიმენტის ზოგად სქემაში 40
- \*ვ. ჯანელიძე. ფურიეს — ლაპლასის მწკრივების წრფივი მეთოდებით შეჯამებადობა 43

მიქანიკა

- \*გ. ყიმილაშვილი. ჰიდრავლიკური დარტყმის ტალღის გავრცელების სიჩქარის განსაზღვრა სადაწნეო ჰიდროსტარანსპორტო სისტემის მილსადენებში 48

დრეკადობის თეორია

- \*ნ. ბულია. დამრეცი ხვრტიანი ცილინდრული გარსის რბევა 52

კიბერნეტიკა

- \*მ. სულაქველიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი), ა. თოფჩიშვილი. წრფივი პროგრამების არასაკუთრივი მრავალკრიტერიული ამოცანები 55

ფიზიკა

- \*ზ. აბდალაძე, რ. აკობიძე, თ. ბარდაველიძე, თ. გრიშინა, ვ. მილორავა, ი. ტალიანსკი.  $Pb_{1-x}Sn_xTe$ -ის აფსკური კონტაქტების ვოლტამპერული მახასიათებლის პირდაპირი შტოს ანომალიის საკითხისათვის 60

გეოფიზიკა

- \*ზ. ამილახვარი, დ. გველესიანი, გ. ჯაში, თ. ზარდალიშვილი, გ. ტაბაღუა, შ. თავართქილაძე, ა. თარხნიშვილი, გ. ტატიშვილი, ზ. ხელიძე. ქინვალპესის მიწაყრილიან კაშხალზე ფიქტური ციული მოვლენების ელექტრომეტრიული კვლევა

\* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

64  
გ. მარქსის  
ბიბლიოთეკა

- \*მ. სეთაშვილი. მუდმივი ველისთვის გეოელექტრობის შებრუნებული ამოცანის მდგრადობის საზღვრების შესახებ 68

#### ანალიზური ძიება

- \*თ. ანდრონიკაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი), ნ. კაკრიაშვილი, ნ. გოგიტიძე. 978 G-70-91-Sp და 895 G-15-91-Sp პოლიმერების კათიონური მოდიფიკაციის გავლენა  $C_1-C_5$  სპირტების ელუირების მიმდევრობაზე 71

#### ზოგადი და არაორგანული ძიება

- \*ბ. ჯიოშვილი, ნ. ფირცხალავა, ლ. ტურიაშვილი, ნ. მეტრეველი. ტუტე ლითონთა კომპლექსური ნაერთების სინთეზი 2,3-დიოქსინაფტალინფტალატბორატების საფუძველზე და მათი თვისებები 75

#### ორგანული ძიება

- \*დ. გვერდწითელი, ნ. რევაზიშვილი, ვ. ციციშვილი, ვ. კიკოლაძე. ფლუორენისა და ანტრაცენის ციკლოალირიბა 79

#### ფიზიკური ძიება

- \*ვ. ერისთავი, ვ. მინდინი, გ. ჩიჩუა. ოქსალატური ფორმის ანიონტებზე სპილენძის (II) იონების სორბციის მონაცემების დამუშავება ინტერაქტიურ რეჟიმში 84
- \*მ. კაციტაძე, ზ. ძოწენიძე, მ. მუსერიძე, დ. ფეტვიაშვილი. მერკაპტანების ერთობლივი მოქმედების შესწავლა მგრგვიანი ნარევის აალების პირველ ზღვარზე 87
- \*გ. ჩაჩანიძე. ზოგიერთი შპინელის კონფიგურაციული მახასიათებლების პროგნოზირება 91

#### ძიებითი ტექნოლოგია

- \*ი. შავოშვილი, ზ. კატრანოვა, თ. აგლაძე. მანგანუმის კომპოზიციური დანაფარების ელექტროგამოლქვა 95

#### ფიზიკური გეოგრაფია

- \*ა. ზედგინიძე. ტალღური ენერჯის ცვლილება შავი ზღვის აღმოსავლეთ ნაწილში 99

#### გეოლოგია

- \*გ. გელაძე. ქართლის ვაკის ჩრდილო კიდის ნაფთამეტალოგენური მოდელი 103
- \*ბ. ჯიჯეიშვილი. ირანის თანამედროვე გეოლინამიკის ზოგიერთი საკითხი 107

#### ლითოლოგია

- \*ე. ლებანიძე, ლ. გიორგობიანი, ე. ჭიბრაძე. ტყიბულ-შაორის ქვანახშირის საბადოს შაორის ფართობის ნახშირიანი წყების კლასტოლითების ნიეთიერი შედგენილობა და კვების წყაროები 112

გეოგრაფია

- \*ნ. გელაშვილი. ზესხოს მადნეული ველის (ქვ. სვანეთი) პიროტინების გეოქიმიური თავისებურებები 116

მეტალურგია

- \*თ. ნაცვლიშვილი, დ. ბეჟიტაძე, გ. თავაძე, ვ. იუხვიდი, ი. ბოროვინსკაია. სისტემის წვის კანონზომიერებანი ატმოსფერული წნევის პირობებში 119
- \*ფ. თავაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ვ. კიანეჯო, ა. მიქელაძე, პ. ჩერემსკოი, ა. შევჩენკო. დისპერსულობის კვლევა ნიკელალუმინის ქანვის კომპოზიციურ ფხვნილებში 124
- \*ე. ქუთელია, დ. ასათიანი, დ. წიფივაძე, გ. თავაძე, დ. ბეჟიტაძე, თ. ნაცვლიშვილი. თვითგავრცელებადი მაღალტემპერატურული სინთეზით მიღებული ზეგამტარი ნაერთის  $Er Ba_2 Cu_3 O_{6.66}$  მორფოლოგიური თავისებურებანი 127

მანქანათმშენობლა

- \*თ. ხუხუნია. უკუკავშირით აღჭურვილი დაგვერდების ქანქარისებრი გადამწოდის დინამიკა 132

ელექტროტექნიკა

- ი. ხომერიკი, ე. შუმაროვი. მეთოდური ცდომილებების შეფასება სიმძლავრის ერთარხიანი ციფრულ გარდაქმნებში 136

ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

- \*ხ. ყრუაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი), კ. კახელაძე, ნ. ბულია, თ. ძაგანია, ნ. იაშვილი. ნიადაგისა და მცენარეულობის ნიმუშების ანალიზისას მცირე მასის ნახევარგამტარიანი სინთეზირების აგების საკითხისათვის 140
- \*ე. შარტავა, ბ. გვასალია. მოწყობილობისა და ყალიბების განსაზღვრა, რომელთა მუშაობის რესურსები იწურება დროის წინასწარ მოცემულ მომენტში 143

ბინეტიკა და სელექცია

- \*გ. დუმბაძე, ნ. ოკრიბელაშვილი. ეთაოლისა და აცეტალდეჰიდის მოქმედება შვილეული ქრომატიდოზომოსის გაცვლების დონეზე 147

ბიოფიზიკა

- გ. ციბროვი, ი. ერშოვი, ტ. პლეტენევა, გ. მანჯგალაძე, ე. სოკოლოვა. ბიოლოგიური ქსოვილების ულტრაბერეოთი აეროზოლური დამუშავებისას წარმოქმნილი ელექტრული მოვლენები 152

ბიოქიმიკა

- \*თ. ურუშაძე, თ. ხომასურიძე, ლ. გოგილაშვილი. *Sporotrichum pulverulentum* სოკოთი ცელულაზების ბიოსინთეზის საკვების არის ოპტიმალური შედგენილობის ექსპერიმენტული შემოწმება 155

## მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

- \*ზ. ორჯონიკიძე, რ. სალაყაია, ვ. ყურაშვილი. პელონეფრიტების და ქოლევცისტოხოლანგიტების დროს გამოყოფილი სტაფილოკოკების შედარებითი მგრძობელობა ანტიბაქტერიალური პრეპარატებისა და მათი კომბინაციების მიმართ 159
- ე. კირთაძე, თ. ჭუმბურიძე, თ. შალამბერიძე, გ. დუღუნაშვილი, ც. მაისურაძე. ერთატომიანი ნორმალური სპირტების გარდაქმნა მერთეულ დუღილში 161

## ენტომოლოგია

- \*ც. სამსონია, ზ. ლოლაძე, გ. გიქორაშვილი. სელექციური პესტიციდების გამოყენება ხეხილის ბაღების ინტეგრირებულ დაცვაში 166
- \*ვ. დოლინი, თ. ჩანტლაძე. ტკაცუნა ხოჭოს ახალი სახეობა *Ampedus dej* (coleoptera, elateridae) აღმოსავლეთ საქართველოდან 171

## ზოოლოგია

- \*ბ. ყურაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი), ე. ფილერი, ი. კარაჩენცევა. სადღეღამისო ექსპოზიციის გავლენა ფერომონებით გააქტივებულ თუთიის ფოსფიდიან მარცვლოვან სატყუარას ეფექტურობაზე 175
- \*რ. ტარტარაშვილი, მ. ბაქრაძე. კავკასიური სალამანდრას ახალი ქვესახე დასავლეთ საქართველოდან 178

## ჰისტოლოგია

- \*ნ. ქუკოვსკაია. ტყის თაგვის (*Apodemus (S.) sylvaticus*) სასმენი მილის ანატომურ-ჰისტოლოგიური თავისებურებანი 183
- \*ნ. ბახტაძე, ტ. ზიზინა, ნ. კინწურაშვილი. ოციტის განვითარების დინამიკის ციტოლოგიური და მორფომეტრული გამოკვლევა წაულას ზამთრის ფორმებში 188

## ექსპერიმენტული მედიცინა

- \*ბ. მგალობლიშვილი, ს. ჩირკოვა. ნეიროენდოკრინული ბალანსის გარდაქმნის თავისებურებანი ნევროზების დროს 191
- \*ა. გაგუა, ლ. გუგუშვილი. ღვიძლის სისხლმიმოქცევის თავისებურება და პორტული ჰიპერტენზიის და ღვიძლის მწვავე უკმარისობის მკურნალობა 195

## ენათმეცნიერება

- კ. წერეთელი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი). არამეული წარწერა ურბნისიდან 197
- \*ც. ჩახნაშვილი. იან ბრაუნის ერთი ქართველურ-ბასკური შედარების შესახებ 203

ისტორია

თ. თოღუა. არიანეს „პერიპლუსის“ ტერმინების განმარტებისათვის	205
--	-----

არქეოლოგია

*ნ. შანშაშვილი. ნიშნები და სიმბოლოები მტკვარ-არაქსის კულტურის კერამიკაზე	211
--	-----

საქართველოს სსრ მიცენიერებათა აკადემიაში

სესიები, კონფერენციები, თათბირები	213
-----------------------------------	-----

შეცნიერთა იუბილეები	217
---------------------	-----



## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

М. А. Габидзашвили. Весовые неравенства для потенциалов в пространствах однородного типа	17
О. Д. Габисония. О точках сходимости кратных рядов Фурье для некоторых классов функции	21
Е. В. Варшавская, И. И. Чучаев. О базисах, предсопряженных к абсолютным	25
В. М. Евтухов, Н. Г. Дрик. Асимптотические представления решений одного класса нелинейных дифференциальных уравнений второго порядка	29
З. И. Шенгелия. Об одной задаче теории ветвления	33
Н. Е. Қордзахия, Л. Э. Надарая. Асимптотические свойства проекционных оценок при наличии мешающего параметра в общей схеме статистического эксперимента	37
В. А. Джанелидзе. Суммирование линейными методами рядов Фурье—Лапласа	41

### МЕХАНИКА

Г. И. Кирмелашвили. Определение скорости распространения волны гидравлического удара в трубопроводах гидротранспортных систем	45
---	----

### ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

Н. П. Булия. Колебания полой цилиндрической оболочки с отверстием	49
---	----

### КИБЕРНЕТИКА

М. Е. Салуквадзе (член-корреспондент АН ГССР), А. Л. Топчишвили. Несобственные многокритериальные задачи линейного программирования	53
---	----

### ФИЗИКА

З. В. Абдаладзе, Р. Т. Акобидзе, Т. С. Бардавелидзе, Т. А. Гришина, В. А. Милорава, И. И. Тальянский. К вопросу об аномалии на прямой ветви вольт-амперных характеристик пленочных контактов на основе $Pb_{1-x}Sn_xTe$	57
---	----

### ГЕОФИЗИКА

З. Л. Амилахвари, Д. Л. Гвелесиани, Г. Г. Джаши, Т. О. Зардалишвили, Г. Г. Табагуа, Ш. А. Таварткиладзе, А. Г.	
--	--

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

- Тархнишвили, Г. В. Татишвили, З. В. Хеладзе. Электрометрические исследования фильтрационных явлений земляной плотины ЖинвалиГЭС 65
- М. И. Сеташвили. К вопросу о границах устойчивости обратных задач геоэлектрики для постоянного поля 65

### АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Т. Г. Андроникашвили (член-корреспондент АН ГССР), Н. Д. Какриашвили, Н. М. Гогитидзе. Влияние катионной модификации полимеров 978 G-70-91-Sp и 895 G-15-91-Sp на последовательность элюирования спиртов  $C_1-C_5$  69

### ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Б. Д. Джиошвили, Н. И. Пирцхалава, Л. Г. Турнашвили, И. Г. Метревели. Синтез и свойства комплексных соединений щелочных металлов на основе 2,3-диоксинафталинфталатборатов 73

### ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Д. Д. Гвердцители, Н. С. Ревазишвили, В. Г. Цицишвили, В. С. Киколадзе. Циклоалкилирование флуорена и антрацена 77

### ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- В. Д. Эристави, В. Ю. Миндин, Г. П. Чичуа. Обработка в интерактивном режиме данных по сорбции меди (II) на оксалатных формах анионитов 81
- М. М. Кацитадзе, З. Г. Дзоценидзе, М. Д. Мусеридзе, Д. И. Петвиашвили. Изучение совместного влияния меркаптанов на первый предел воспламенения гремучей смеси 85
- Г. Д. Чачанидзе. Прогнозирование конфигурационных характеристик некоторых шпинелей 89

### ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- И. Г. Шавошвили, З. Г. Катранова, Т. Р. Агладзе. Электроосаждение композиционных марганцевых покрытий 93

### ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

- А. Г. Зедгинидзе. Изменчивость волновой энергии в восточной части Черного моря 97

### ГЕЛОГИЯ

- Г. Л. Геладзе. Нафтометаллогеническая модель северного борта Картлийской низины 101
- П. О. Джидженшвили. Некоторые вопросы современной геодинамики Ирана 105

## ЛИТОЛОГИЯ

- Э. С. Лебанидзе, Л. А. Гиоргобиани, Е. Г. Чиабришвили. Вещественный состав и источники питания угленосных отложений Шаорской площади Ткибули-Шаорского каменноугольного месторождения 109

## ГЕОХИМИЯ

- Н. В. Гелашвили. Некоторые геохимические особенности пирротинов Зесхойского рудного поля (Н. Сванети) 113

## МЕТАЛЛУРГИЯ

- Т. Н. Нацвлишвили, Д. Т. Бежитадзе, Г. Ф. Тавадзе, В. И. Юхвид, И. П. Боровинская. Закономерности горения системы  $Nb_2O_5$ —Al—Sn при атмосферном давлении 117
- Ф. Н. Тавадзе (академик АН ГССР), В. В. Қияненко, А. Г. Микеладзе, П. Г. Черемской, А. Д. Шевченко. Исследование дисперсности композиционных порошков никель—окись алюминия 121
- Э. Р. Кутелия, Д. М. Асатиани, Д. М. Цивцивадзе, Г. Ф. Тавадзе, Д. Т. Бежитадзе, Т. Н. Нацвлишвили. Морфологические особенности сверхпроводящего соединения  $EgBa_2Cu_3O_{6.69}$ , полученного методом СВС 125

## МАШИНОВЕДЕНИЕ

- Т. В. Хухуни. Динамика маятникового датчика крена с обратной связью 129

## ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

- И. О. Хомерики, Е. В. Шумаров. Оценка методических погрешностей в одноканальных цифровых преобразователях мощности 133

## АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

- З. Е. Круашвили (член-корреспондент АН ГССР), К. Г. Кахеладзе, Н. П. Булия, Т. Б. Дзаганя, Н. Г. Яшвили. К вопросу построения полупроводниковых синтезаторов малых масс при анализе образцов почв и растений 137
- Ж. К. Шартава, Б. А. Гвасалия. Определение устройств и оснасток, сроки выработки ресурса которых истекают в заранее заданный момент времени 141

## ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

- Т. Г. Думбадзе, Н. Д. Окрибелашвили. Воздействие этанола и ацетальдегида на уровень сестринских хроматидных обменов 145

## БИОФИЗИКА

- Т. Е. Цыбров, Ю. А. Ершов, Т. В. Плетенева, Г. Г. Манджгаладзе, Е. Н. Соколова. Электрические явления при ультразвуковой аэрозольной обработке биологических тканей 149

БИОХИМИЯ

- Т. Р. Урушадзе, Т. С. Хомасуридзе, Л. З. Гогилашвили. Экспериментальная проверка оптимальности состава питательной среды для биосинтеза целлюлаз грибом *Sporotrichum pulverulentum* 153

МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

- З. В. Орджоникидзе, Р. С. Салакая, В. Е. Курашвили. Сравнительная чувствительность к антибактериальным препаратам и различным их сочетаниям стафилококков, выделенных при пиелонефритах и холецистохолангитах 157
- \* Э. Г. Киртадзе, Т. С. Чумбуридзе, Т. Х. Шаламберидзе, Г. Ш. Гугунишвили, Ц. М. Майсурадзе. Превращение одноатомных нормальных спиртов при вторичном брожении 164

ЭНТОМОЛОГИЯ

- Ц. И. Самсония, З. П. Лоладзе, Г. С. Гикорашвили. Применение селективных пестицидов в интегрированной защите плодовых садов 165
- В. Г. Долин, Т. И. Чантладзе. Новый вид жука-щелкуна рода *Ampedus* Dej (Coleoptera, Elateridae) из Восточной Грузии 169

ЗООЛОГИЯ

- Б. Е. Курашвили (член-корреспондент АН ГССР), Ж. Н. Фидлер, Ю. М. Караченцева. Влияние суточной экспозиции на эффективность активированной феромонами зерновой приманки с фосфидом цинка 173
- Р. В. Тартарашвили, М. А. Бакрадзе. Новый подвид кавказской саламандры из Западной Грузии 177

ГИСТОЛОГИЯ

- Н. А. Жуковская. Об анатомо-гистологическом строении слуховой трубы у лесной мыши (*Apodemus (S) sylvaticus*) 181
- Н. Г. Бахтадзе, Т. Г. Зыбина, Н. Т. Кинцурашвили. Цитологическое и морфометрическое изучение динамики развития ооцитов в период большого роста у зимних норок 185

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- Б. И. Мгалоблишвили, С. К. Чиркова. Особенности перестройки нейроэндокринного баланса при неврозах 189
- А. М. Гагуа, Л. Л. Гугушвили. Особенность печеночного кровообращения и принципы лечения портальной гипертензии и острой печеночной недостаточности 193

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

- \* К. Г. Церетели (академик АН ГССР). Арамейская надпись из Урбниси 200
- Ц. Г. Чахнашвили. Об одном картвело-баскском сравнении Яна Брауна 201

## ИСТОРИЯ

- Т. Т. Тодуа. К разъяснению терминов *δρμος* и *λιμύη* в «перипле» Арриана **207**

## АРХЕОЛОГИЯ

- Н. Э. Шаншиашвили. Знаки и символы на глиняной посуде куро-араксской культуры **209**

## В АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР

- Сессии, конференции, совещания **213**  
 Юбилей ученых **217**

## CONTENTS

### MATHEMATICS

M. A. Gabidzashvili. Weighted inequalities for potentials in spaces of a homogeneous type	20
O. D. Gabisonia. Convergence points of Fourier multiple series for some classes of function	24
E. V. Varshavskaya, I. I. Chuchayev. On bases preconjugated to the absolute ones	27
V. M. Evtukhov, N. G. Drik. Asymptotic representations of solutions of a certain class of second-order nonlinear differential equations	32
Z. I. Shengelia. On one problem of the theory of bifurcation	36
N. E. Kordzakhia, L. E. Nadaraya. Asymptotic properties of projection estimators under a nuisance parameter in a general scheme of statistical models	40
V. A. Janelidze. Summation of the Fourier-Laplace series by linear methods	43

### MECHANICS

G. I. Kirmelashvili. Determination of velocity of hydraulic shock wave distribution in pipelines of hydrotransport systems	48
--	----

### THEORY OF ELASTICITY

N. P. Bulia. On the problem of bending of a sloping cylindrical shell with an orifice	52
---	----

### CYBERNETICS

M. E. Salukvadze, A. L. Topchishvili. Insoluble multicriterial problems of linear programming	55
---	----

### PHYSICS

Z. V. Abdaladze, R. T. Akobidze, T. S. Bardavelidze, T. A. Grishina, V. A. Milorava, I. I. Talyansky. On the anomaly of a straight branch of volt-ampere characteristics of film contacts based on $Pb_{1-x}Sn_xTe$	60
---	----

### GEOPHYSICS

Z. L. Amilakhvari, D. L. Gvelesiani, G. G. Jashi, T. O. Zardalishvili, G. G. Tabagua, Sh. A. Tavartkiladze, A. G. Tarkhnishvili, G. V. Tatishvili, Z. V. Kheladze. Electrometric study of filtration phenomena at the Zhinvali Hydro's earth-fill dam	64
M. I. Setashvili. To the problem of stability boundaries of the inverse geoelectric problems for constant fields	68

## ANALYTICAL CHEMISTRY

- T. G. Andronikashvili, N. D. Kakriashvili, N. M. Gogitidze. The effect of 978 G-70-91-Sp and 895 G-15-91-Sp polymers cation modification on the  $C_1-C_3$  elution sequence of alcohols 71

## GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

- B. D. Jioshvili, N. I. Pirtskhalava, L. G. Turiashvili, N. G. Metreveli. Synthesis of complex compounds of alkali metals on the base of 2,3-dioxynaphthalene-phthalic borates and their properties 76

## ORGANIC CHEMISTRY

- D. D. Gverdtsiteli, N. S. Revazishvili, V. G. Tsitsishvili, V. S. Kikoladze. Cycloalkylation of fluorene and anthracene 80

## PHYSICAL CHEMISTRY

- V. D. Eristavi, V. Yu. Mindin, G. P. Chichua. Processing the data on copper (II) sorption on the oxalate forms of anionites in the interactive mode 84
- M. M. Katsitadze, Z. G. Dzotsenidze, M. D. Museridze, D. I. Petviashvili. A study of the combined action of mercaptans on the first limit of ignition of hydrogen-oxygen stoichiometric mixtures 87
- G. D. Chachanidze. Prediction of configuration characteristics of some spinels 92

## CHEMICAL TECHNOLOGY

- I. G. Shavoshvili, Z. G. Katranova, T. R. Agladze. Electrodeposition of composite manganese platings 95

## PHYSICAL GEOGRAPHY

- A. G. Zedginidze. Wave energy changes in the eastern part of the Black Sea 100

## GEOLOGY

- G. L. Geladze. A naphthometallogenic model of the northern slope of the Kartli depression 103
- P. O. Jijeishvili. Some problems of the present-day geodynamics 108

## LITHOLOGY

- E. S. Lebanidze, L. A. Giorgobiani, E. G. Chiabrishvili. Material composition and feeding sources of coal-bearing sediments of the Shaori area of the Tkibuli-Shaori coal deposit 112

## GEOCHEMISTRY

- N. V. Gelashvili. Some geochemical features of the Zeskho ore field (L. Svaneti) pyrrhotites 116

## METALLURGY

- T. N. Natsvlisvili, D. T. Bezhitadze, G. F. Tavadze, V. I. Yukhvid, I. P. Borovinskaya.  $Nb_2O_5$ -Al-Sn system combustion mechanism under atmospheric pressure 120

F. N. Tavadze, V. V. Kiyanenko, A. G. Mikeladze, P. G. Chermenskoy, A. D. Shevchenko. A study of the dispersity of composite powders of iron-aluminium oxide 124

E. R. Kutelia, D. M. Asatiani, D. M. Tsivtsivadze, G. F. Tavadze, D. T. Bezhitadze, T. N. Natsvlishvili. Morphological peculiarities of the superconductive  $\text{ErBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6.69}$  compound obtained by self-propagating high-temperature synthesis 127

#### MACHINE BUILDING SCIENCE

T. V. Khukhuni. Dynamics of the bank pendulum sensor with feedback 132

#### ELECTROTECHNICS

I. O. Khomeriki, E. V. Shumarov. The estimation of procedural errors in one-channel digital converters of electric power 136

#### AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

Z. E. Kruashvili, K. G. Kakheladze, N. P. Bulia, T. B. Dzagania, N. G. Iashvili. Towards the construction of small mass synthesizers for the analysis of plant and soil samples 140

J. K. Shartava, B. A. Gvasalia. Determination of devices and rigging whose expected life-time elapses at a prespecified moment 144

#### GENETICS AND SELECTION

G. G. Dumbadze, N. D. Okribelashvili. The effect of ethanol and acetaldehyde on frequency of sister chromatid exchanges 147

#### BIOPHYSICS

G. E. Tsibrov, Yu. A. Ershov, T. V. Pleteneva, G. G. Manjgaladze, E. N. Sokolova. Electrical events during supersonic aerosol treatment of biological tissues 152

#### BIOCHEMISTRY

T. R. Urushadze, T. S. Khomasuridze, L. Z. Gogilashvili. Experimental test for optimal composition of nutrient medium for cellulase biosynthesis by the fungus *Sporotrichum pulverulentum* 156

#### MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

Z. V. Orjonikidze, R. G. Salakaia, V. E. Kurashvili. Comparative sensitivity of staphylococci isolated in pyelonephritis and cholangiohepatitis to antibacterial preparations and their various combinations 160

E. G. Kirtadze, T. S. Chumburidze, T. Kh. Shalamberidze, G. Sh. Gugunishvili, Ts. M. Maisuradze. Conversion of monoatomic normal alcohols during secondary fermentation 164

#### ENTOMOLOGY

Ts. I. Samsonia, Z. P. Loladze, G. S. Gikorashvili. Application of selective pesticides in the integrated control of orchards 166

V. G. Dolin, T. I. Chantladze. A new species of click-beetles of *Ampe-dus Dej.* genus from eastern Georgia 172



## ZOOLOGY

- B. E. Kurashvili, Zh. N. Fidler, Yu. M. Karachentseva. The influence of daily exposure on the effectiveness of grain bait containing zinc phosphide and activated with pheromones 175
- R. V. Tartarashvili, M. A. Bakradze. A new subspecies of salamander from western Georgia 179

## HISTOLOGY

- N. A. Zhukovskaya. A study of anatomical and histological structure of the *Apodemus (S.) sylvaticus* auditory tube 183
- N. G. Bachtadze, T. G. Zyбина, N. T. Kintsurashvili. Cytologic and morphometric study of oocyte development dynamics during the large growth in the mink 188

## EXPERIMENTAL MEDICINE

- B. I. Mgaloblishvili, S. K. Chirkova. Peculiarities of neuroendocrine balance changes in neuroses 192
- A. M. Gagua, L. L. Gugushvili. Specificities of hepatic circulation and the principles of treating portal hypertension and acute hepatic insufficiency 195

## LINGUISTICS

- K. G. Tsereteli. The Aramaic inscription from Urnisi 200
- Ts. G. Chakhnashvili. About one Kartvelo-Basque comparison of Jan Brown 203
- T. T. Todua. Towards the interpretation of the terms  $\delta\rho\mu\omicron\varsigma$  and  $\lambda\iota\mu\acute{\eta}\nu$  in Arrian's Periplus 207

## ARCHAEOLOGY

- N. E. Shanshashvili. Signs and symbols on ceramics of the Kura-Araks culture 212



М. А. ГАБИДЗАШВИЛИ

ВЕСОВЫЕ НЕРАВЕНСТВА ДЛЯ ПОТЕНЦИАЛОВ  
 В ПРОСТРАНСТВАХ ОДНОРОДНОГО ТИПА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Жижиашвили 15.9.1987)

В настоящей статье найдено необходимое и достаточное условие на пару мер, обеспечивающее справедливость двухвесового слабого неравенства для потенциалов  $T_{\nu, \mu}$ , определенных в пространствах однородного типа. Далее для данной меры  $\mu$  с условием удвоения дано полное описание всех мер, для которых оператор  $T_{\nu, \mu}$  действует непрерывно из  $L^p(d\nu)$  в  $L^q(d\mu)$ ,  $1 < p < q < \infty$ . Последний результат содержит в себе, в частности, обобщение одного результата Адамса [1] для анизотропных потенциалов.

Пространством однородного типа  $(Y, \rho, \mu)$  называют (см. [2]) пространство  $Y$  с мерой  $\mu$ , в котором задана псевдометрика  $\rho$ , т. е. функция  $\rho: Y \times Y \rightarrow \mathbb{R}_+^1$  такая, что

- i)  $\rho(x, y) = \rho(y, x)$ ,
- ii)  $\rho(x, y) = 0 \iff x = y$ ,
- iii)  $\rho(x, y) \leq \eta(\rho(x, z) + \rho(z, y))$ .

Предполагают, что все шары

$$B(x, r) = \{y \in Y : \rho(x, y) < r\}$$

$\mu$ -измеримы, равномерно непрерывны в метрике  $\rho$  функции плотны в  $L^1(Y, d\mu)$  и

$$0 < \mu B(x, 2r) \leq c\mu B(x, r), \quad r > 0, y \in Y.$$

Интегралом типа потенциала в пространстве однородного типа назовем функцию

$$(T_{s, \mu} f)(x) = \int_Y f(y) \mu^{s-1} B(x, \rho(x, y)) d\mu,$$

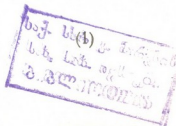
где  $0 < s < 1$ . Она была введена в работе [3].

Пусть  $\nu$  мера, заданная на  $\mu$ -измеримых подмножествах пространства  $Y$  такая, что  $\nu(x) = 0$  для любого  $x \in Y$ .

Справедлива следующая

Теорема 1. Пусть  $1 < p < q < \infty$ . Для того чтобы для всех  $f \in L_{\omega}^p(Y, d\nu)$  и для произвольного  $\lambda > 0$  имело место неравенство

$$\int_{\{x: |(T_{s, \mu} f)(x)| > \lambda\}} d\nu \leq c\lambda^{-q} \left( \int_Y |f(y)|^p \omega(y) d\nu \right)^{\frac{q}{p}},$$





необходимо и достаточно существование такой постоянной  $c_1$ , чтобы

$$\left( \int_{Y \setminus B(x, r)} \omega(y) \frac{1}{p-1} \mu^{p'(s-1)} B(x, \rho(x, y)) d\mu \right)^{\frac{1}{p'}} \left( \int_{B(x, 2r)} dv \right)^{\frac{1}{q}} < c_1 \quad (2)$$

для любого шара  $B(x, r)$ .

При  $\omega = 1$ , используя условие удвоения на меру  $\mu$ , легко получим, что

$$\left( \int_{Y \setminus B(x, r)} \mu^{p'(s-1)} B(x, \rho(x, y)) d\mu \right)^{\frac{1}{p'}} \leq c_2 \mu^{s - \frac{1}{p}} B(x, r),$$

если  $p < \frac{1}{s}$ . Учитывая это, при  $\omega = 1$  условие (2) принимает вид

$$\int_{B(x, 2r)} dv \leq c_3 \mu^q \left( \frac{1}{p} - s \right) B(x, r).$$

Теперь, используя теорему об интерполяции Марцинкевича, с помощью теоремы 1 заключаем справедливость следующего результата:

**Теорема 2.** Пусть  $|\alpha| < p < \frac{1}{s}$ ,  $p < q < \infty$ .

Для справедливости неравенства

$$\left( \int_Y |(T_{s, \mu} f)(x)|^q dv \right)^{\frac{1}{q}} \leq c \left( \int_Y |f(x)|^p d\mu \right)^{\frac{1}{p}}$$

необходимо и достаточно выполнение условия

$$\int_{B(x, r)} dv \leq c \mu^q \left( \frac{1}{p} - s \right) B(x, r).$$

Рассмотрим частные случаи теоремы 2.

1) Пусть  $Y = R^n$ ,  $\mu$  — лебегова мера,

$$\rho(x, y) \equiv |x - y|_\alpha = \left( \sum_{i=1}^n |x_i - y_i|^{\frac{2}{\alpha_i}} \right)^{\frac{1}{2}}, \quad s = \frac{|\alpha|}{\gamma},$$

$|\alpha| = \sum_{i=1}^n \alpha_i$ ,  $\alpha_i > 0$ , ( $i = 1, 2, \dots, n$ ). Тогда  $T_{\gamma, \mu}$  — анизотропный потенциал:

$$(T_\gamma f)(x) = \int_{R^n} \frac{f(y) dy}{|x - y|_\alpha^{a_1 - \gamma}}.$$

В этом случае теорема 2 принимает вид:

**Теорема 3.** Пусть  $1 < p < q < \infty$ . Тогда следующие условия эквивалентны:

$$a) \left( \int_{R^n} |(T_\gamma f)(x)|^q dv \right)^{\frac{1}{q}} \leq c \left( \int_{R^n} |f(x)|^p dx \right)^{\frac{1}{p}}$$

с постоянной  $c$ , не зависящей от  $f$ ;

$$b) \int_{|x-y|_a < r} dv \leq c_1 r^q \left( \frac{|\alpha|}{p} - \gamma \right).$$

При  $\alpha_i = 1$  теорема 3 обращается в результат Адамса [1].

2) Пусть  $\Gamma$  — ориентированная спрямляемая кривая, определенная на замыкании  $R$ ;  $s \rightarrow z(s)$  ( $-\infty > s < \infty$ ) — параметризация  $\Gamma$  по длине дуги;  $\mu$  — лебегова мера на  $\Gamma$ ;  $\rho$  — обычная евклидова метрика. Предположим, что  $\Gamma$  удовлетворяет условию: существует такая постоянная  $c > 0$ , что для любого  $z_0 \in \Gamma$  и  $r > 0$

$$\mu(\Gamma \cap B(z_0, r)) \leq cr, \tag{3}$$

тогда  $\mu B(x, \rho(x, y)) \sim |x - y|$  и, следовательно, вышеприведенные теоремы будут верны для потенциала вида

$$T_\gamma(f)(x) = \int_\Gamma \frac{f(z) dz}{|x - z|^{1-\gamma}}. \tag{4}$$

Грузинский политехнический институт  
 им. В. И. Ленина

(Поступило 2.10.1987)

მათემატიკა

ა. ბაბიძეშვილი

წონიანი უტოლობები პოტენციალებისათვის ერთგვაროვანი ტიპის სივრცეებში

რეზიუმე

ნაბოენია აუცილებელი და საკმარისი პირობა ზომათა წყვილზე, იმისათვის, რომ ერთგვაროვანი ტიპის სივრცეში განსაზღვრული პოტენციალისათვის ადგილი ჰქონდეს ორწონიან სუსტი ტიპის უტოლობას. გარდა ამისა, მოცემული  $\mu$  ზომისათვის მიღებულია ყველა იმ  $\gamma$  ზომების აღწერა, რომლისთვისაც ზემოაღნიშნული პოტენციალი უწყვეტად მოქმედებს  $L^p(d\mu)$ -დან  $L^q(dy)$ -ში.

М. А. GABIDZASHVILI

WEIGHTED INEQUALITIES FOR POTENTIALS IN SPACES  
OF A HOMOGENEOUS TYPE

## Summary

The necessary and sufficient condition for the validity of a two-weighted weak inequality for potentials in the space of a homogeneous type is found.

For the given measure  $\mu$  a full description of all measures  $\nu$  for which two potentials act continuously from  $L^p(d\mu)$  into  $L^q(d\nu)$  is obtained.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. D. R. Adams. Ann. Sci. Norm. Sup. Pisa, vol. 25, № 1, 1971.
2. R. Coifman, L. Weiss. Lect. Notes Math., 242, 1971.
3. М. А. Габидзашвили. Доклады расширенных заседаний семинара Ин-та прикл. матем. им. И. Н. Векуа, I, № 2, 1985.



О. Д. ГАБИСОНΙΑ

## О ТОЧКАХ СХОДИМОСТИ КРАТНЫХ РЯДОВ ФУРЬЕ ДЛЯ НЕКОТОРЫХ КЛАССОВ ФУНКЦИИ

(Представлено академиком Б. В. Хведелидзе 17.7.1987)

Пусть  $f(x)$  — периодическая функция периода  $2\pi$ . Салем [1] и Стечкин [2] независимо друг от друга установили, что если  $f(x)$  непрерывна и выполняется

$$\frac{1}{h} \int_0^h [f(x+t) - f(x-t)] dt = 0 \quad (\ln^{-1} h^{-1}) \quad (1)$$

равномерно на  $[a, b]$ , то ряд Фурье функции  $f(x)$  сходится равномерно на любом  $[a', b'] \subset (a, b)$ .

Салем также доказал следующую теорему: если  $f(x)$  — суммируемая  $2\pi$ -периодическая функция и равенство (1) выполняется равномерно на  $(a, b)$ , тогда ряд Фурье  $f(x)$  сходится почти всюду на  $(a, b)$ . Позже нами было установлено [3], что при вышеприведенных условиях сходимость имеет место во всех точках Лебега.

Теорема Карлесона утверждает, что ряд Фурье  $2\pi$ -периодической непрерывной функции сходится почти всюду.

Ни одна из вышеприведенных теорем не следует из другой. Фефферман [4] доказал, что существует  $2\pi$ -периодическая непрерывная функция двух переменных  $f(t, \tau)$ , для которой двойной ряд Фурье расходится всюду на  $[0, 2\pi; 0, 2\pi]$ .

М. Бахбух и Е. М. Никишин [5] показали, что если для  $2\pi$ -периодической непрерывной функции  $f(t, \tau)$  модуль непрерывности

$$\tilde{\omega}(f, \delta) = \sup_{(x-t)^2 + (y-\tau)^2 < \delta} |f(x, y) - f(t, \tau)|$$

удовлетворяет условию

$$\tilde{\omega}(f, \delta) = 0 \left( \ln^{-1-\epsilon} \frac{1}{\delta} \right), \quad (\epsilon > 0), \quad (2)$$

тогда двойной ряд Фурье  $f(t, \tau)$  сходится почти всюду.

Они также установили существование  $2\pi$ -периодической непрерывной функции  $f(t, \tau)$  на  $[0, 2\pi; 0, 2\pi]$ , для которой модуль непрерывности удовлетворяет условию

$$\tilde{\omega}(f, \delta) = 0 \left( \ln^{-1} \frac{1}{\delta} \right),$$

а двойной ряд Фурье  $f(t, \tau)$  расходится в каждой точке квадрата  $Q = [0, 2; 2\pi - 0, 2] \times [0, 2; 2\pi - 0, 2]$ .

Из вышеприведенных результатов видно, что ряды Фурье функции многих переменных ведут себя намного сложнее, чем ряды Фурье для функции от одной переменной.

Ниже приводится теорема, следствия которой являются распространением теоремы Салема—Стечкина на различные классы функции многих переменных, причем дополнительно указываются точки сходимости кратных рядов Фурье.

Ограничимся рассмотрением функции двух переменных, так как перенос этих теорем на функции большего числа переменных не требует привлечения новых методов, хотя связан с техническими трудностями.

**Определение.** Точку  $(x, y)$  будем называть  $L^{(\lambda)}$ -точкой суммируемой  $2\pi$ -периодической функции  $f(t, \tau)$ , если для данного числа  $\lambda$  ( $1 \leq \lambda \leq +\infty$ ) выполняются условия

$$\lim_{(h_1 h_2)_\lambda \rightarrow 0} \frac{1}{h_1 h_2} \int_0^{h_1} \int_0^{h_2} |\Phi(x, y; t, \tau)| dt d\tau = 0, \quad (1)$$

$$\lim_{\mu \epsilon \rightarrow 0} \sup_{0 < h_1 < \pi h_1} \frac{1}{h_1} \int_0^{h_1} \int_e^e |\Phi(x, y; t, \tau)| dt d\tau = 0, \quad \forall \epsilon, \quad (2)$$

$$\lim_{\mu \epsilon \rightarrow 0} \sup_{0 < h_2 < \pi h_2} \frac{1}{h_2} \int_e^e \int_0^{h_2} |\Phi(x, y; t, \tau)| dt d\tau = 0, \quad \forall \epsilon, \quad (3)$$

где символ  $(h_1, h_2)_\lambda \rightarrow 0$  означает, что при  $h_1 \rightarrow 0, h_2 \rightarrow 0$  выполняются условия  $\lambda^{-1} \leq h_1 h_2^{-1} \leq \lambda$ , а

$$\begin{aligned} \Phi(x, y; t, \tau) = & f(x+t, y+\tau) + f(x-t, y+\tau) + f(x+t, y-\tau) + \\ & + f(x-t, y-\tau) - 4f(x, y). \end{aligned}$$

Если  $\lambda = \infty$ , то точку  $L^{(\infty)}$  будем называть  $L$ -точкой.

**Лемма 1.** Если  $2\pi$ -периодическая функция  $f(x, y)$  суммируема на сегменте  $\Delta = [0, 2\pi; 0, 2\pi]$ , то при  $1 \leq \lambda < +\infty$  почти все точки этого сегмента будут  $L^{(\lambda)}$ -точками.

**Лемма 2.** Если  $2\pi$ -периодическая функция  $f(x, y)$  измерима, а  $f \ln^+ |f|$  ( $\ln^+ |f| = \max\{0, \ln |f|\}$ ) суммируема на  $\Delta$ , то почти все точки сегмента  $\Delta$  будут  $L$ -точками.

Существуют суммируемые функции, неопределенный интеграл от которых не имеет сильную производную ни в какой точке [6], поэтому для таких функций ни одна точка не будет  $L$ -точкой.

**Теорема 1.** Пусть  $f(x, y)$ — $2\pi$ -периодическая суммируемая на  $\Delta$  функция и на сегменте  $[a_1, b_1; a_2, b_2] \subset (0, 2\pi; 0, 2\pi)$  равномерно относительно  $(x, y)$  выполняются условия

$$\begin{aligned} \frac{1}{h_1 h_2} \int_0^{h_1} \int_0^{h_2} \Delta_{t\tau} f(x, y) dt d\tau = 0 \left( \frac{1}{\ln h_1^{-1} \ln h_2^{-1}} \right), \\ \frac{1}{h_1 h_2} \int_{-h_1}^{h_1} \int_0^{h_2} \Delta_{\sigma\tau} f(x+t, y) d\tau \Big| dt = 0 (\ln^{-1} h_1^{-1}), \end{aligned}$$

$$\frac{1}{h_1 h_2} \int_{-h_2}^{h_2} \left| \int_0^{h_1} \Delta_{t\tau} f(x, y + \tau) dt \right| d\tau = 0 \quad (\ln^{-1} h_1^{-1}),$$

где

$$\Delta_{t\tau} f(x, y) = f(x+t, y+\tau) - f(x+t, y-\tau) - f(x-t, y+\tau) + f(x-t, y-\tau), \quad h_1 > 0, \quad h_2 > 0.$$

Тогда для любой  $L^{(\lambda)}$ -точки  $(x, y)$  из интервала  $(a_1, b_1; a_2, b_2)$  имеем

$$\lim_{m, n \rightarrow \infty} S_{m, n} (f; x, y) = f(x, y),$$

где  $S_{m, n} (f; x, y)$  — частная сумма двойного ряда Фурье функции  $f(x, y)$ , а  $(m, n)_\lambda \rightarrow \infty$  означает, что при стремлении  $m$  и  $n$  к бесконечности выполняются условия  $\lambda^{-1} \leq mn^{-1} \leq \lambda$  ( $1 \leq \lambda \leq +\infty$ ).

Следствие 1. Если  $f(x, y)$  непрерывна и выполняются условия теоремы 1, тогда

$$\lim_{m, n \rightarrow \infty} S_{m, n} (f; x, y) = f(x, y) \quad (5)$$

равномерно на  $[a'_1, b'_1; a'_2, b'_2] \subset (a_1, b_1; a_2, b_2)$ .

Это следствие дает распространение теоремы Салема—Стечкина на случай функции двух переменных.

Следствие 2. Если для  $f(x, y)$  суммируема  $f \ln^+ |f|$  и выполняются условия теоремы 1, тогда равенство (5) выполняется во всех  $L$ -точках, т. е. почти всюду на  $(a_1, b_1; a_2, b_2)$ .

Следствие 3. Если для  $f(x, y)$  выполняются условия вышеприведенной теоремы, тогда двойной ряд Фурье этой функции сходится почти всюду.

Условие (2) теоремы Бахбуха—Никишина и условия теоремы 1 в общем случае не следуют друг из друга, а в частном случае, когда  $f(t, \tau) = f_1(t) f_2(\tau)$ , где  $f_1(t)$  и  $f_2(\tau)$  — непрерывные функции, из теоремы 1 следует теорема Бахбуха—Никишина.

Следствие 4. Если для суммируемой  $2\pi$ -периодической функции от одной переменной  $f(x)$  на сегменте  $[a, b] \subset (0, 2\pi)$  равномерно относительно  $x$  выполняется условие (1), тогда ряд Фурье функции  $f(x)$  сходится во всех точках Лебега этой функции.

Это следствие уточняет теорему Салема, упомянутую в начале данной работы тем, что в следствии 4 дополнительно указывается характеристика точек сходимости ряда Фурье функции  $f(x)$ .

Абхазский государственный университет  
им. А. М. Горького

(Поступило 5.10.1987)

მათემატიკა

ო. ბაბიშვილი

ფურეის ჯიბრადი მწკრივების კრებადობის წერტილების შესახებ  
ზოგიერთი კლასის ფუნქციებისთვის

რეზიუმე

დადგენილია ფურეის ორმაგი მწკრივების კრებადობის საკმარისი ნიშნე-  
ბი და მოცემულია მათი კრებადობის წერტილების დახასიათება.



O. D. GABISONIA

CONVERGENCE POINTS OF FOURIER MULTIPLE SERIES FOR SOME  
CLASSES OF FUNCTION

## Summary

Sufficient signs of convergence and characteristics of convergence points are presented in the paper.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. R. Salem. Jn. Dag. Math., 16, 1954.
2. Н. К. Бари. Тригонометрические ряды. М., 1961.
3. О. Д. Габисония. Сообщения АН ГССР, 10, № 5, 1967.
4. С. Fefferman. Bull. Amer. Math. Soc., 77, № 2, 1971.
5. М. Бахбух и Е. М. Никишин. Сиб. матем. ж., XIV, № 6, 1973.
6. С. Сакс. Теория интеграла. М., 1949.



Е. В. ВАРШАВСКАЯ, И. И. ЧУЧАЕВ

## О БАЗИСАХ, ПРЕДСОПРЯЖЕННЫХ К АБСОЛЮТНЫМ

(Представлено академиком Б. В. Хведелидзе 17.7.1987)

Одним из наиболее интересных классов базисов является класс, который составляет абсолютные базисы [1]. Они достаточно хорошо изучены. Естественным является ранее нигде не рассматривавшийся вопрос о двойственном понятии. В настоящей работе вводится понятие  $m$ -базиса и показывается, что оно двойственно по отношению к понятию абсолютного базиса. Кроме того, даются различные характеристики ядерных пространств с базисом в терминах свойств базисов. В работе используются терминология и обозначения, принятые в [1].

**Определение.** Пусть  $(X, \tau)$  — локально выпуклое пространство с безусловным базисом  $(e_n)$ . Назовем базис  $(e_n)$   $m$ -базисом, если из того, что  $\lambda_n e_n \rightarrow 0$  следует, что ряд  $\sum_{n \geq 0} \lambda_n e_n$  сходится в  $(X, \tau)$ .

**Примеры 1.** Очевидно, что естественный базис в пространстве  $c_0$  является  $m$ -базисом. **2.** С помощью теоремы Вейерштрасса легко убедиться в том, что последовательность функций  $e_n(t) = t^n$  образует  $m$ -базис в пространстве  $A$  всех аналитических функций на единичном круге с топологией равномерной сходимости на всех компактных множествах из единичного круга.

Отметим, что в любом секвенциально полном ядерном пространстве безусловный базис является  $m$ -базисом.

Пусть  $(X, \tau)$  — секвенциально полное бочечное локально выпуклое пространство с безусловным базисом  $(e_n)$ . Введем в  $X$  порядок, положив  $x = \sum_{n \geq 0} \lambda_n e_n \in X_+$ , тогда и только тогда, когда  $\lambda_n \geq 0$  при всех  $n$ . Известно, что в этом случае  $(X, X_+, \tau)$  будет локально выпуклым  $K$ -пространством с условием  $(A_0)$ . Далее всюду будем предполагать, что в  $X$  порядок определен указанным способом.

Следующая теорема раскрывает связь между абсолютными базисами и  $m$ -базисами:

**Теорема 1.** Пусть  $(X, \tau)$  — бочечное секвенциально полное локально выпуклое пространство с безусловным базисом  $(e_n)$ . Справедливы следующие утверждения:

- 1) для того чтобы базис  $(e_n)$  был  $m$ -базисом в  $(X, \tau)$ , необходимо и достаточно, чтобы биортогональная система  $(e'_n)$  была абсолютным базисом в  $(X', \beta(X', X))$ ;
- 2) для того чтобы базис  $(e_n)$  был абсолютным в  $(X, \tau)$ , необходимо и достаточно, чтобы биортогональная система  $(e'_n)$  была  $m$ -базисом в замыкании своей линейной оболочки.

Доказательство. Докажем, например, 2. Если базис  $(e_n)$  абсолютный, то конус положительных элементов  $X_+$  допускает  $D$ -оштукатуривание, а значит, конус  $X'_+$  является  $(t)$ -конусом в  $(X', \beta(X', X))$  (см. условие 7 теоремы 1 [3]). Отсюда если  $\lambda_n e_n \xrightarrow{\beta(X', X)} 0$ , то найдется  $x' \in X'_+$  такой, что  $|\lambda_n e'_n| \leq x'$  при всех  $n$ . Теперь легко заметить, что ряд  $\sum_n \lambda_n e'_n$  сходится в  $(X', \beta(X', X))$ , следовательно,  $(e'_n)$ — $m$ -базис. Об-

ратно, пусть  $(e'_n)$ — $m$ -базис в замыкании своей линейной оболочки. Чтобы убедиться в абсолютности базиса  $(e_n)$ , достаточно доказать, что любое  $\beta(X', X)$ -ограниченное множество в  $X'$  ограничено по порядку. Допустим, что это не так. Пусть  $A \beta(X', X)$ -ограничено, но не является ограниченным по порядку. Не умаляя общности, можно считать, что  $A$  нормально и содержится в  $X'_+$ . Положим  $\lambda_n = \sup_{x' \in A} \langle e_n, x' \rangle$ . Очевидно, что  $\lambda_n < \infty$  при всех  $n$ , а по-

скольку  $\lambda_n e'_n \leq x'_n \in 2A$ , множество  $\{\lambda_n e'_n\}_{n=1}^\infty \beta(X', X)$ -ограничено.

Рассмотрим совокупность  $\{y_k\}_{k=1}^\infty$ , где  $y_k = \sum_{n=1}^k \lambda_n e'_n$ , и убедимся в том, что она  $\beta(X', X)$ -ограничена. Допустим противное, тогда она не  $\sigma(X', X)$ -ограничена, а значит, найдется  $x = \sum_{n \geq 0} x_n e_n \in X_+$  такой, что

$\langle x, y_k \rangle = \sum_{n=1}^k x_n \lambda_n \rightarrow \infty$  при  $k \rightarrow \infty$ . Существует последовательность

$\alpha_n$  такая, что  $\alpha_n \rightarrow 0$ ,  $\alpha_n \geq 0$  при всех  $n$  и  $\sum_{n=1}^k \alpha_n x_n \lambda_n \uparrow \infty$  при  $k \rightarrow \infty$ .

Так как последовательность  $\lambda_n e'_n \beta(X', X)$ -ограничена,  $\alpha_n \lambda_n e'_n \xrightarrow{\beta(X', X)} 0$ ,

следовательно, ряд  $\sum_{n=1}^\infty \alpha_n \lambda_n e'_n$  сходится в  $(X', \beta(X', X))$ . Обозначим

его сумму  $y'$ . Тогда  $\langle x, y' \rangle = \sum_{n=1}^\infty \alpha_n \lambda_n x_n < \infty$ . Противоречие. Значит,

множество  $\left\{ \sum_{n=1}^k \lambda_n e'_n \right\}_{k=1}^\infty \beta(X', X)$ -ограничено; поскольку в сопряженном

пространстве всегда выполнено условие (B), существует  $x' = \sup \sum_{n=1}^k \lambda_n e'_n$ .

Понятно, что  $x' \geq y'$  для любого  $y' \in A$ .

С помощью теоремы 1 легко получается

**Теорема 2.** Пусть  $X$ — $F$ -пространство или полное борнологическое  $DF$ -пространство с безусловным базисом  $(e_n)$ . Следующие условия равносильны:

- 1)  $(X, \tau)$ —*ядерное пространство*;
- 2)  $(e_n)$ —*абсолютный  $m$ -базис в  $(X, \tau)$* ;
- 3)  $(e_n)$ —*абсолютный базис в  $(X, \tau)$ , а биортогональная система  $(e'_n)$ —абсолютный базис в  $(X', \beta(X', X))$* ;
- 4)  $(e_n)$ — *$m$ -базис в  $(X, \tau)$ , а биортогональная система  $(e'_n)$ — $m$ -базис в  $(X', \beta(X', X))$* .

Заметим, что из этой теоремы тривиальным образом вытекает ядерность упомянутого в примере 2 пространства  $A$  аналитических функций на единичном круге.

Мордовский государственный университет  
им. Н. П. Огарева  
г. Саранск

(Поступило 8.10.1987)

მათემატიკა

ე. ვარშავსკაია, ი. ჩუჩაევი

აბსოლუტურებისადმი პრემვიტოვებულეზული ბაზისების შესახებ  
რეზიუმე

შემოტანილი და შესწავლილია  $m$ -ბაზისის ცნება, ნაჩვენებია მისი ორადული თვისება აბსოლუტური ბაზისის ცნების მიმართ. გამოკვლევა ჩატარებულია ნახევრადლაგებულ ტოპოლოგიური ვექტორული სივრცის თეორიის მეთოდებით.

MATHEMATICS

E. V. VARSHAVSKAYA, I. I. CHUCHAEV

## ON BASES PRECONJUGATED TO THE ABSOLUTE ONES

### Summary

The notion of  $m$ -basis is studied and its duality with respect to the absolute basis notion is shown. The investigation is carried out by the methods of the theory of partially ordered topological vector spaces.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Х. Ш е ф е р. Топологические векторные пространства. М., 1971.
2. И. И. Ч у ч а е в. Вестник ЛГУ, № 7, 1975.



В. М. ЕВТУХОВ, Н. Г. ДРИК

### АСИМПТОТИЧЕСКИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РЕШЕНИЙ ОДНОГО КЛАССА НЕЛИНЕЙНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. Т. Кигурадзе 15.10.1987)

В обзорных статьях И. Т. Кигурадзе [1], Уонга [2] приведены основные результаты об асимптотическом поведении решений так называемого обобщенного уравнения Эмдена—Фаулера  $y'' = p(t) y^\sigma$  при  $\sigma > 0$ ,  $\sigma \neq 1$ . Уравнение более общего вида  $-y'' = p(t) y^\sigma |y'|^\lambda$  исследовалось в работах [2—5] при  $\sigma + \lambda \neq 1$ .

В настоящей заметке рассматривается обыкновенное дифференциальное уравнение второго порядка с нелинейностью иного типа:

$$y'' = \alpha_0 p(t) e^{\alpha y} |y'|^\lambda,$$

где  $\alpha_0 \in \{-1, 1\}$ ;  $\sigma$  и  $\lambda \in ]-\infty, +\infty[$ ,  $\sigma \neq 0$ ;  $-\infty < a < \omega \leq +\infty$ , а  $p: [a, \omega[ \rightarrow ]0, +\infty[$  — непрерывно дифференцируемая функция. В случае  $\lambda = 2$  дополнительно предполагается, что  $p$  имеет непрерывную производную второго порядка и удовлетворяет одному из следующих двух условий:  $\lim_{t \rightarrow \omega} p(t) = 0$  и  $\lim_{t \rightarrow \omega} p(t) = +\infty$ .

К виду (1), в частности, приводится хорошо известное в электродинамике плазмы нелинейное уравнение Пуассона:

$$\frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left( r \frac{d\varphi}{dr} \right) = A e^{\alpha \varphi} + B e^{-\alpha \varphi}.$$

После замены независимой переменной  $r = r(y)$ ,  $y = \ln |r|$  оно переходит в уравнение

$$y'' = -(A e^{\alpha \varphi} + B e^{-\alpha \varphi}) e^{2y} y'^2,$$

где  $y(\varphi)$  — функция, обратная к  $\varphi(y)$ .

Решение  $y$  уравнения (1) будем называть  $n$ -решением, если оно определено в некоторой левой окрестности точки  $\omega$  и его первая производная везде отлична от нуля.

В случае  $\lambda \neq 2$  положим

$$\gamma = \begin{cases} a & \text{при } \int_a^\omega p^{\frac{1}{2-\lambda}}(t) dt = \infty \\ \omega & \text{при } \int_a^\omega p^{\frac{1}{2-\lambda}}(t) dt < \infty \end{cases},$$

$$S_\lambda(t) = \frac{1}{2-\lambda} p^{\frac{\lambda-3}{2-\lambda}}(t) p'(t) \int_{\gamma}^t p^{\frac{1}{2-\lambda}}(s) ds - 1$$

и

$$V_\lambda(t) = \left| \frac{\sigma}{\lambda-2} \int_{\gamma}^t p^{\frac{1}{2-\lambda}}(s) ds \right|^{\frac{\lambda-2}{\sigma}},$$

а в случае  $\lambda=2$ —

$$S_\lambda(t) = \frac{p(t) p''(t)}{p'^2(t)} - 1, \quad V_\lambda(t) = p^{-\frac{1}{\sigma}}(t).$$

Нами установлено, что если существует конечный предел

$$\lim_{s \rightarrow \omega} S_\lambda(t) = S_\lambda^0 \neq 0,$$

то  $n$ -решения уравнения (1) допускают следующие асимптотические представления при  $t \rightarrow \omega$ :

$$y(t) = \ln [\xi_0 V_\lambda(t)] + 0(1), \quad y'(t) = \frac{V'_\lambda(t)}{V_\lambda(t)} [1 + 0(1)]; \quad (2_1)$$

$$y(t) = c + 0(1), \quad y'(t) = \left| (\lambda-1) e^{\sigma c} \int_{t_0}^t p(s) ds \right|^{\frac{1}{1-\lambda}} [v_\lambda + 0(1)]; \quad (2_2)$$

$$y(t) = c + 0(1), \quad y'(t) = 0 \left( \frac{V'_\lambda(t)}{V_\lambda^1 + C_1 \beta_{1\lambda}(t)} \right); \quad (2_3)$$

$$y(t) = c + c_0(t-\omega)[1 + 0(1)], \quad y'(t) = c_0 + 0(1); \quad (2_4)$$

$$y(t) = -c_1 t \operatorname{sgn} \sigma + c + 0(1), \quad y'(t) = -c_1 \operatorname{sgn} \sigma + 0 \left( \left| \frac{V'_\lambda(t)}{V_\lambda(t)} \right|^k \right); \quad (2_5)$$

$$y(t) = -c_1 t [\operatorname{sgn} \sigma + 0(1)], \quad y'(t) = -c_1 \operatorname{sgn} \sigma + 0(1), \quad (2_6)$$

где

$$\xi_0 = |\beta_{2\lambda} S_\lambda^0|^{1/\sigma}, \quad c \in ]-\infty, +\infty[, \quad c_0 \neq 0, \quad c_1 > 0, \quad k > 1,$$

$$t_0 = \omega, \quad \text{если } \int_a^\omega p(t) dt < +\infty \text{ и } t_0 \in [a, \omega[, \quad \text{если } \int_a^\omega p(t) dt = +\infty,$$

$$v_\lambda = \begin{cases} \alpha_0 (\lambda-1) & \text{при } t_0 = \omega \\ -\alpha_0 (\lambda-1) & \text{при } t_0 < \omega \end{cases}$$

Пусть

$$\beta_{1\lambda} = \begin{cases} -1, & \text{если } \lim_{t \rightarrow \omega} V_\lambda(t) = 0 \\ 1, & \text{если } \lim_{t \rightarrow \omega} V_\lambda(t) = +\infty \end{cases}, \quad \beta_{2\lambda} = \begin{cases} \alpha_0 \frac{\lambda-2}{\sigma} & \text{при } \lambda \neq 2 \\ \alpha_0 \sigma & \text{при } \lambda = 2 \end{cases}$$

Теорема 1. Пусть  $\omega < +\infty$ . Если  $\lambda \neq 1$  ( $\lambda=1$ ), то каждое  $n$ -решение  $y$  уравнения (1) либо является решением вида (2<sub>*i*</sub>),  $i \in \{1, 2, 4\}$

( $i \in \{1, 3, 4\}$ ), либо его график бесконечное число раз пересекает график функции  $\ln [\beta_{2\lambda} V_\lambda(t) S_\lambda(t)]$  в любой левой окрестности точки  $\omega$ . Более того, если выполнено одно из неравенств

$$\beta_{2\lambda} S_\lambda^0 < 0, \alpha_0 \sigma > 0, \quad (3)$$

то каждое  $n$ -решение  $y$  уравнения (1) является решением вида  $(2_i)$ ,  $i \in \{1, 2, 4\}$  ( $i \in \{1, 3, 4\}$ ).

**Теорема 2.** Пусть  $\omega = +\infty$ . Если  $\lambda \neq 1$  ( $\lambda = 1$ ), то каждое  $n$ -решение  $y$  уравнения (1) либо является решением вида  $(2_i)$ ,  $i \in \{1, 2, 5\}$  ( $i \in \{1, 3, 6\}$ ), либо его график бесконечное число раз пересекает график функции  $\ln [\beta_{2\lambda} V_\lambda(t) S_\lambda(t)]$  в любой окрестности  $+\infty$ . Более того, если выполнено одно из неравенств (3), то каждое  $n$ -решение уравнения (1) является решением вида  $(2_i)$ ,  $i \in \{1, 2, 5\}$  ( $i \in \{1, 3, 6\}$ ).

**Теорема 3.** Пусть  $\omega \leq +\infty$  и  $\lambda \neq 1$  ( $\lambda = 1$  и  $S_\lambda^0 < 0$ ). Уравнение (1) имеет  $n$ -решение  $y$  вида  $(2_1)$  тогда и только тогда, когда

$$\beta_{2\lambda} S_\lambda^0 > 0. \quad (4)$$

**Теорема 4.** Пусть  $\omega \leq +\infty$ ,  $\lambda = 1$  и  $S_\lambda^0 > 0$ . Для существования  $y$  уравнения (1)  $n$ -решения  $y$  вида  $(2_1)$  необходимо, а если  $|S_\lambda(t) - S_\lambda^0| = o\left(\frac{1}{\ln^2 V_\lambda(t)}\right)$  при  $t \rightarrow \omega$ , то и достаточно, чтобы выполнялось неравенство (4).

**Теорема 5.** Пусть  $\omega \leq +\infty$  и  $\lambda \neq 1$  ( $\lambda = 1$ ). Уравнение (1) имеет  $n$ -решение  $y$  вида  $(2_2)$  ( $(2_3)$ ) тогда и только тогда, когда  $\frac{\sigma \beta_{1\lambda}}{1-\lambda} > 0$  ( $\sigma \beta_{1\lambda} > 0$ ).

**Теорема 6.** Пусть  $\omega < +\infty$  и  $\lambda \neq 1$  ( $\lambda = 1$ ). Для существования  $y$  уравнения (1)  $n$ -решения  $y$  вида  $(2_4)$  необходимо и достаточно, чтобы

$$\int_{\omega}^{\infty} p(t) dt < +\infty \quad (\sigma \beta_{1\lambda} < 0).$$

**Теорема 7.** Пусть  $\omega = +\infty$  и  $\lambda \neq 1$  ( $\lambda = 1$ ). Тогда при любых постоянных  $c$  и  $c_1 > 0$  (любой постоянной  $c_1 > 0$ ) уравнение (1) имеет  $n$ -решение  $y$  вида  $(2_5)$  ( $(2_6)$ ).

Одесский государственный университет  
 им. И. И. Мечникова

(Поступило 22.10.1987)

მათემატიკა

ვ. ვახუშვილი, ნ. ღრიტი

ერთი კლასის მემორე რიგის არაწრფივი დიფერენციალურ განტოლებათა ამონახსნების ასიმპტოტური წარმოდგენები

რეზიუმე

განხილულია [1] დიფერენციალური განტოლება, სადაც  $\alpha_0 \in \{-1, 1\}$ ,  $\sigma, \lambda \in \mathbb{R}$ , ხოლო  $P: [\alpha, \omega[ \rightarrow ]0, +\infty[$  ( $\omega \leq +\infty$ ) უწყვეტად დიფერენცირებადი ფუნქციაა.

მიღებულია  $\omega$ -ს მარცხენა მიდამოში განსაზღვრული ამონახსნების ასიმპტოტური წარმოდგენები.

V. M. EVTUKHOV, N. G. DRİK

## ASYMPTOTIC REPRESENTATIONS OF SOLUTIONS OF A CERTAIN CLASS OF SECOND-ORDER NONLINEAR DIFFERENTIAL EQUATIONS

## Summary

The differential equation (1) is considered, where  $\alpha_0 \in \{-1, 1\}$ ,  $\sigma, \lambda \in \mathbb{R}$  and the function  $p: [a, \omega[ \rightarrow ]0, +\infty[ (\omega \leq +\infty)$  is continuously differentiable. The asymptotic formulae are established for solutions defined in a certain left neighbourhood of  $\omega$ .

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. I. T. Kiguradze. Arch. Math. 14, № 1, 1976, 21-44.
2. J. S. W. Wong. SIAM Rev., 17, № 2, 1975, 339-360.
3. А. В. Костин, В. М. Евтухов. ДАН СССР, 231, 15, 1976, 1059—1062.
4. В. М. Евтухов. ДАН СССР, 233, № 4, 1977, 531—534.
5. В. М. Евтухов. Math. Nachr., 115, 1984, 215—236.
6. А. В. Костин. Дифф. уравнения, 1, № 5, 1965, 585—604.





З. И. ШЕНГЕЛИЯ

ОБ ОДНОЙ ЗАДАЧЕ ТЕОРИИ ВЕТВЛЕНИЯ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 21.9.1987)

Пусть  $X$  и  $Y$  — вещественные банаховы пространства;  $\lambda$  — малый вещественный параметр;  $F$  — нелинейное отображение произведения пространств  $X \times R^1$  в пространстве  $Y$ , сильно непрерывно дифференцируемое по  $x$  в окрестности  $\Omega$  точки  $x=0, \lambda=0$ , где  $\Omega = (x, \lambda | \|x\| \leq r, |\lambda| < \rho)$ . Кроме того, предположим, что оператор  $F_x(0, 0)$  — фредгольмовский с числом нулей, равным  $m=1$  и  $F(0, 0)=0$  при любом  $\lambda \in (-\rho, \rho)$ .

Рассмотрим уравнение

$$F(x, \lambda) = 0. \tag{1}$$

Допустим, что в окрестности  $\Omega$  для оператора  $F$  имеет место следующее разложение:

$$F(x, \lambda) \equiv (A_0 - A_1 \lambda - R(\lambda)) x + F_l(\lambda) x^l + R(x, \lambda); \quad l \geq 2$$

где

$$\begin{aligned} \|R(\lambda)\| &= D(\lambda^2), \\ \|R(x, \lambda)\| &= O(\|x\|^{l+1}), \\ \|R(x_1, \lambda) - R(x_2, \lambda)\| &\leq c(r) \|x_1 - x_2\|, \quad c(r) = O(r^l). \end{aligned} \tag{2}$$

Введем в рассмотрение коэффициенты уравнения разветвления [1].

Пусть  $\varphi \in N(F_x(0, 0))$ ,  $\psi \in N^*(F_x(0, 0))$ , а  $\gamma$  и  $z$  удовлетворяют условиям  $\langle \gamma, \varphi \rangle = 1$ ,  $\langle \psi, z \rangle = 1$ . Тогда  $L_{10} = \langle \psi, F_l(0) \varphi^l \rangle$ ,  $L_{11} = \langle \psi, -A_1 \varphi \rangle$  и определяющее уравнение [1] будет иметь вид

$$L_{10} c^l + L_{11} c \lambda = 0. \tag{3}$$

Как известно [1], если  $L_{11} L_{10} \neq 0$ , то при четном  $l$  уравнение (1) имеет ровно две нетривиальные ветви решений — одну при  $\lambda < 0$  и другую при  $\lambda > 0$  вида

$$x = x_0(\lambda) + u(\lambda),$$

где

$$x_0 = c(\lambda) \varphi, \quad c(\lambda) = \left( -\frac{L_{11}}{L_{10}} \lambda \right)^{\frac{1}{l-1}}, \quad \|u(\lambda)\| = O(|\lambda|^{\frac{2}{l-1}}).$$

При нечетном  $l$  уравнение (1) тоже имеет две ветви решений вида (4), где теперь  $c(\lambda) = \pm \left| \frac{L_{11} \lambda}{L_{10}} \right|^{\frac{1}{l-1}}$ , определенных в той полукрестности точки  $\lambda=0$ , в которой  $L_{11} L_{10} \lambda > 0$ .

Пусть вместо точной задачи (1) дана приближенная задача

$$\tilde{F}(\tilde{x}, \lambda) \equiv \tilde{A}(\lambda) \tilde{x} + \tilde{F}_l(\lambda) \tilde{x}^l + \tilde{R}(\tilde{x}, \lambda) + \omega = 0. \tag{5}$$



Допустим, здесь  $\tilde{A}(\lambda) = \tilde{A}_0 - \tilde{A}_1 \lambda - \tilde{R}(\lambda)$  и выполняются следующие условия:

$$\begin{aligned}
 \|\tilde{A}_0 - A_0\| &\leq c_1 \delta, \\
 \|\tilde{A}_1 - A_1\| &\leq c_2 \delta, \\
 \|\tilde{R}(\lambda) - R(\lambda)\| &\leq c_3 \lambda^2 \delta, \\
 \|\tilde{F}_n(\lambda) - F_n(\lambda)\| &\leq c_4 \delta, \\
 \|\tilde{F}_n(\lambda) - \tilde{F}_n(0)\| &\leq c_5 |\lambda|, \\
 \|\tilde{R}(\tilde{x}, \lambda) - R(x, \lambda)\| &\leq c_6 r^{l+1} \delta, \\
 \|\tilde{R}(\tilde{x}_1, \lambda) - \tilde{R}(\tilde{x}_2, \lambda)\| &\leq c_7 r^l \|\tilde{x}_1 - \tilde{x}_2\|, \\
 \|\tilde{R}(x, \lambda)\| &\leq c_8 r^{l+1},
 \end{aligned} \tag{6}$$

$\omega$  — элемент из пространства  $Y$  такой, что  $\|\omega\| \leq c_0 \delta$ , где  $\delta$  — параметр, характеризующий абсолютную погрешность вычислений.

По аналогии с точной задачей введем коэффициенты уравнения разветвления и запишем определяющее уравнение для приближенной задачи

$$\sum_{i=0}^l \sum_{k=0}^{l-i} \tilde{L}_{ik} \tilde{c}^i(\lambda) \lambda^k = 0, \tag{7}$$

где все  $|\tilde{L}_{ik}| \leq c_{ik} \delta$  ( $c_{ik} \text{ const}$ ), кроме  $\tilde{L}_{11}$  и  $\tilde{L}_{e0}$ .

Здесь могут быть разные случаи:

1. Приближенная задача для некоторых  $\lambda$  вообще не разрешима.
2. Приближенная задача разрешима, но имеет более одного решения.
3. Приближенная задача для всех  $\lambda$  имеет единственное решение, но оно не сходится ни к одному из решений точного уравнения.

Таким образом, рассмотренная задача является некорректной, и ее нужно регуляризовать. Возможные подходы к решению этой задачи основываются на общей теории некорректных задач А. Н. Тихонова, В. К. Иванова и М. М. Лаврентьева. Они изучены, уточнены для задач теории ветвления и применены для итерационных методов В. А. Треногиным и Н. А. Сидоровым [2, 3].

Вместо уравнения (5) рассмотрим следующее уравнение:

$$\tilde{F}(\tilde{x}, \lambda) + \alpha < \gamma, \tilde{x} > z = 0, \tag{8}$$

где  $\alpha$  — малый вещественный параметр, а  $z$  — биортогональный к  $\Psi$  элемент из  $Y$ . По аналогии с точной задачей введем в рассмотрение коэффициенты уравнения разветвления и запишем соответствующее определяющее уравнение, которое будет иметь следующий вид:

$$\sum_{i=0}^e \sum_{k=0}^{e-i} \tilde{L}_{ik} \tilde{c}^i(\lambda) \lambda^k + \tilde{\alpha} \tilde{c}(\lambda) = 0. \tag{9}$$

Лемма. Пусть  $\alpha = (\text{sign } L_{11} \lambda) \delta^\gamma$ ,  $0 < \gamma < \frac{l-1}{l}$ ,  $\delta$  — достаточно мало,  $\tilde{L}_{e0} \tilde{L}_{11} \neq 0$ . Тогда уравнение (9) на отрезке  $\left[ \left| \frac{\alpha}{\tilde{L}_{e0}} \right|^{1/e-1} - r, \right.$

$\left[ \frac{\alpha}{\tilde{L}_{e0}} \right]^{1/l-1} + r$ , где  $r = 2(l+1)|\alpha|^{-1} \max_{0 < i, k < e} c_{ik} \frac{1-|\rho|^{l+2}}{1-|\rho|}$   $\delta$  имеет решение  $\tilde{c}(\lambda) = \tilde{c}_0 + d$ , в котором

$$\tilde{c}_0 = \left| \frac{\tilde{L}_{11}\lambda + \alpha}{\tilde{L}_{e0}} \right|^{\frac{1}{l-1}} \begin{cases} -\text{sign} \tilde{L}_{11} \tilde{L}_{l0} \lambda, & l\text{-четное} \\ 1, & l\text{-нечетное} \end{cases}$$

а  $d$  можно найти методом последовательных приближений:

$$d_n = f(d_{n-1}, \lambda), \quad d_0 = 0, \quad n = 1, 2, 3, \dots, \quad (10)$$

где

$$f(d_{n-1}, \lambda) = \alpha^{-1} \left\{ -\sum_{i=1}^e \sum_{k=0}^e \tilde{c}_0 \tilde{L}_{ik} \lambda^k - \sum_{k=0}^e \tilde{L}_{0k} \lambda^k - d_{n-1} \left[ \sum_{i=1}^e \tilde{c}_0^{i-1} \times \right. \right. \\ \left. \left. \times \sum_{k=0}^{e-i} \tilde{L}_{ik} \lambda^k \right] - \sum_{i=2}^e [(\tilde{c}_0 = d_{n-1})^i - \tilde{c}_0^i - i \tilde{c}_0^{i-1} d_{n-1}] \sum_{k=0}^{e-1} \tilde{L}_{ik} \lambda^k \right\}.$$

При этом приближения  $d_n$  стремятся к  $d$  при  $n \rightarrow \infty$  со скоростью геометрической прогрессии со знаменателем  $q = \frac{1}{2}$ .

**Теорема 1.** Пусть выполнены условия (2) и (6), притом  $\dim N(F_x(00)) = 1$  и  $\tilde{x}_0 = \tilde{c}(\lambda) \varphi$ , где  $\tilde{c}(\lambda)$  — решение уравнения 10. Тогда, если  $\tilde{x} = \tilde{x}_0 + u$ , то уравнение

$$\tilde{F}(\tilde{x}_0 = u, \lambda) + \alpha \langle \gamma, \tilde{x}_0 + u \rangle z = 0, \quad (11)$$

где

$$\alpha = (\text{sing } L_{11} \lambda) \delta^v, \quad v \in \left( 0, \frac{l-1}{l} \right)$$

в окрестности нуля имеет единственное решение  $\tilde{u}$ .

**Теорема 2.** Пусть  $x_0(\lambda)$  — главный член асимптотики определенной ветви решения уравнения (1). Тогда, при  $\delta \rightarrow 0$ , имеет место следующее соотношение:

$$\|\tilde{x}_0(\lambda) - x_0(\lambda)\| \rightarrow 0,$$

где  $\tilde{x}_0(\lambda) = \tilde{c}(\lambda) \varphi$ , а  $\tilde{c}(\lambda)$  является решением уравнения (10),

Тбилисский государственный университет

(Поступило 29.10.1987)

მათემატიკა

ზ. შენგელია

ბიფურკაციის თეორიის ერთი ამოცანის შესახებ

რეზიუმე

განხილულია არაკორექტული მიხლოებითი სქემის რეგულარიზაციის მეთოდი, რომელიც ემყარება ტიხონოვის ზოგიერთ იდეას და შესაძლებლობას იძლევა აღვადგინოთ არაწრფივი ოპერატორული განტოლების ზუსტი ამონახსნი თავისი ბიფურკაციის წერტილის მიდამოში.

Z. I. SHENGELIA

## ON ONE PROBLEM OF THE THEORY OF BIFURCATION

Summary

A method for regularizing certain incorrect approximative schemes is considered in terms of some ideas of Tikhonoff.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. М. Вайнберг, В. А. Треногин. Теория ветвления решений нелинейных уравнений. М., 1969.
2. Н. А. Сидоров, В. А. Треногин. Тезисы докладов 5-ой Казахстанской межвузовской конференции по математике и механике. Алма-Ата, 1974.
3. Н. А. Сидоров, В. А. Треногин. Сб. «Дифференциальные и интегральные уравнения», вып. 3, Иркутск, 1975.



Н. Е. КОРДЗАХИЯ, Л. Э. НАДАРАЯ

АСИМПТОТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРОЕКЦИОННЫХ ОЦЕНОК  
 ПРИ НАЛИЧИИ МЕШАЮЩЕГО ПАРАМЕТРА В ОБЩЕЙ  
 СХЕМЕ СТАТИСТИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. Т. Кигурадзе 5.4.1988)

Рассмотрим последовательность статистических экспериментов

$$E^n = ((\Omega^n, \mathfrak{Z}_t^n, P^n), F^n = (\mathfrak{Z}_t^n)_{0 < t < 1}, P_\theta^n), \mathfrak{Z}_t^n = V \mathfrak{Z}_t^a, \theta \in \Theta \subset \mathbb{R}^d, d \in \mathbb{N},$$

где, при каждом  $n \geq 1$ ,  $(\Omega^n, \mathfrak{Z}_t^n, P^n)$  — вероятностное пространство с фильтрацией  $F^n = (\mathfrak{Z}_t^n)_{0 < t < 1}$ , удовлетворяющий обычным условиям; меры  $P_\theta^n$  и  $P^n$  — эквивалентны; а  $\Theta$  — открытое подмножество  $d$ -мерного вещественного пространства.

Пусть  $P_\theta^n(t) = P_\theta^n | \mathfrak{Z}_t^n, P^n(t) = P^n | \mathfrak{Z}_t^n$  — сужения мер  $P_\theta^n$  и  $P^n$  на  $\sigma$ -алгебру  $\mathfrak{Z}_t^n$ . Тогда процесс отношения правдоподобия  $dP_\theta^n(t)/dP^n(t) \in \mathbf{M}(F^n, P^n)$  (пространство мартингалов относительно фильтрации  $F^n$  по мере  $P^n$ ). Предположим, что  $dP_\theta^n(0)/dP^n(0) = 1$ , тогда существует (см. [1]) мартингал  $M_\theta^n \in \mathbf{M}(F^n, P^n)$  такой, что

$$dP_\theta^n(t)/dP^n(t) = \mathcal{E}(M_\theta^n)_t,$$

где  $\mathcal{E}(M_\theta^n)$  — экспонента Долеан матрингала  $M_\theta^n$ .

Определение.  $L$ -Преобразованием  $d$ -мерного вектора  $m_\theta^n, n \geq 1, (m_\theta^n \in \mathbf{M}(F^n, P^n))$  будем называть вектор  $L(m_\theta^n, M_\theta^n)_t$ , где

$$L(m_\theta^n, M_\theta^n)_t = m_\theta^n(t) - \langle m_\theta^{n,c}, M_\theta^{n,c} \rangle_t - \sum_{s < t} \Delta m_\theta^n(s) \Delta M_\theta^n(s) / (1 + \Delta M_\theta^n(s)),$$

(здесь  $M_\theta^{n,c}$  — непрерывная часть мартингала  $M_\theta^n$ ;  $\Delta M_\theta^n(s) = M_\theta^n(s) - M_\theta^n(s-)$ ).

В силу обобщенной теоремы Гирсанова  $L(m_\theta^n, M_\theta^n)_t \in \mathbf{M}(F^n, P_\theta^n)$ .

Ниже предполагается, что эксперимент  $E^n$  регулярен,  $n \geq 1$ . Регулярность эксперимента подразумевает как квадратичную интегрируемость мартингалов  $M_\theta^n, m_\theta^n, L(m_\theta^n, M_\theta^n), n \geq 1$ , по соответствующим мерам, так и дифференцируемость  $M_\theta^n$  и  $m_\theta^n$  по  $\theta$  (обозначим вектор частных производных  $(\partial M_\theta^n / \partial \theta_1, \dots, \partial M_\theta^n / \partial \theta_d) \equiv \dot{M}_\theta^n$ ). Подробнее см. [2, 3].

Пусть  $m_\theta^n (m_\theta^n \in \mathbf{M}(F^n, P^n))$  —  $d$ -мерный регулярный мартингал. Рассмотрим уравнение относительно  $\theta$

$$L^n(\theta) \equiv L(m_\theta^n, M_\theta^n)_1 = 0. \tag{1}$$

Наша задача — изучить асимптотические свойства т. н.  $M$ -оценок, т. е. оценок, задаваемых уравнением (1).



Предположим, что  $I(\theta)$ ,  $\Gamma(\theta)$ ,  $\gamma(\theta)$  — положительно определенные матрицы порядка  $d \times d$  и что существует последовательность  $(\varphi_n)_{n \geq 1}$  положительных чисел с  $\lim_{n \rightarrow \infty} \varphi_n = +\infty$  и

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \varphi_n^{-1} I^n(\theta) = I(\theta) = (I_{ij})_{i,j=1,\dots,d}, \quad (2)$$

где  $I^n(\theta) = (E_n^n \langle L(\dot{M}_\theta^n, M_\theta^n), L(\dot{M}_\theta^n, M_\theta^n) \rangle_1)^{-1}$  — информационная матрица Фишера, соответствующая эксперименту  $E^n$ .

Теорема 1. Пусть, для  $t=1$  выполнены следующие условия:

(а)  $P_\theta^n \xrightarrow{n \rightarrow \infty} \lim \varphi_n^{-1} L(m_\theta^n, M_\theta^n)_1 = 0;$

(б)  $P_\theta^n \xrightarrow{n \rightarrow \infty} \lim (\varphi_n I(\theta))^{-1} [L(m_\theta^n, M_\theta^n), L(\dot{M}_\theta^n, M_\theta^n)]_1 = \gamma(\theta);$

(с)  $P_\theta^n \xrightarrow{n \rightarrow \infty} \lim (\varphi_n I(\theta))^{-1} L(\dot{m}_\theta^n, M_\theta^n)_1 = 0;$

(д) случайный вектор  $(\varphi_n I(\theta))^{1/2} L(m_\theta^n, M_\theta^n)_1$  слабо сходится по мере  $P_\theta^n$  к гауссовскому закону с нулевым средним и ковариационной матрицей

$$\Gamma(\theta) (L((\varphi_n I(\theta))^{1/2} L(m_\theta^n, M_\theta^n)_1 | P_\theta^n) \rightarrow N(0, \Gamma(\theta)));$$

(е)  $\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \lim_{n \rightarrow \infty} P_\theta^n \{ \sup_{z: \|z-\theta\| < \varepsilon} \varphi_n^{-1} \|L(m_\theta^n, M_\theta^n)_1 - L(m_z^n, M_z^n)_1\| > \rho \} = 0^{(2)}, \rho > 0.$

Тогда для  $\forall \theta \in \Theta$  существует  $\widehat{\theta} = (\widehat{\theta}_n)_{n \geq 1}$  оценка такая, что

I.  $\lim_{n \rightarrow \infty} P_\theta^n \{ L^n(\widehat{\theta}_n) = 0 \} = 1;$

II.  $P_\theta^n \xrightarrow{n \rightarrow \infty} \lim \widehat{\theta}_n = \theta;$

III. Если  $(\widetilde{\theta}_n)_{n \geq 1}$  другая оценка, удовлетворяющая I и II, то

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P_\theta^n \{ \widetilde{\theta}_n \neq \widehat{\theta}_n \} = 1;$$

IV.  $L((\varphi_n I(\theta))^{1/2} (\widehat{\theta}_n - \theta) | P_\theta^n) \rightarrow N(0, (\gamma(\theta))^{-1} \Gamma(\theta) (\gamma(\theta)^T)^{-1}).$

. Определим процесс нормированного отношения правдоподобия

$$Z_\theta^n(u) = dP_{\theta+\varphi_n^{-1/2}u}^n(t) / dP_\theta^n(t),$$

где  $\theta + \varphi_n^{-1/2}u \in \Theta$ .

Теорема 2. Пусть равномерно по  $\theta$  на любом компакте  $K \subset \Theta$  выполнены следующие условия:

(а)  $P_\theta^n \xrightarrow{n \rightarrow \infty} \lim \varphi_n^{-1} \langle L(\dot{M}_\theta^n, M_\theta^n), L(\dot{M}_\theta^n, M_\theta^n) \rangle_1 = I(\theta);$

(б)  $P_\theta^n \xrightarrow{n \rightarrow \infty} \lim (\varphi_n^{-1} |x|^2 I\{|x| > \varphi_n^{1/2}\varepsilon\} * \nu^n)_1 = 0, \varepsilon > 0,$

где  $\nu^n$  — комплексатор меры скачков  $L(\dot{M}_\theta^n, M_\theta^n)$  относительно  $P_\theta^n$ ;

(с)  $\lim_{n \rightarrow \infty} \sup_{\|0-y\| < \varphi_n^{-\delta}} \varphi_n^{-1} \|E_\theta^n \langle L(\dot{M}_y^n - \dot{M}_\theta^n, M_\theta^n), L(\dot{M}_y^n - \dot{M}_\theta^n, M_\theta^n) \rangle_1\| = 0, \delta \in (0, 1/2).$

(1) Если  $N = (n_i)$  и  $M = (m_i) \in \mathcal{M}(\mathbf{F}, P)$ , то обозначим  $\langle N, M \rangle \equiv \langle (n_i), (m_j) \rangle, i, j = \overline{1, d}$ .

(2) Если  $A = (a_{ij}), i, j = \overline{1, d}$ , то  $\|A\| = \max_{1 \leq i, j \leq d} |a_{ij}|$ .

Тогда для любой последовательности  $\theta_n \subset K$  и любого  $u$  из области определения  $Z_{\theta}^n(u)$  имеем

$$\ln Z_{\theta_n}^n(u) = u^T \Delta_{\theta_n}^n - \frac{1}{2} u^T I(\theta_n) u + \Psi_{\theta_n}^n(u),$$

где  $L(I^{-1/2}(\theta_n) \Delta_{\theta_n}^n | P_{\theta_n}^n) \rightarrow N(0, E)$  и  $P_{\theta_n}^n \xrightarrow{n \rightarrow \infty} \lim \Psi_{\theta_n}^n(u) = 0$ .

Наша дальнейшая задача — построить асимптотически эффективную в смысле Фишера оценку для первой компоненты  $\theta_1$  параметра  $\theta = (\theta_1, \dots, \theta_d)$ , когда остальные компоненты являются мешающими.

Как известно, существуют такие  $c_k^n$ ,  $k = \overline{2, d}$ ,  $n \geq 1$ , что

$$(c_2^n, \dots, c_d^n) = \arg \min_{b_k} E_{\theta}^n \left( L(\partial M_{\theta}^n / \partial \theta_1, M_{\theta}^n)_1 - \sum_{k=2}^d b_k L(\partial M_{\theta}^n / \partial \theta_k, M_{\theta}^n)_1 \right)^2,$$

а в силу [3] существуют пределы  $\lim_{n \rightarrow \infty} c_k^n = c_k$ .

Обозначим  $\partial M_{\theta}^n / \partial \theta_1 - \sum_{k=2}^d c_k \partial M_{\theta}^n / \partial \theta_k \equiv m_{\theta}^n$ ,  $L(m_{\theta}^n, M_{\theta}^n)_1 \equiv L^n(\theta)$ .

Рассмотрим уравнение  $L^n(\theta_1, \widehat{\theta}_2^n, \dots, \widehat{\theta}_d^n) = 0$  относительно  $\theta_1$ , где  $(\widehat{\theta}_2^n, \dots, \widehat{\theta}_d^n) - \varphi_n^{1/2}$ -состоятельная оценка вектора  $(\theta_2, \dots, \theta_d)$  ( $\varphi_n^{1/2}(\widehat{\theta}_i^n - \theta_i) = O_{P_{\theta}^n}(1)$ ,  $i = \overline{2, d}$ ).

Теорема 3. Пусть выполнены следующие условия:

(а)  $P_{\theta}^n \xrightarrow{n \rightarrow \infty} \lim \varphi_n^{-1} [L(\dot{M}_{\theta}^n, M_{\theta}^n), L(\dot{M}_{\theta}^n, M_{\theta}^n)]_1 = I(\theta)$ ;

(б)  $P_{\theta}^n \xrightarrow{n \rightarrow \infty} \lim (\varphi_n^{-1} |x|^2 I \{ |x| > \varphi_n^{1/2} \varepsilon \} * \nu^n)_{l=1} = 0$ ,  $\varepsilon > 0$ ,

где  $\nu^n$  — компенсатор меры скачков  $L(m_{\theta}^n, M_{\theta}^n)$  относительно  $P_{\theta}^n$ ;

(в)  $P_{\theta}^n \xrightarrow{n \rightarrow \infty} \lim \varphi_n^{-1} L(\dot{m}_{\theta}^n, M_{\theta}^n)_1 = 0$ ;

(г)  $\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \overline{\lim}_{n \rightarrow \infty} P_{\theta}^n \{ \sup_{z: \|z - \theta\| < \varepsilon} \varphi_n^{-1} \| \dot{L}^n(z) - \dot{L}^n(\theta) \| > \rho \} = 0$ ,  $\rho > 0$ .

Тогда существует последовательность случайных величин  $\widehat{\theta}_1^n$  такая, что

I.  $P_{\theta}^n \xrightarrow{n \rightarrow \infty} \lim \widehat{\theta}_1^n = \theta_1$ ;

II.  $P_{\theta}^n \xrightarrow{n \rightarrow \infty} \lim P_{\theta}^n \{ L^n(\widehat{\theta}_1^n, \widehat{\theta}_2^n, \dots, \widehat{\theta}_d^n) = 0 \} = 1$ ;

III.  $L(\varphi_n^{1/2}(\widehat{\theta}_1^n - \theta_1) | P_{\theta}^n) \rightarrow N(0, I_{11}^* / \det I(\theta))$ ,

где  $I_{11}^*$  алгебраическое дополнение к элементу  $I_{11}$  в матрице  $I(\theta)$ .

Замечание. Если в теореме 1  $d$ -мерный вектор  $m_{\theta}^* = M_{\theta}^*$ , то  $(\gamma(\theta))^{-1} \Gamma(\theta) (\gamma(\theta)^T)^{-1} = (I(\theta))^{-1}$ . Таким образом  $I_{11}^* / \det I(\theta) = (I(\theta))_{11}^{-1}$ .

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

(Поступило 8.4.1988)

მათემატიკა

ბ. კორძახია, ლ. ნადარაია

პროექციული შეფასებების ასიმპტოტური თვისებები ხელშეწყობილი  
 პარამეტრის შემთხვევაში სტატისტიკური ექსპერიმენტის ზოგად  
 სქემაში

რეზიუმე

შესწავლილია მრავალგანზომილებიანი უცნობი პარამეტრის  $M$ -შეფასე-  
 ბის ასიმპტოტური ყოფაქცევა ზოგად სტატისტიკურ ექსპერიმენტთა მიმდევ-  
 რობის სქემაში. აგებულია პარამეტრის პირველი კომპონენტის ფიშერის აზ-  
 რით ასიმპტოტურად ეფექტური შეფასება, როცა დანარჩენი კომპონენტები  
 ხელშეწყობილია.

MATHEMATICS

N. E. KORDZAKHIA, L. E. NADARAYA

## ASYMPTOTIC PROPERTIES OF PROJECTION ESTIMATORS UNDER A NUISANCE PARAMETER IN A GENERAL SCHEME OF STATISTICAL MODELS

Summary

Asymptotic properties of  $M$ -estimators are studied for a multidimen-  
 sional parameter in a general scheme of sequences of statistical models. An  
 asymptotically efficient in Fisher's sense estimator is constructed for the  
 first component of an unknown parameter, when the remaining components  
 are nuisance ones.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. Эллиотт. Стохастический анализ и его приложения. М., 1986.
2. N. L. Lazrieva, T. A. Toronjadze. Joint asymptotic distribution of the maxi-  
 mum likelihood estimator and  $M$ -estimator. Lect. Notes in Math. 1299, Fifth Ja-  
 pan-USSR Symposium Proceedings, pp. 259—266, 1986.
3. Н. Л. Лазриева, Т. А. Торонджадзе. Сообщения АН ГССР, 123, № 1,  
 1986.





В. А. ДЖАНЕЛИДZE

СУММИРОВАНИЕ ЛИНЕЙНЫМИ МЕТОДАМИ РЯДОВ  
 ФУРЬЕ—ЛАПЛАСА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Жижнашвили 17.10.1988)

Пусть  $R^k$  —  $k$ -мерное евклидово пространство, точки которого будем обозначать через  $x = (x_1, x_2, \dots, x_k)$ ,  $y = (y_1, y_2, \dots, y_k)$  и т. д., скалярное произведение векторов  $x$  и  $y$  — через  $(x, y)$ , т. е.  $(x, y) = \sum_{i=1}^k x_i y_i$ , длину

вектора  $x$  — через  $|x| = \sqrt{(x, x)} = \left( \sum_{i=1}^k x_i^2 \right)^{1/2}$ . Единичную сферу  $\{x : x \in$

$\in R^k, |x|=1\}$  будем обозначать через  $S^k$ , а ее поверхность — через  $|S^k|$ ;  $\omega^h(x, h) = \omega(x, h) = \{y : y \in R^k, (x, y) \geq \cos h\}$  обозначает сферический сегмент с центром  $x$  и сферическим радиусом  $h$ ; поверхность этого сегмента обозначим через  $|\omega^h(x, h)|$ ;  $L(S^k)$  — пространство суммируемых функций на сфере  $S^k$ .

Пусть  $f \in L(S^k)$ . Ее рядом Фурье—Лапласа называется ряд

$$S(f; x) = \sum_{n=0}^{\infty} Y_n^\lambda(f; x), \quad (1)$$

где

$$Y_n^\lambda(f; x) = \frac{\Gamma(\lambda)(n+\lambda)}{2\pi^{\lambda+1}} \int_{S^k} P_n^\lambda[(x, y)] f(y) dS^k(y), \quad (n=0, 1, \dots)$$

$\lambda = \frac{k-2}{2}$  — критический показатель, функции  $P_n^\lambda(t)$  называются многочленами Гегенбауера или ультрасферическими полиномами и определяются из разложения

$$(1-2ht+h^2)^{-\lambda} = \sum_{n=0}^{\infty} P_n^\lambda(t) h^n \quad [1].$$

Обозначим через  $D_k$  — оператор Лапласа на сфере  $S^k$ , т. е. угловую часть оператора Лапласа в  $R^k$ , записанного в сферических координатах [2, 3].

$$D_k = \frac{1}{\sin^{k-2} \vartheta_1} \cdot \frac{\partial}{\partial \vartheta_1} \left( \sin^{k-2} \vartheta_1 \frac{\partial}{\partial \vartheta_1} \right) +$$

$$+ \frac{1}{\sin^2 \vartheta_1 \sin^{k-3} \vartheta_2} \cdot \frac{\partial}{\partial \vartheta_2} \left( \sin^{k-3} \vartheta_2 \frac{\partial}{\partial \vartheta_2} \right) +$$



$$\begin{aligned}
 & + \frac{1}{\sin^2 \vartheta_1 \sin^2 \vartheta_2 \sin^{k-4} \vartheta_3} \cdot \frac{\partial}{\partial \vartheta_3} \left( \sin^{k-4} \vartheta_3 \cdot \frac{\partial}{\partial \vartheta_3} \right) + \\
 & \quad + \dots + \\
 & + \frac{1}{\sin^2 \vartheta_1 \sin^2 \vartheta_2 \dots \sin^2 \vartheta_{k-3} \sin \vartheta_{k-2}} \cdot \frac{\partial}{\partial \vartheta_{k-2}} \left( \sin \vartheta_{k-2} \cdot \frac{\partial}{\partial \vartheta_{k-2}} \right) + \\
 & \quad + \frac{1}{\sin^2 \vartheta_1 \sin^2 \vartheta_2 \dots \sin^2 \vartheta_{k-2}} \cdot \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2}.
 \end{aligned}$$

Известно, что [4], если  $Y_n^\lambda(f; x)$  — сферическая гармоника порядка  $n$ , то

$$D_k Y_n^\lambda(f; x) = -n(n+2\lambda) Y_n^\lambda(f; x).$$

Определим оператор Лапласа  $r$ -го порядка  $D_k^r$ , следующим образом:

$$D_k^r = D_k(D_k^{r-1}), \quad r=1, 2, \dots$$

Ясно, что

$$D_k^r Y_n^\lambda(f; x) = [-n(n+2\lambda)]^r Y_n^\lambda(f; x).$$

Определение 1. Ряд (1) называется суммируемым методом  $(C, \alpha)$ ,  $\alpha > -1$ , в точке  $x$  к числу  $S$ , если

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sigma_n^{\lambda, \alpha}(f; x) = S,$$

где

$$\sigma_n^{\lambda, \alpha}(f; x) = \frac{1}{A_n^\alpha} \sum_{\nu=0}^n A_{n-\nu}^{\alpha-1} S_\nu^\lambda(f; x),$$

а  $S_\nu(f; x)$  — частичная сумма ряда (1).

Определение 2. Ряд (1) называется суммируемым методом Абеля—Пуассона в точке  $x$  к числу  $S$  (или  $[A; \mu; \alpha_1, \alpha_2]$  — суммируемым к числу  $S$ ), если существует конечный предел

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} U_\varepsilon^\mu(f; x) = S$$

равномерно относительно  $\varphi$  в угле  $-\frac{1}{2}\pi < \alpha_1 \leq \varphi \leq \alpha_2 < \frac{1}{2}\pi$ ,

где

$$U_\varepsilon^\mu(f; x) = \sum_{n=0}^{\infty} Y_n^\lambda(f; x) e^{-\varepsilon n^\mu},$$

а  $\varepsilon = \rho e^{i\varphi}$  — комплексное число,

$$\varphi \in [-\Phi_+; \Phi_-] \subset ]-\frac{1}{2}\pi; \frac{1}{2}\pi[.$$

Обозначим через  $\sigma_n^{\lambda, \alpha, r}(f; x)$  чезаровские средние  $(C, \alpha)$ ,  $\alpha > -1$ ,  $2r$  раз продифференцированного ряда Фурье—Лапласа (1), т. е.

$$\sigma_n^{\lambda, \alpha, r}(f; x) = \frac{\Gamma(\lambda)}{2\pi^{\lambda+1}} \int_{S^k} K_n^{\lambda, \alpha, r}(\cos \gamma) f(y) dS^k(y),$$

где

$$K_n^{\lambda, \alpha, r}(\cos \gamma) = \sum_{j=0}^n \frac{A_{n-j}^{\alpha}}{A_n^{\alpha}} [-j(j+2\lambda)]^r (j+\lambda) P_j^{\lambda}(\cos \gamma).$$

Обозначим через  $U_{\varepsilon}^{u, r}(f; x)$  средние Абеля—Пуассона  $2r$  раз продифференцированного ряда Фурье—лапласа (1), т. е.

$$U_{\varepsilon}^{u, r}(f; x) = \sum_{j=0}^{\infty} [-j(j+2\lambda)]^r Y_j^{\lambda}(f; x) e^{-\varepsilon j^u}.$$

Определение 3. Скажем, что функция  $f$  в точке  $x \in S^h$  имеет обобщенный оператор Лапласа  $r$ -го порядка  $\Delta_r f(x)$ , если существуют числа  $\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_r$  такие, что

$$\frac{1}{|\omega^h(x, h)|} \int_{\omega^h(x, h)} f(y) dS^h(y) = \alpha_0 + \alpha_1 \frac{1 - \cos h}{K+1} + \dots +$$

$$+ \frac{\alpha_r}{(r!)^2} \cdot \frac{(1 - \cos h)^r}{(K+1)^r} + o(1 - \cos h)^r, \quad r=1, 2, \dots$$

Теорема 1. Пусть  $f$ —измеримая и ограниченная функция на  $S^h$ . Если для некоторого неотрицательного  $r$  существует  $\Delta_r f(x)$ , то  $D_h^r S(f; x)$  суммируема методом  $(C, \alpha)$  к  $\Delta_r f(x)$  при  $\alpha > 2(r+\lambda)$ .

Теорема 2. Пусть  $f$ —измеримая и ограниченная функция на  $S^h$ . Если для некоторого неотрицательного  $r$  существует  $\Delta_r f(x)$ , то  $D_h^r S(f; x)$  суммируема методом Абеля—Пуассона к  $\Delta_r f(x)$ .

Грузинский политехнический институт  
 им. В. И. Ленина

(Поступило 20.10.1988)

მათემატიკა

ვ. ჯანელიძე

ფურე — ლაპლასის მფარვეების წრფივი მეთოდებით  
 შეჯამება

რეზიუმე

მოყვანილია თეორემები გადიფერენციალული ფურე — ლაპლასის მფარვეების ჩეზაროს და აბელ — პუასონის მეთოდებით შეჯამებადობის შესახებ.

MATHEMATICS

V. A. JANELIDZE

SUMMATION OF THE FOURIER-LAPLACE SERIES BY LINEAR METHODS

Summary

The theorems on summation of the differentiated Fourier-Laplace series by the Cesaro and Abelian-Poisson methods are given.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. В. Жижнашвили, С. Б. Топурия. Итоги науки и техники. Математический анализ, т. 15. М., 1977, 90.
2. А. Кратцер, В. Франц. Трансцендентные функции. М., 1963, 840.
3. А. Ф. Тиман, В. Н. Трофимов. Введение в теорию гармонических функций. М., 1968, 59.
4. H. Berens, P. L. Bytzer, S. Pawelke. Limitierungsverfahren von Reihen mehrdimensionaler Kugelfunktionen und deren Saturationsverhalten-Publ. Res. Ynst. Math. Sci., 1968, A4, №2, 205,



Г. И. КИРМЕЛАШВИЛИ

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЛНЫ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО УДАРА В ТРУБОПРОВОДАХ ГИДРОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

(Представлено академиком А. А. Дзидзури 3.11.1988)

Рассмотрен случай, когда подача гидросмеси в трубопроводе осуществляется грунтовым насосом или из подпорного приемного зумпфа. Если в трубопровод подается многофазная гидроаэрозоль (вода + твердый сыпучий материал + свободный воздух), при изотермическом сжатии свободного (нерастворенного) воздуха в потоке, во время гидравлического удара, скорость распространения упругой волны в трубопроводе определяется по формуле [1, 2]

$$a^2 = \frac{C^2}{A + \frac{\rho_0 C^2 m_3}{P_0 + a \rho_0 v_0}}, \quad (1)$$

где  $a = \sqrt{\frac{E}{\rho_0}}$  — скорость распространения ударной волны при гидравлическом ударе, м/с;  $E$  — приведенный модуль объемной упругости рассматриваемой трехфазной гидросмеси, МПа;  $\rho_0$  — средняя плотность смеси, кг/м<sup>3</sup>, которая определяется равенством

$$\rho_0 = m_1 \rho_1 + m_2 \rho_2 + m_3 \rho_3 \approx m_1 \rho_1 + m_2 \rho_2, \quad (2)$$

где

$$m_1 + m_2 + m_3 = 1;$$

$\rho_1, \rho_2, \rho_3$  — плотность отдельных фаз гидроаэрозоли соответственно для воды, твердого сыпучего материала и свободного воздуха, кг/м<sup>3</sup>;  $m_1, m_2, m_3$  — объемные концентрации отдельных фаз гидроаэрозоли;  $C = \sqrt{\frac{\epsilon_1}{\rho_1}}$  — скорость распространения звука в воде, м/с;  $\epsilon_1$  — объемный модуль упругости воды, МПа;

$$A = m_1 (1 + K) + m_2 \frac{\rho_2}{\rho_1} \left( \frac{\epsilon_1}{\epsilon_2} + K \right), \quad K = \frac{(1 - \mu^2) D \epsilon_1}{\delta \epsilon}, \quad (4)$$

где  $\epsilon_2$  — объемный модуль упругости твердого сыпучего материала, МПа;  $\mu$  — коэффициент сжатия материала трубопровода;  $D$  — внутренний диаметр трубопровода, мм;  $\delta$  — толщина стенки трубопровода, мм;  $\epsilon$  — модуль упругости материала, из которого изготовлен трубопровод, МПа;  $P_0$  — абсолютная величина статического давления в трубопроводе при установившемся режиме потока, МПа;  $v_0$  — средняя скорость потока гидроаэрозоли в трубопроводе при установившемся режиме, м/с.

Из равенства (1) получаем кубическое уравнение общего вида

$$b_0 a^3 + b_1 a^2 + b_2 a + b_3 = 0, \quad (5)$$

где

$$\begin{aligned} b_0 &= A \rho_0 v_0 > 0; \quad b_1 = A P_0 + \rho_0 C^2 m_3 > 0; \\ b_2 &= -\rho_0 v_0 C^2 < 0; \quad b_3 = -P_0 C^2 < 0. \end{aligned} \quad (6)$$

Для трубопроводов напорных гидротранспортных систем имеем следующие условия:

$$8 \leq \frac{D}{\delta} \leq 120, \quad 0,11 \leq P_0 \leq 1,0 \text{ (МПа)}, \quad 0 \leq m_3 \leq 0,03, \quad 0 < v_0 < 6 \text{ (м/с)},$$

$1000 \leq \rho_0 \leq 1300 \text{ (кг/м}^3\text{)}, \quad 1968 \leq \varepsilon_1 \leq 2120 \text{ (МПа)}$  при температуре  $0^\circ \leq t \leq 28^\circ \text{C}$ .

Часто по трубопроводам транспортируются гидроаэросмеси плотностью  $\rho_0 = 1200 \text{ кг/м}^3 = 12 \cdot 10^{-2} \frac{\text{МПа} \cdot \text{с}}{\text{м}^2}$ . Для твердого сыпучего материала плотностью  $\rho_2 = 2650 \text{ кг/м}^3$  (кварцевый песок) имеем

$$m_2 = \frac{\rho_0 - \rho_1}{\rho_2 - \rho_1} = \frac{1200 - 1000}{2650 - 1000} = 0,12 \text{ и } \varepsilon_2 = 40000 \text{ МПа,}$$

а для стальных трубопроводов  $\mu = 0,28$  и  $\varepsilon_1 = 210000 \text{ МПа}$ .

Рассмотрим два случая протекания нестационарного процесса в напорных трубопроводах: 1.  $C = 1420 \text{ м/с}$  (при  $t = 10^\circ \text{C}$ ,  $\varepsilon_1 = 2059 \text{ МПа}$ , зимнее время). 2.  $C = 1440 \text{ м/с}$  (при  $t = 24^\circ \text{C}$ ,  $\varepsilon_1 = 2113 \text{ МПа}$ , летнее время).

С учетом приведенных выше численных значений параметров, входящих в зависимости (2), (3), (4) и (6), определяли на ЭВМ дискриминант уравнения (5)

$$\begin{aligned} \Delta = Q^2 + P^3 = & -\frac{1}{108} \left( \frac{b_1 b_2}{b_0^2} \right)^2 + \frac{1}{27} \left( \frac{b_2}{b_0} \right)^3 + \\ & + \frac{1}{4} \left( \frac{b_3}{b_0} \right)^2 + \frac{b_1 b_3}{3 b_0^2} \left( \frac{b_1^2}{9 b_0} - \frac{b_2}{2} \right) < 0, \end{aligned}$$

где

$$Q = \left( \frac{b_1}{3 b_0} \right)^3 - \frac{b_1 b_2}{6 b_0^2} + \frac{b_3}{2 b_0}; \quad P = \frac{b_2}{3 b_0} - \left( \frac{b_1}{3 b_0} \right)^2 < 0.$$

В рассматриваемом случае («казус неприводимости») уравнение (5) имеет только действительные корни. Из этих трех корней, согласно выполненным вычислениям на ЭВМ, для рассматриваемой задачи пригоден единственный корень. Это решение (принимая, что трубопровод закрепленный, тонкостенный и удар прямой) имеет вид

$$a = 2\sqrt{-P} \cos \frac{\varphi}{3} - \frac{b_1}{3 b_0}, \quad \text{где } \varphi = \pi - \arccos \frac{Q}{(-P)^{3/2}}. \quad (7)$$

В том случае, когда величина  $a$  известна для определения концентрации свободного воздуха, из уравнений (1) получаем формулу

$$m_3 = \frac{(C^2 - a^2 A) (P_0 + a \rho_0 v_0)}{a^2 C^2 \rho_0}. \quad (8)$$

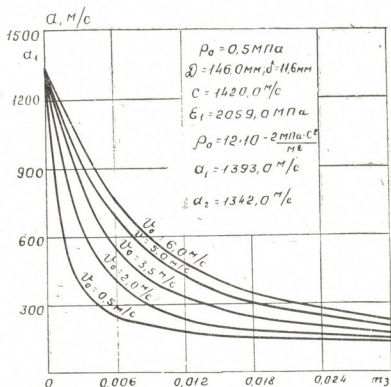


Рис. 1

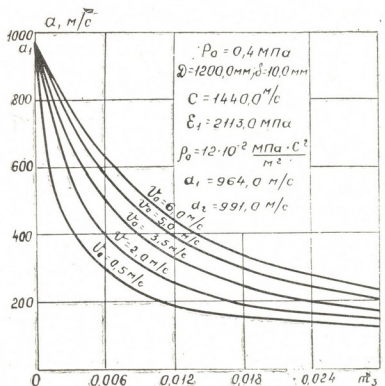


Рис. 2

При  $t_3=0$  имеем формулу для определения скорости упругой волны в потоке водогрунтовой гидросмеси

$$\alpha_1 = \frac{C}{\sqrt{A}} \quad (9)$$

В том случае, когда рассматривается гидравлический удар при подаче чистой воды ( $m_2=m_3=0$  и  $m_1=1$ ), из равенств (1), (7), (8) и (9) получаем известную формулу Н. Е. Жуковского

$$a_2 = \frac{C}{\sqrt{1+K}}. \quad (10)$$

С учетом численных значений параметров, определенных выше, и при  $50 \leq D \leq 1200$  (мм) и  $3,5 \leq \delta \leq 12$  (мм) по формулам (7)—(10) составлена программа и выполнены расчеты величин  $a$  на ЭВМ.

Соответствующие (теоретические) зависимости скорости распространения волны гидравлического удара  $a$  от концентрации нерастворенного воздуха  $m_3$  при движении рассматриваемого трехфазного потока даются на рис. 1 и 2 (частные случаи).

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 2.12.1988)

შეჯამება

ბ. ჟირბლაშვილი

ჰიდრავლიკური დარტყმის ტალღის გავრცელების სიჩქარის  
განსაზღვრავ სადანემო ჰიდროსატრანსპორტო სისტემის  
მილსადენებში

რეზიუმე

გამოყვანილია ჰიდრავლიკური დარტყმის ტალღის გავრცელების სიჩქარის განმსაზღვრელი ფორმულა, როცა მილსადენში მოძრაობს სამფაზიანი ჰიდრონარევი და წყალში გაუხსნელი ჰაერის კუმშვა მიღებულია იზოთერმული პროცესად. თეორიული გამოთვლები შესრულებულია EC 1033 ეგმ-ზე.

MECHANICS

G. I. KIRMELASHVILI

## DETERMINATION OF VELOCITY OF HYDRAULIC SHOCK WAVE DISTRIBUTION IN PIPELINES OF HYDROTRANSPORT SYSTEMS

Summary

Formulas for determination of the velocity of a hydraulic shock wave distribution are derived for cases when the pipeline is supplied with a three-phase hydromixture and compression of air undissolved in water is taken as an isothermic process.

Theoretical calculations have been carried out on the EC 1033 computer.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Г. Джваршейшвили, Г. И. Кирмелашвили. Нестационарные режимы работы систем, подающих двухфазную жидкость. Тбилиси, 1965.
2. Л. И. Махарадзе, Г. И. Кирмелашвили. Нестационарные процессы в напорных гидротранспортных системах и защита от гидравлических ударов. Тбилиси, 1986.





УДК 624.074.4

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

Н. П. БУЛИЯ

КОЛЕБАНИЯ ПОЛОГОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ  
 С ОТВЕРСТИЕМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 14.5.1987)

Задача о колебаниях пологой цилиндрической оболочки приводится к интегрированию системы двух совместных однородных дифференциальных уравнений [1]:

$$\frac{1}{Eh} \nabla^2 \varphi - R \frac{\partial^2 W}{\partial \alpha^2} = 0; \quad R \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \alpha^2} + D \nabla^4 W + \frac{\gamma h}{g} R^4 \frac{\partial^2 W}{\partial t^2} = 0; \quad (1)$$

где  $\nabla^4$  — дифференциальный оператор;  $W$  — прогиб оболочки;  $\varphi$  — функция напряжений;  $E$  — модуль Юнга;  $h$  — толщина оболочки;  $R$  — радиус поперечного сечения.

Введением функции  $\Phi$ , связанной с  $W$  и  $\varphi$ , система (1) приводит к одному разрешающему уравнению колебаний цилиндрической оболочки [1]:

$$C_*^2 \nabla^8 \Phi + \frac{\partial^4 \Phi}{\partial \alpha^4} + \frac{\gamma R^2}{Eg} \nabla^4 \frac{\partial^2 \Phi}{\partial t^2} = 0, \quad (2)$$

где

$$C_*^2 = \frac{h}{12(1 - \nu^2)R^2}.$$

Изучаем задачу о вынужденных колебаниях. Рассмотрим пологую круговую цилиндрическую оболочку с круговым отверстием, радиально опертую по всему контуру, длина которой  $l$ , угол раскрытый  $\beta_0$ .

Радиальное опирание подразумевает задание на контуре следующих граничных условий:

$$V = W = M_1 = T_1 = 0 \quad \text{при} \quad \alpha = 0, \alpha = \frac{l}{R}, \quad (3)$$

$$U = W = M_2 = T_2 = 0 \quad \text{при} \quad \beta = 0, \beta = \beta_0,$$

что можно схематически отождествить с опиранием краев оболочки на абсолютно жесткие в своей плоскости и гибкие торцевые диафрагмы.

В качестве возмущающей причины рассмотрим произвольную нагрузку, меняющуюся во времени по гармоническому закону, с круговой частотой  $k$ :

$$P^*(\alpha, \beta) = \sin kt \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} C_{mn} \sin \lambda_n \alpha \sin \mu_m \beta. \quad (4)$$

Для случая наличия возмущающей силы уравнения (1) примет вид

$$\frac{1}{Eh} \nabla^4 \varphi - R \frac{\partial^2 W}{\partial \alpha^2} = 0; \quad R \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \alpha^2} + D \nabla^4 W + \frac{\gamma h}{g} R^4 \frac{\partial^2 W}{\partial t^2} - R^4 P^* = 0. \quad (4)$$

Имеется двусвязная область  $D$  срединной поверхности оболочки, ограниченная наружным контуром  $\Gamma$  и контуром отверстия  $L$ . Об-  
 4. „მეცნიერება“, ტ. 133, № 1, 1989



ласть, заключенная внутри  $D$  (отверстия), обозначена  $S$ . Отверстие заполняется оболочечным элементом. На контуре отверстия прикладываются компенсирующие нагрузки [2—4], поперечная  $Q_k^*$ , сдвигающая  $G_k^*$ , нормальная к контуру  $N_k^*$  и изгибающие моменты  $M_k^*$ , которые представляются в следующем виде:

$$\begin{aligned} Q_k^* &= \sum_{k=1}^{\infty} Q_k^{(1)} \sin k\theta + \sum_{k=0}^{\infty} Q_k^{(2)} \cos k\theta; \\ M_k^* &= \sum_{k=1}^{\infty} M_k^{(1)} \sin k\theta + \sum_{k=0}^{\infty} M_k^{(2)} \cos k\theta; \\ N_k^* &= \sum_{k=1}^{\infty} N_k^{(1)} \sin k\theta + \sum_{k=0}^{\infty} N_k^{(2)} \cos k\theta; \\ S_k^* &= \sum_{k=1}^{\infty} S_k^{(1)} \sin k\theta + \sum_{k=0}^{\infty} S_k^{(2)} \cos k\theta. \end{aligned} \quad (5)$$

В прямоугольной координатной системе формула (3) преобразуются с учетом того, что  $\theta = \arctg \frac{y}{x}$ .

Граничные условия имеют вид [2]

$$\begin{aligned} \frac{\partial^3 W}{\partial r^3} + \frac{1}{r} \left[ \frac{\partial^2 W}{\partial r^2} - \frac{[2 + (1-\nu)R]}{r^2 R} \frac{\partial^2 W}{\partial \theta^2} - \frac{1}{r} \frac{\partial W}{\partial r} \right] + \\ + \frac{[1 + R(1-\nu)]}{r^2} \frac{\partial^3 W}{\partial r \partial \theta^2} = 0; \end{aligned} \quad (6)$$

$$\frac{\partial^2 W}{\partial r^2} + \frac{\nu}{r} \left( \frac{\partial W}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial^2 W}{\partial \theta^2} \right) = 0; \quad \frac{\partial \varphi}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \theta^2} = 0;$$

$$\frac{1}{r} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial r \partial \theta} - \frac{D(1-\nu)}{R^3} \left( \frac{1}{r} \frac{\partial^2 W}{\partial r \partial \theta} - \frac{1}{r} \frac{\partial W}{\partial \theta} \right) = 0.$$

Обозначим через  $W_{p^*}$  прогиб, вызванный нагрузкой  $P^*$ . Прогибы, вызванные силами  $Q_k^*$ ,  $N_k^*$ ,  $S_k^*$  и моментом  $M_k^*$ , обозначим соответственно через  $W_{Q_k^*}$ ,  $W_{N_k^*}$ ,  $W_{S_k^*}$ ,  $W_{M_k^*}$ ; общий интервал уравнения (4) — через  $W_0$ . Прогиб оболочки для рассмотренной оболочки будет иметь вид

$$W = W_0 + W_{p^*} + W_{Q_k^*} + W_{S_k^*} + W_{N_k^*} + W_{M_k^*}. \quad (7)$$

Решение системы (4) будем искать в рядах

$$\begin{aligned} \varphi_j &= \sin kt \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} A_{mn}^{(j)} \sin \lambda_n \alpha \sin \mu_m \beta; \\ W_j &= \sin kt \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} B_{mn}^{(j)} \sin \lambda_n \alpha \sin \mu_m \beta; \\ (j &= P^*, Q_k^*, M_k^*, N_k^*, S_k^*). \end{aligned} \quad (8)$$

Поставив решение (8) в (4), получим

$$\frac{1}{Eh} \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} (\lambda_n^2 + \mu_m^2) A_{mn} \sin \lambda_n \alpha \sin \mu_m \beta + R \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \lambda_n^2 B_{mn} \sin \lambda_n \alpha \sin \mu_m \beta = 0;$$



$$R^2 Eh \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\lambda_n^4}{(\lambda_n^2 + \mu_m^2)} B_{mn} \sin \lambda_n \alpha \sin \mu_m \beta +$$

$$+ D \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} (\lambda_n^2 + \mu_m^2)^2 B_{mn} \sin \lambda_n \alpha \sin \mu_m \beta - \quad (9)$$

$$- \frac{\gamma h}{g} R^4 k^2 \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} B_{mn} \sin \lambda_n \alpha \sin \mu_m \beta - R^4 \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} C_{mn} \sin \lambda_n \alpha \sin \mu_m \beta.$$

Согласно (9), имеем

$$A_{mn} = - \frac{B_{mn} Eh R \lambda_n^3}{(\lambda_n^2 + \mu_m^2)^2}; \quad B_{mn} = \frac{g}{\gamma h} \frac{C_{mn}}{(\omega_{mn}^2 - k^2)}. \quad (10)$$

Если оболочка нагружена сосредоточенной силой  $P$ , приложенной в произвольной точке  $(\alpha_1, \beta_1)$ , тогда [1]

$$C_{mn} = \frac{4R}{\beta_0 l} \int_{\alpha_1 - \alpha}^{\alpha_1 + \alpha} \int_{\beta_1 - \eta}^{\beta_1 + \eta} q \sin \lambda_n \alpha \sin \mu_m \beta \, d\alpha \, d\beta, \quad (11)$$

где

$$q = \frac{P}{4 R^2 \alpha \eta}.$$

Тогда коэффициент разложения

$$B_{mn} = \frac{4 p g}{h \gamma \beta_0 l R} \frac{\sin \lambda_n \alpha_1 \sin \mu_m \beta_1}{(\omega_{mn}^2 - k^2)}. \quad (12)$$

Амплитуды колебания от силы  $P$  и от компенсирующих нагрузок будут:

$$W_{p^*} = \frac{4 P g}{h \gamma \beta_0 l R} \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin \lambda_n \alpha_1 \sin \mu_m \beta_1}{(\omega_{mn}^2 - k^2)} \sin \lambda_n \alpha \sin \mu_m \beta;$$

$$W_{Q_k^*} = \frac{4 g}{h \gamma \beta_0 l R} \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \times$$

$$\left[ \sum_{k=1}^{\infty} Q_k^{(1)} \sin k \theta \delta(r - r_k^*) \delta(\theta - \theta_k^*) + \sum_{k=0}^{\infty} Q_k^{(2)} \cos k \theta \delta(r - r_k^*) \delta(\theta - \theta_k^*) \right]$$

$$\times \frac{\quad}{(\omega_{mn}^2 - k^2)} \times$$

$$\times \sin \lambda_n \alpha_1 \sin \mu_m \beta_1 \sin \lambda_n \alpha \sin \mu_m \beta;$$

$$W_{N_k^*} = \frac{4 g}{h \gamma \beta_0 l R} \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \times$$

$$\left[ \sum_{k=1}^{\infty} N_k^{(1)} \sin k \theta \delta(r - r_k^*) \delta(\theta - \theta_k^*) + \sum_{k=0}^{\infty} N_k^{(2)} \cos k \theta \delta(r - r_k^*) \delta(\theta - \theta_k^*) \right]$$

$$\times \frac{\quad}{(\omega_{mn}^2 - k^2)} \times$$

$$\times \sin \lambda_n \alpha_1 \sin \mu_m \beta_1 \sin \lambda_n \alpha \sin \mu_m \beta;$$

$$W_{S_k^*} = \frac{4g}{h\gamma\beta_0 l R} \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \times$$

$$\left[ \sum_{k=1}^{\infty} S_k^{(1)} \sin k\theta \delta(r-r_k^*) \delta(\theta-\theta_k^*) + \sum_{k=0}^{\infty} S_k^{(2)} \cos k\theta \delta(r-r_k^*) \delta(\theta-\theta_k^*) \right]$$

$$\times \frac{1}{(u_{mn}^2 - k^2)} \times$$

$$\times \sin \lambda_n \alpha_1 \sin \mu_m \beta_1 \sin \lambda_n \alpha \sin \mu_m \beta;$$

$$W_{M_{kr}^*} = \frac{4g}{h\gamma\beta_0 l R} \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \times$$

$$\times \left[ \sum_{k=1}^{\infty} M_k^{(1)} \sin k\theta \frac{d[\delta(r-r_k^*)]}{dr} \delta(\theta-\theta_k^*) + \sum_{k=0}^{\infty} M_k^{(2)} \cos k\theta \frac{d[\delta(r-r_k^*)]}{dr} \delta(\theta-\theta_k^*) \right] \times$$

$$\times \cos \alpha \sin \lambda_n \alpha_1 \sin \mu_m \beta_1 \sin \lambda_n \alpha \sin \mu_m \beta;$$

$$W_{M_{k\theta}^*} = \frac{4g}{h\gamma\beta_0 l R} \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \times$$

$$\times \left[ \sum_{k=1}^{\infty} M_k^{(1)} \sin k\theta \delta(r-r_k^*) \frac{d[\delta(\theta-\theta_k^*)]}{d\theta} + \sum_{k=0}^{\infty} M_k^{(2)} \cos k\theta \delta(r-r_k^*) \frac{d[\delta(\theta-\theta_k^*)]}{d\theta} \right] \times$$

$$\times \sin \alpha \sin \lambda_n \alpha_1 \sin \mu_m \beta_1 \sin \lambda_n \alpha \sin \mu_m \beta;$$

где  $W_M = W_{M_{kr}^*} + W_{M_{k\theta}^*}$ .

Общий интеграл  $W_0$  вычисляется приближенным способом [1—5].

НИПИ Трансавтоматика

(Поступила 1.10.1987)

დამაკავშირებელი თეორია

6. ბულია

დამრეცი ხვრეტიანი ცილინდრული გარსის რხევა

რეზიუმე

სტატიამი განხილულია წრიული ხვრეტიანი ცილინდრული გარსის რხევის ამოცანა.

THEORY OF ELASTICITY

N. P. BULIA

ON THE PROBLEM OF BENDING OF A SLOPING CYLINDRICAL SHELL WITH AN ORIFICE

Summary

The paper considers the bending of a sloping cylindrical shell with a fixed circular orifice.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. О. Д. Ониашвили. Избранные труды. Тбилиси, 1978.
2. Н. П. Булия. ДАН СССР, 239, № 3, 1978.
3. Н. П. Булия. ДАН СССР, 246, № 4, 1978.
4. Н. П. Булия. Сообщения АН ГССР, 130, № 1, 1988.



М. Е. САЛУКВАДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР), А. Л. ТОПЧИШВИЛИ

### НЕСОБСТВЕННЫЕ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Целый ряд экономических систем и технических объектов описываются математическими моделями, являющимися многокритериальными задачами линейного программирования (МЗЛП). Исследованию и анализу современных методов решения этих задач посвящено множество работ как в нашей стране, так и за рубежом, библиографическое описание которых приведено в монографиях [1, 2]. Во всех существующих подходах предполагается непустота допустимого множества решений. Вместе с тем довольно обычна ситуация, когда система ограничений, определяющих это множество, является несовместной, а само множество — пустым. Целью заметки является разработка метода анализа постановки и решения несовместных МЗЛП.

Рассмотрим некоторую систему, формально описываемую следующей математической моделью:

$$\max F(x), \quad (1)$$

$$x \in D_0$$

где  $F(x)$  — вектор-функция с линейными компонентами  $f_i(x) = c_i^T x$ ,  $i = \overline{1, k}$   
 $D_0 = \{x \in R_+^n : Ax \leq b\}$ . ( $A, b, c_i$  — заданные матрица и векторы с элементами  $a_{sj}, b_s, c_{ij}$ ,  $s = \overline{1, m}$ ,  $j = \overline{1, n}$ ,  $i = \overline{1, k}$ , соответственно;  $x$  — искомый вектор с компонентами  $x_j$ ,  $j = \overline{1, n}$ ;  $R_+^n$  — множество вещественнозначных векторов с неотрицательными компонентами, «Т» — символ транспонирования.)

Будем предполагать, что все компоненты  $f_i(x)$ ,  $i = \overline{1, k}$ , вектор-функции  $F(x)$  равнозначны.

Рассмотрим множества

$$D_{i_0}^* = \{u \in R_+^m : A^T u \geq c_i\}, \quad i = \overline{1, k}.$$

Определение. Задача (1) называется несовместной многокритериальной задачей линейного программирования, если множество  $D_0$  является пустым, а каждое множество  $D_{i_0}^*$  ( $i = \overline{1, k}$ ), являющееся областью допустимых решений однокритериальной задачи вида

$$\min b^T u \quad (i = \overline{1, k}),$$

$$u \in D_{i_0}^*$$

непусто.

Определим множества  $D(\Delta b)$  и  $K_+$  следующим образом:

$$D(\Delta b) = \{x \in R_+^n : Ax \leq b + \Delta b\},$$

$$K_+ = \{\Delta b \in R_+^m : D(\Delta b) \neq \emptyset\}.$$

В качестве критерия качества аппроксимации для корректирующего векторного параметра  $\Delta b$  возьмем функцию

$$d(\Delta b) = \Theta^T \Delta b = \sum_{s=1}^m \Theta_s \Delta b_s,$$

где  $\Theta_s$ ,  $s = \overline{1, m}$ , — заданные положительные веса, выбираемые из определенных эвристических соображений.

Определим меру несовместности системы неравенств, которыми определяется множество  $D_0$ , соотношением

$$E = \min_{\Delta b \in K_+} d(\Delta b). \quad (2)$$

Пусть  $\overline{\Delta b}$  — решение задачи (2). Обозначим

$$D(\overline{\Delta b}) = \{x \in R_+^n : Ax \leq b + \overline{\Delta b}\}.$$

Рассмотрим  $k$  однокритериальных задач линейного программирования вида

$$\max_{x \in D(\overline{\Delta b})} c_i^T x, \quad i = \overline{1, k}. \quad (3)$$

Тогда каждая задача двухэтапного программирования (2), (3) может быть эквивалентно сведена (в плане совпадения оптимальных решений) к выпуклой кусочно-линейной задаче вида [3]

$$\max_{x \in R_+^n} [c_i^T x - \alpha_i \Theta^T (Ax - b)^+], \quad (4)$$

где  $\alpha_i > \alpha_{i0}$ , причем  $\alpha_{i0}$  — некоторые положительные большие параметры ( $i = \overline{1, k}$ ).

Задача же (4) допускает эквивалентное представление в форме задачи линейного программирования [4]

$$\max_{(x, t) \in D_1} [c_i^T x - \alpha_i \Theta^T t], \quad (5)$$

где  $D_1 = \{(x, t) \in R_+^n \times R_+^m : Ax - t \leq b\}$ .

Пусть пара  $(\bar{x}^i, \bar{t}^i)$  является решением задачи (5) ( $i = \overline{1, k}$ ), найденным, например, симплекс-методом. Обозначим  $\Delta b^*$  вектор с компонентами

$$\Delta b_s^* = \max_{i = \overline{1, k}} \left( \sum_{j=1}^n a_{sj} \bar{x}_j^i - b_s \right)^+, \quad s = \overline{1, m},$$

и рассмотрим непустую скорректированную область

$$D(\Delta b^*) = \{x \in R_+^n : Ax \leq b + \Delta b^*\}. \quad (6)$$

Используя область (6), можно сформулировать поставленную выше задачу (1) следующим образом.

Среди точек множества  $D(\Delta b^*)$  ищется такая, при которой все линейные формы  $f_i(x)$ ,  $i = \overline{1, k}$ , примут возможно максимальное значение одновременно.

Нахождение одной из таких компромиссных точек ввиду равнозначности всех компонентов  $f_i(x)$ ,  $i = \overline{1, k}$ , вектор-функции  $F(x)$  может быть осуществлено следующим способом. Рассмотрим функционал

$$R(x) = \sum_{i=1}^k \left( \frac{f_i(x) - f_i^0}{f_i^0 - f_i^{\min}} \right)^2, \quad (7)$$

где  $f_i^0 = f_i(\bar{x}^i)$ ,  $f_i^{\min} = \min_{x \in D(\Delta b^*)} f_i(x)$ ,  $i = \overline{1, k}$ .

Тогда, естественно, в качестве решения задачи многокритериальной оптимизации искать вектор  $x^* \in D(\Delta b^*)$  такой, что

$$R(x^*) = \min_{x \in D(\Delta b^*)} R(x), \quad (8)$$

причем, известно [2], что  $x^*$  является оптимальным по Парето вектором.

Задача (8) является задачей выпуклого программирования, для решения которой можно применить любой из существующих методов [5].

Академия наук Грузинской ССР  
Институт систем управления

(Поступило 20.12.1987)

კიბერნეტიკა

მ. სალუქვაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი), ა. თოქიშვილი

წრფივი პროგრამირების არასაკუთრივი მრავალკრიტერიულში  
ამოცანები

რეზიუმე

დამუშავებულია წრფივი პროგრამირების არასაკუთრივი მრავალკრიტერიულში ამოცანებისათვის ამოხსნის მეთოდი, რომელიც შეიცავს ამ ამოცანების დასმის დაზუსტების პროცედურას.

CYBERNETICS

M. E. SALUKVADZE, A. L. TOPCHISHVILI

## INSOLUBLE MULTICRITERIAL PROBLEMS OF LINEAR PROGRAMMING

Summary

A method for the solution of insoluble multicriteria problems of linear programming is developed, including the procedure of their statement specification.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Е. Салуквадзе. Задачи векторной оптимизации в теории управления. Тбилиси, 1975.
2. Ю. К. Машунин. Методы и модели векторной оптимизации. М., 1986.
3. И. И. Еремин. ДАН СССР, 173, № 4, 1967, 748—751.
4. И. И. Еремин, В. Д. Мазуров, Н. Н. Астафьев. Несобственные задачи линейного и выпуклого программирования. М., 1983.
5. Ф. П. Васильев. Численные методы решения экстремальных задач. М., 1980.

З. В. АБДАЛАДЗЕ, Р. Т. АКОБИДЗЕ, Т. С. БАРДАВЕЛИДЗЕ,  
Т. А. ГРИШИНА, В. А. МИЛОВА, И. И. ТАЛЪЯНСКИЙ

## К ВОПРОСУ ОБ АНОМАЛИИ НА ПРЯМОЙ ВЕТВИ ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛЕНОЧНЫХ КОНТАКТОВ НА ОСНОВЕ $Pb_{1-x}Sn_xTe$

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Л. Буишвили 16.7.1987)

Работа посвящена исследованию обнаруженных аномальных вольт-амперных характеристик, которые возникают иногда в пленочных  $p-n$ -переходах, изготовленных из  $Pb_{1-x}Sn_xTe$ . Аномалии эти заключаются в наличии большого обратного тока и точки перегиба на прямой ветви ВАХ. Предлагается связать эти особенности с прохождением туннельного тока на поверхности образца. Рассчитан полный ток через образец с учетом геометрии и сопротивлений  $p$  и  $n$ -областей. Это сводится к задаче о прохождении тока через двумерный проводник, две области которого с различными сопротивлениями разделены изогнутой границей раздела. Делается вывод, что наличие точки перегиба на ВАХ является свидетельством того, что в токе присутствует туннельная составляющая.

1. Обычный (не туннельный) ток через образец. Этот ток, может быть вычислен следующим образом [1, 2]. Пространство между электродами разбивается на  $N$  «трубок» тока, поверхности которых должны быть перпендикулярными к эквипотенциальным поверхностям в каждой точке [3]. Суммарный объемный ток состоит из токов через все «трубки»:

$$I = \sum_{i=1}^N I_i. \quad (1)$$

Ток через  $i$ -ю «трубку»  $I_i$  определяется из уравнения

$$I_i = j_0 l_0 \Delta y_i \left( \exp \left\{ \frac{U - (r_n^{(i)} + r_p^{(i)}) I_i}{kT} \right\} e \right), \quad (2)$$

где  $j_0$ —плотность тока насыщения в запирающем направлении;  $l_0$ —ширина образца;  $l_0 \Delta y_i$ —площадь  $p-n$ -перехода, отсекаемая  $i$ -й «трубкой»;  $r_n^{(i)}$  и  $r_p^{(i)}$ —сопротивление «трубки» в  $n$  и  $p$ -областях;  $U$ —разность потенциалов, приложенная к электродам.

На рис. 1 представлены ВАХ, рассчитанные по формулам (1) и (2), для образца со следующими параметрами: толщина образца  $d=3$  мкм, длина  $n$ -области  $L=0,6$  мм, длина  $p$ -области  $l=0,7$  мм, длина контакта  $L_1=0,3$  мм, ширина образца  $l_0=0,5$  мм,  $n=2 \cdot 10^{17}$  см $^{-3}$ ,  $p=8,5 \cdot 10^{17}$  см $^{-3}$ ,  $\mathcal{E}_g=0,12$  эВ,  $T=77$  К. Обратный диффузионный ток при этих значениях параметров оказывается пренебрежимо малым.

2. Туннельная составляющая тока. Наличие перегиба на прямой ветви экспериментальной ВАХ, как отмечалось выше, можно связать с вкладом туннельного тока. А именно: перегиб возникает при тех напряжениях, при которых туннельный ток достигает макси-



му. Последний может протекать как в приповерхностном слое с концентрацией носителей  $p^+$ ,  $n^+$  [3], так и через  $p$ - $n$ -переход в объеме образца. При рассмотренных в данной работе параметрах образ-

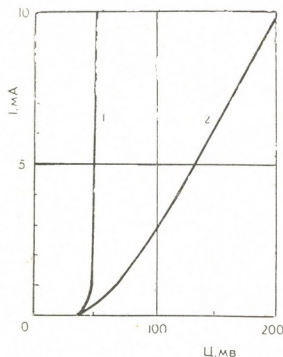
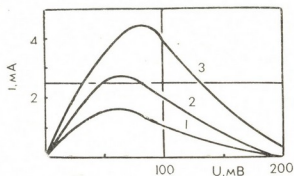


Рис. 1. Вольт-амперные характеристики обычного (не туннельного) тока через  $p$ - $n$ -переход при  $d_1 = 0,3$  мкм. Кривая 1 рассчитана без учета сопротивления образца

$$(r_n^{(i)} = r_p^{(i)} = 0)$$

ца поверхностный туннельный ток оказывается, как показано ниже, всегда существенным, а объемный туннельный ток дает заметный вклад лишь при обратных смещениях порядка 250 мВ и больше.

Рис. 2. Вольт-амперные характеристики поверхностного туннельного тока;  $d_2 = 0,03$  мкм: 1- $p^+ = 5 \cdot 10^{18}$  см $^{-3}$ ,  $n^+ = 10^{19}$  см $^{-3}$ ; 2- $p^+ = 7,5 \cdot 10^{18}$  см $^{-3}$ ,  $n^+ = 7,5 \cdot 10^{18}$  см $^{-3}$ ; 3- $p^+ = 7,5 \cdot 10^{18}$  см $^{-3}$ ,  $n^+ = 10^{19}$  см $^{-3}$



Для расчета туннельного тока можно взять формулу [4]

$$I = \frac{e \bar{m}^* \mathcal{E}_0 S}{\pi^2 \hbar^3} \exp \left\{ - \frac{\pi \bar{m}^{*1/2} \mathcal{E}_g^{3/2}}{2 \hbar e \mathcal{E}(U)} \right\} T. \quad (3)$$

Часто пользуются более простой формулой [5]

$$I = AT_t \frac{eU}{kT} (U_n + U_p - eU)^2, \quad (4)$$

где  $T_t$  — не зависящая от  $U$  вероятность тунnelирования, а  $A$  — некоторая константа, которая в [4] выбиралась такой, чтобы теоретические и экспериментальные значения совпадали в точке пикового тока.

Для вычисления обратного туннельного тока можно воспользоваться известной формулой [4], из которой при учете сопротивления базы получается уравнение

$$I = \frac{e \bar{m}^{*1/2} \mathcal{E}_0 (U - (r_n + r_p) I) S}{2 \pi^3 \hbar^2 \mathcal{E}_g^{1/3}} \times \exp \left\{ \left[ \lambda \frac{U - (r_n + r_p) I}{2 \mathcal{E}_g} e - 1 \right] \right\} \quad (5)$$

где

$$\lambda = \pi \bar{m}^{3/2} \mathcal{E}_g^{3/2} (2 e \hbar \mathcal{E}(0))^{-1}. \quad (6)$$

Величины  $\bar{m}$ ,  $U_n$ ,  $U_p$  [6] вычислялись с учетом непараболичности зон и анизотропии эффективной массы [7].

На рис. 2 представлен туннельный ток по поверхности образца. Обратный туннельный ток через  $p$ - $n$ -переход в объеме образца незначителен при напряжениях до 200 мВ.

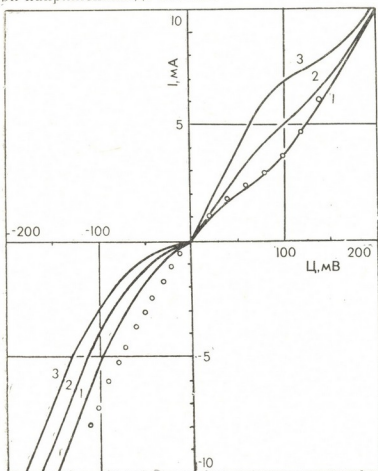


Рис. 3. Вольт-амперные характеристики полного тока через образец.  $d_1=0,3$  мкм,  $d_2=0,03$  мкм. Концентрации носителей, соответствующие кривым 1—3, те же, что и на рис. 2.

Точки — экспериментальная зависимость

3. Полный ток через образец. Графики полного тока через образец с учетом как обычной, так и туннельных составляющих приведены на рис. 3. Как видно из этого рисунка, расчетные кривые воспроизводят основные черты экспериментальной зависимости, а именно, наличие значительного обратного тока и точки перегиба на прямой ветви в районе 60—80 мВ. Если большой обратный ток в принципе может быть объяснен и другими механизмами, например, обычной (не туннельной) утечкой, то наличие точки перегиба на прямой ветви свидетельствует однозначно, на наш взгляд, о частично туннельном характере тока.

Следует отметить важность учета сопротивления базы в расчетах ВАХ тонкопленочных образцов. Дело в том, что, хотя рассматриваемый материал и не является высокоомным, при токе в несколько мА это дает падение напряжения в образце  $(r_n + r_p)I$  порядка десятков мВ, что соизмеримо с приложенным напряжением  $U$ . Если учесть, что разность  $U - (r_n + r_p)I$  стоит в показателе экспоненты в формуле (5), то станет ясным, насколько велико может быть ее влияние. Особенно сильно оно проявляется при расчете обратного

туннельного тока через объем образца. Ток, вычисленный по формуле (5), но с  $r_n + r_p = 0$ , оказывается, как нетрудно убедиться, на много порядков величины отличающимся от тока, который получается при учете этих сопротивлений.

Кутаисский политехнический институт

(Поступило 3.9.1987)

ფიზიკა

ზ. აბდალაძე, რ. აკობიძე, თ. ბარდაველიძე, თ. გრიშინა, ვ. მილორავა,  
 ი. ტალიანსკი

$Pb_{1-x}Sn_xTe$ -ის ავსკუბრი კონტაქტების ვოლტ-ამპერული  
 მახასიათებლის კირდაკირი უტოს ანომალიის საკითხისათვის

რეზიუმე

განხილულია ანომალური ვოლტ-ამპერული მახასიათებლები, რომლებიც შეიმჩნევა  $Pb_{1-x}Sn_xTe$ -ის ავსკოვან  $p-n$ - გადასვლებში. გამოყენებულია მე-თოდი, რომელშიც ეს ანომალიები დაკავშირებულია „გვირაბული“ დენის გავლასთან ნიმუშის ზედაპირზე.

გამოთვლილია ნიმუშში სრული დენი  $p$  და  $n$  არეების გეომეტრიისა და წინააღმდეგობის გათვალისწინებით.

PHYSICS

Z. V. ABDALADZE, R. T. AKOBIDZE, T. S. BARDAVELIDZE, T. A. GRISHINA,  
 V. A. MILORAVA, I. I. TALYANSKY

ON THE ANOMALY OF A STRAIGHT BRANCH OF VOLT-AMPERE  
 CHARACTERISTICS OF FILM CONTACTS BASED ON  $Pb_{1-x}Sn_xTe$

Summary

The paper deals with the anomaly of volt-ampere characteristics observed in the  $p-n$  junctions of  $Pb_{1-x}Sn_xTe$ -based films.

It is suggested that these anomalies are related to the passage of the tunnel current through the surface of a specimen. The total current through the specimen is calculated with regard to the geometry and resistance of  $p$  and  $n$  regions.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Н. Берченко, А. И. Евстигнеев, В. Ю. Ерохов, А. В. Матвеевко. Зарубежная электр. техника, вып. 3 (235), 1981.
2. И. И. Тальянский, И. И. Ижнин, Т. А. Гришина, А. А. Дмитриев. Материалы V Всесоюзного симпозиума. Львов (1980), 206.
3. Т. А. Гришина, И. И. Ижнин, И. И. Тальянский. Материалы VI Всесоюзного симпозиума. Львов (1983), с. 152.
4. Г. Е. Пикус. Основы теории полупроводниковых приборов. М., 1965.
5. I. Karlovsky. Phys. Rev., 127, 419 (1962).
6. E. O. Kane. J. Appl. Phys., 32, 83 (1961).
7. M. Grudzien, A. Rogalsky. Acta Phys. Pol. A58, 765 (1980).

З. Л. АМИЛАХВАРИ, Д. Л. ГВЕЛЕСИАНИ, Г. Г. ДЖАШИ,  
Т. О. ЗАРДАЛИШВИЛИ, Г. Г. ТАБАГУА, Ш. А. ТАВАРКИЛАДЗЕ,  
А. Г. ТАРХНИШВИЛИ, Г. В. ТАТИШВИЛИ, З. В. ХЕЛАДЗЕ

## ЭЛЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ЯВЛЕНИЙ ЗЕМЛЯНОЙ ПЛОТИНЫ ЖИНВАЛИ ГЭС

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 6.5.1987)

Для контроля за работой земляной плотины необходимы длительные наблюдения за поведением фильтрационного потока. Существенную помощь при этом оказывают электрометрические методы разведки, позволяющие при относительно небольших затратах сил и средств получить достаточно полные сведения [1].

Для решения подобной задачи на земляной плотине Жинвали ГЭС был применен метод естественного электрического поля (ЕЭП). Измерениями ЕЭП были охвачены как территория плотины, так и прилегающие к ней участки.

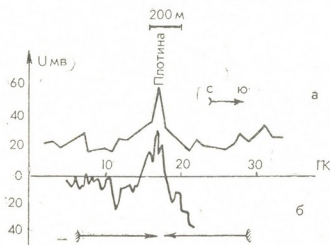


Рис. 1. а — Профиль по левому борту, б — профиль по правому борту

Рис. 1, а отражает распределение ЕЭП по левому борту водохранилища. Профиль пролегает в флишевых отложениях мела. С юга на север до плотины значение ЕЭП существенно не меняется. Непосредственно у плотины значение потенциала увеличивается на 40 мв, а далее оно выходит на фоновое значение. Наблюдаемая картина показывает, что в этих местах фильтрационные потоки направлены в сторону плотины, обходя глиняную призму, являющуюся заслоном для этого течения. Приток фильтрационных течений в сторону плотины отмечается также на профиле по правому борту (рис. 1, б). На рис. 2 показано распределение ЕЭП на профиле, пролегающем параллельно профилю, представленному на рис. 1, а. Он проходит ближе к берегу до бетонного покрытия плотины. На профиле четко выделяется отрицательная аномалия интенсивностью 30 мв, что представляет собой очаг инфильтрации. Здесь же зафиксированы

и другие менее выраженные по интенсивности аномалии отрицательного знака.

На рис. 3 представлены карты распределения ЕЭП, построенные по данным наблюдений при разных уровнях воды в водохранилище.

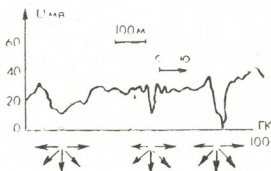


Рис. 2

Из этих карт видно, что общий поток в теле плотины формируется как из фронтальной, так и из обходной фильтраций, преимущественно с восточной стороны водохранилища.

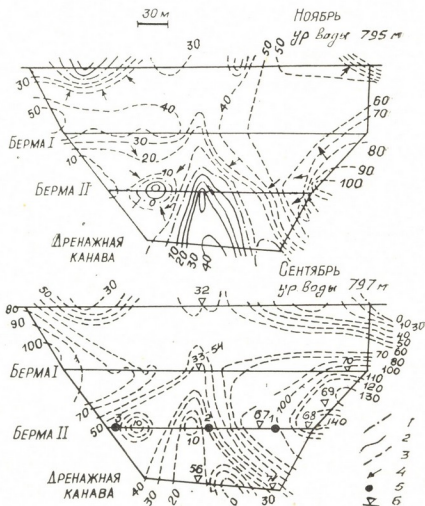


Рис. 3. Изолинии: 1 — нулевая, 2 — отрицательная, 3 — положительная, 4 — направление фильтрации, 5 — точки ВЭЭ

При повышении уровня воды в водохранилище распределение поля в основном остается постоянным, за исключением левого борта

(в районе бермы II), где интенсивность и площадь поля фильтрации соответственно увеличиваются. Выделяются также участки (берма II) с неоднородными грунтами в теле плотины, влияющими на направление фильтрационного потока — на 35—40 м от правого борта концентрическими изолиниями со стрелками во-внутрь — видны явные признаки суффозии, что проявляется в виде восходящих потоков воды на поверхность. Незначительное изменение интенсивности во времени на этом участке требует пристального внимания.

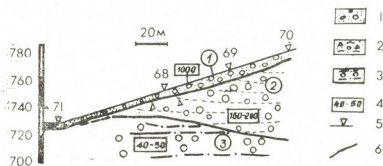


Рис. 4. 1 — Валунно-галечные отложения с песчаным заполнителем (сухие), 2 — валунно-галечные отложения с галечным заполнителем (увлажненные), 3 — валунно-галечные отложения с песчаным заполнителем (водоносные), 4 — удельное электрическое сопротивление, Ом, 5 — точки ВЭЗ, 6 — граница раздела электрических горизонтов

Для определения преобладающих направлений фильтрационных потоков [2, 3] методом кругового ЕЭП измерения проведены в трех точках на берме II. На первой точке максимальные значения ЕЭП наблюдаются при разносе 20 м, направление фильтрационного потока субширотное в сторону плотины. При разносе 40 м поток несколько меняет направление, а на 60 м он уже направлен на юго-восток. На второй точке распределение поля ЕЭП при разных разносах электродов не позволяет выделить доминирующее направление фильтрационного потока. По данным наблюдений на третьей точке общее направление фильтрационного потока юго-восточное.

Таким образом, видно, что данные наблюдений методом кругового ЕЭП о направлении фильтрационных потоков, в основном, хорошо коррелируется картой изопотенциалов ЕЭП (рис. 3).

С целью установления динамики фильтрационных потоков в земляных плотинах необходимы данные о глубине залегания депрессионной поверхности вод. Практика показала, что эту задачу успешно можно решить методом вертикального электрического зондирования (ВЭЗ). На объекте методом ВЭЗ обследованы отдельные участки, где по карте изолиний ЕЭП выявляется интенсивный сток фильтрационных потоков. На рис. 4 представлен геоэлектрический разрез по данным ВЭЗ с выделением поверхности водоносного горизонта.

В дальнейшем для изучения динамики фильтрационных потоков и технического состояния земляной плотины при резком изменении поверхности уровня воды водохранилища требуются режимные наблюдения методами электроразведки и сейсморазведки.

ზ. ამილახვარი, დ. გველესიანი, გ. ჯაში, თ. ზარდალიშვილი, გ. ტაბაღლაშა,  
 შ. თავართქილაძე, ა. თავარნიშვილი, ბ. ტატიშვილი, ზ. ხელაძე

ჟინვალის მიწაყრილიან კაშხალზე ფილტრაციული  
 მოვლენების ელემენტრომეტრიული კვლევა

რეზიუმე

მოცემულია ჟინვალის წყალსაცავის კაშხალზე და მიმდებარე ტერიტორიაზე ჩატარებული გამოკვლევების შედეგები ძიების ელემენტრომეტრიული მეთოდებით. ნაჩვენებია, რომ ჟინვალის მიწაყრილიან კაშხალზე ფილტრაციული მოვლენები ვითარდება ძირითადად კაშხალის მარცხენა ნაპირზე თიხის გულის შემოვლის გზით. წყალსაცავის ნაპირებზე დადგენილია ინფილტრაციის, ხოლო კაშხალის მიდამოებში სუფოზიის ცალკეული კერები.

GEOPHYSICS

Z. L. AMILAKHVARI, D. L. GVELESIANI, G. G. JASHI, T. O. ZARDALISHVILI,  
 G. G. TABAGUA, Sh. A. TAVARTKILADZE, A. G. TARKHNISHVILI,  
 G. V. TATISHVILI, Z. V. KHELADZE

ELECTROMETRIC STUDY OF FILTRATION PHENOMENA AT THE  
 ZHINVALI HYDRO'S EARTH-FILL DAM

Summary

The paper deals with the results of geophysical prospecting by electric means at the Zhinvali Hydro and the adjacent territory. It is shown that filtration phenomena take place mainly at the left bank of the Zhinvali earth-fill dam, detouring the clay prism. At the banks of the water reservoir infiltration foci have been determined, while at the dam's territory some suffosion seats are found to occur.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. А. Богословский, А. А. Огильви. Гидротехника и мелиорация. 8, 1971.
2. А. С. Семенов. Электроразведка методом естественного электрического поля. Л., 1980.
3. Ю. В. Якубовский, Л. Л. Ляхов. Электроразведка. М., 1982.

М. И. СЕТАШВИЛИ

К ВОПРОСУ О ГРАНИЦАХ УСТОЙЧИВОСТИ ОБРАТНЫХ ЗАДАЧ  
ГЕОЭЛЕКТРИКИ ДЛЯ ПОСТОЯННОГО ПОЛЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. А. Алексидзе 5.5.1987)

Рассматриваемая нами в данной работе обратная задача геоэлектрики для постоянного поля заключается в нахождении объемной плотности распределения зарядов в некоторой области Земли по наблюденному на поверхности Земли полю потенциала ( $V_0$ ) или его производных ( $V_z, V_{zz}, V_x$ ), а также по известным параметрам среды. Исследуемая область Земли представляется объединением непересекающихся между собой прямоугольных параллелепипедов  $G_{ij}$ ,  $i = 1, m, j = 1, n$  ( $m$ —число параллелепипедов вдоль оси  $Ox$ , а  $n$ —вдоль  $Oy$ ) которые в сумме дают односвязную область. Плотность заряда в  $k$ -м параллелепипеде представляется в виде

$$\sigma_K(X, Y, Z) = A_K^0 + A_K^1(X - X_K) + A_K^2(Y - Y_K) + A_K^3(Z - Z_K), \quad (1)$$

где  $A_K^0, A_K^1, A_K^2, A_K^3$ —искомые плотностные характеристики, а  $X_K$  и  $Y_K$  координаты средней точки основания параллелепипеда.

Рассмотрим для конкретности однопараметрическую обратную задачу ( $v_0 \rightarrow a_0$ ), т. е. задачу нахождения таких постоянных плотностей параллелепипедов  $A_K^0$  что соответствующий им суммарный потенциал наилучшим образом аппроксимировал бы поле  $V_0$ .

Как известно [1], эту задачу можно свести к решению системы линейных уравнений

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_{ij} U_{ij}(M_{ks}) = U(M_{ks}), \quad (2)$$

где  $M_{ks}$ —узлы коллокации над  $G_{ks}$ -м параллелепипедом,  $U_{ij}(M_{ks})$ —эффект параллелепипеда  $G_{ij}$  в точке  $M_{ks}$ ,  $U(M_{ks})$ —наблюдаемые значения поля  $V_0$  в точках коллокации  $M_{ks}$ , а  $X_{ij}$ —искомая плотностная характеристика ( $A_K^0$  в данной задаче). Матрица  $U_{ij}$  рассчитывалась путем решения прямой задачи геоэлектрики для постоянного поля с учетом влияния дневной поверхности методом, предложенным в [2]. При определении границ устойчивости матрицы  $U_{ij}$  мы изучали спектры собственных значений матриц, получаемых варьированием соотношений высоты  $H$  и горизонтальных размеров  $D$  параллелепипедов, а также  $\frac{1}{2}$  расстояния  $Z$  от точки  $\frac{1}{2}$  наблюдения  $M_{ij}$  до верхней границы параллелепипедов. В [1] излагается способ нахождения границ спектра, который использовался при наших расчетах. Матрица  $U_{ij}$  имеет порядок  $m \times n$ , но она  $(2m+1)(2n+1)$ -диагональная где  $\bar{m}$  и  $\bar{n}$ —число параллелепипедов, используемых вдоль  $ox$  и  $oy$  соответственно от центрального параллелепипеда. В расчетах  $m=n=100$ ,  $\bar{m}=\bar{n}=19$ . Результаты счета представлены в таблицах, где по горизонтали откладывается глубина погружения ( $Z/H$ ), а по вертикали—толщина параллелепипеда ( $H$ ), измеренные в единицах  $D$ . Расчет проведен для задач ( $V_0 \rightarrow A_0$ ), ( $V_z \rightarrow A_0$ ), ( $V_{zz} \rightarrow A_0$ ), ( $V_x \rightarrow A_1$ ).



Z/H H	0,001	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
0,1	8829	8370	7922	7465	7034	6612	4718	3254	2189	1451	0953	0623	0406	0263	0171
0,2	7725	6862	6055	5299	4609	3992	1820	0789	0335	0141	0060	0025	0010	-0012	-0036
0,3	6727	5573	4541	3659	2913	2303	0661	0182	0051	0013	-0018	-0049	-0066	-0080	-0091
0,4	5870	4515	3391	2501	1817	1310	0239	0043	0007	-0044	-0069	-0085	-0099	-0114	-0126
0,5	5145	3669	2532	1706	1133	0744	0087	0009	-0047	-0075	-0094	-0111	-0128	-0144	-0160
0,6	4542	3001	1898	1171	0709	0427	0032	-0033	-0073	-0096	-0116	-0136	-0155	-0174	-0192
0,7	4042	2473	1435	0807	0447	0246	0011	-0060	-0090	-0114	-0137	-0160	-0182	-0203	-0223
0,8	3630	2057	1091	0562	0285	0143	-0017	-0077	-0106	-0132	-0158	-0183	-0207	-0229	-0250
0,9	3284	1722	0837	0394	0182	0094	-0044	-0090	-0121	-0150	-0178	-0205	-0231	-0254	-0275
1,0	2991	1453	0545	0277	0118	0050	-0061	-0102	-0135	-0168	-0198	-0227	-0253	-0277	-0298
1,2	2540	1052	0392	0141	0050	0018	-0084	-0126	-0164	-0201	-0235	-0265	-0292	-0315	-0336
1,4	2205	0780	0242	0074	0022	-0038	-0102	-0153	-0192	-0232	-0267	-0298	-0324	-0346	-0365
1,6	1951	0586	0153	0038	-0001	-0046	-0118	-0170	-0218	-0260	-0295	-0325	-0351	-0371	-0389
1,8	1752	0447	0098	0020	-0034	-0066	-0135	-0191	-0242	-0285	-0320	-0349	-0372	-0391	-0407
2,0	1591	0345	0063	-0002	-0055	-0081	-0151	-0211	-0264	-0307	-0341	-0369	-0390	-0408	-0421
2,5	1305	0187	0021	-0058	-0087	-0108	-0189	-0257	-0311	-0352	-0383	-0405	-0433	-0436	-0462
3,0	1115	0105	-0033	-0087	-0112	-0133	-0224	-0296	-0348	-0385	-0411	-0430	-0444	-0454	-0468
3,5	0978	0060	-0068	-0108	-0133	-0155	-0255	-0328	-0376	-0409	-0431	-0446	-0458	-0466	-0451
4,0	0879	0034	-0092	-0126	-0152	-0177	-0283	-0354	-0398	-0427	-0445	-0458	-0467	-0474	-0479
4,5	0800	-0012	-0110	-0143	-0171	-0198	-0308	-0375	-0415	-0440	-0456	-0467	-0474	-0480	-0484
5,0	0738	-0045	-0125	-0158	-0189	-0218	-0329	-0393	-0429	-0450	-0464	-0473	-0479	-0484	-0487

Z/H H	0,001	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	
0,1	2878	2975	3067	3147	3230	3317	3772	4390	2822	0512	-1098	-2151	-2794	-3154	-3632
0,2	3101	3275	3441	3628	3831	4063	1618	-1640	-2978	-3337	-3251	-2980	-2655	-2334	-2046
0,3	3318	3592	3899	4263	4411	2912	-2050	-3272	-3186	-2737	-2261	-1860	-1553	-1329	-1170
0,4	3561	3977	4480	3237	1350	-0136	-3165	-3113	-2494	-1924	-1513	-1245	-1075	-0969	-0885
0,5	3829	4433	3041	0875	-7400	-1849	-3244	-2575	-1868	-1402	-1132	-0981	-0873	-0801	-0786
0,6	4147	3810	1201	-0790	-1971	-2707	-2958	-2061	-1443	-1115	-0950	-0828	-0787	-0798	<-10 <sup>3</sup>
0,7	4483	2304	-0133	-1738	-2641	-3064	-2577	-1664	-1180	-0962	-0822	-0787	<-10 <sup>3</sup>	<-10 <sup>3</sup>	<-10 <sup>3</sup>
0,8	3939	1127	-1074	-2359	-2959	-3138	-2210	-1382	-0565	-0846	-0787	<-10 <sup>3</sup>	<-10 <sup>3</sup>	<-10 <sup>3</sup>	<-10 <sup>3</sup>
0,9	3072	0227	-1719	-2711	-3061	-3059	-1895	-1189	-0927	-0793	-0805	<-10 <sup>3</sup>	<-10 <sup>3</sup>	<-10 <sup>3</sup>	-0496
1,0	2218	-0455	-2153	-2884	-3035	-2900	-1639	-1059	-0833	-0793	<-10 <sup>3</sup>	<-10 <sup>3</sup>	<-10 <sup>3</sup>	-0850	-0686
1,2	0975	-1355	-2598	-2922	-2797	-2506	-1284	-0897	-0792	<-10 <sup>3</sup>	<-10 <sup>3</sup>	<-10 <sup>3</sup>	-0656	-0717	-0640
1,4	0166	-1851	-2722	-2760	-2478	-2125	-1076	-0801	<-10 <sup>3</sup>	<-10 <sup>3</sup>	<-10 <sup>3</sup>	-0709	-0657	-0646	-0506
1,6	-0350	-2110	-2685	-2531	-2167	-1807	-0952	-0800	<-10 <sup>3</sup>	<-10 <sup>3</sup>	-0658	-0652	-0573	-0453	-0599
1,8	-0678	-2229	-2571	-2291	-1896	-1556	-0849	<-10 <sup>3</sup>	<-10 <sup>3</sup>	<-10 <sup>3</sup>	-0670	-0637	-0607	-0585	-0589
2,0	-0883	-2267	-2427	-2068	-1671	-1364	-0806	<-10 <sup>3</sup>	<-10 <sup>3</sup>	-0700	-0641	-0451	-0633	-0594	-0580
2,5	-1117	-2200	-2056	-1622	-1280	-1064	<-10 <sup>3</sup>	<-10 <sup>3</sup>	-0002	-0642	-0500	-0316	-0574	-0438	-0547
3,0	-1170	-2057	-1743	-1322	-1056	-0897	<-10 <sup>3</sup>	-0854	-0668	-0500	-0586	-0360	-0590	-0547	-0548
3,5	-1165	-1908	-1499	-1123	-0918	-0832	<-10 <sup>3</sup>	-0645	-0574	-0313	-0560	-0557	-0545	-0537	-0544
4,0	-1143	-1768	-1312	-1003	-0853	-0841	<-10 <sup>3</sup>	-0668	-0593	-0574	-0591	-0545	-0546	-0536	-0539
4,5	-1118	-1641	-1168	-0911	-0850	<-10 <sup>3</sup>	-0849	-0621	-0586	-0447	-0547	-0537	-0536	-0538	-0528
5,0	-1093	-1527	-1086	-0880	-0873	<-10 <sup>3</sup>	-0695	-0497	-0574	-0547	-0548	-0544	-0530	-0528	-0522

Из расчетов следует, что задача  $(V_0 \rightarrow A_0)$  приводит к системам с плохо обусловленными матрицами, что вызывается медленным спаданием потенциала с удалением от источника. Для всех задач характерно уменьшение устойчивости матриц с увеличением высоты параллелепипеда и удалением его от точек наблюдения. Приведенные таблицы позволяют выбрать размеры параллелепипедов для устойчивого решения обратных задач плотностных характеристик. Таблица 1 дает значения  $\lambda_{\min}/\lambda_{\max} \cdot 10^4$  для задачи  $(V_z \rightarrow A_0)$ , а таблица 2 —  $\lambda_{\min}/\lambda_{\max} \cdot 10^4$  для задачи  $(V_x \rightarrow A_1)$ , где  $\lambda_{\min}$  и  $\lambda_{\max}$  — минимальные и максимальные значения собственных чисел матриц.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт геофизики

(Поступило 3.9.1987)

გეოფიზიკა

ა. სეტაშვილი

მუდმივი ველისთვის გეოელექტრობის შეზღუდვითი ამოცანის  
 ამგზავლობის საზღვრების შესახებ

რეზიუმე

განხილულია დედამიწაში მუხტების განაწილების მოცულობითი სიმკვრივის მოძებნის ამოცანა ზედაპირზე დანაკვირვები პოტენციალის და მისი წარმოებულის ველის საშუალებით. მიღებულია დამოკიდებულება მაპროქსიმირებელი სხეულის ჰორიზონტალურ და ვერტიკალურ განზომილებებს შორის, რომლისთვისაც გეოელექტრობის შეზღუდვითი ამოცანა მდგრადია.

GEOPHYSICS

M. I. SETASHVILI

TO THE PROBLEM OF STABILITY BOUNDARIES OF THE INVERSE  
 GEOELECTRIC PROBLEMS FOR CONSTANT FIELDS

Summary

The paper considers the problem of determining the volume density of charge distribution in a certain area of the Earth according to the electric potential field observed on the surface of the Earth or its derivatives. The ratios of vertical and horizontal dimensions of the approximative bodies, with the help of which the solution of the inverse geoelectric problem proves stable, are obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. А. Алексидзе. Решение некоторых основных задач гравиметрии. Тбилиси, 1985.
2. М. И. Сеташвили. Сообщения АН ГССР, 129, № 2, 1988.



АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Т. Г. АНДРОНИКАШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР),  
 Н. Д. КАКРИАШВИЛИ, Н. М. ГОГИТИДЗЕ

ВЛИЯНИЕ КАТИОННОЙ МОДИФИКАЦИИ ПОЛИМЕРОВ 978  
 G-70-91-Sp И 895 G-15-91-Sp НА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ  
 ЭЛЮИРОВАНИЯ СПИРТОВ C<sub>1</sub>—C<sub>5</sub>

В газовой хроматографии величины относительных времен удерживания веществ определяются энергией межмолекулярного взаимодействия сорбент-сорбат. В процессе перемещения спиртов в слое сорбента возникают межмолекулярные взаимодействия между сорбатом и поверхностью полимерного сорбента, включающие как силы Ван-дер-Ваальса (дисперсионные, индукционные и ориентационные взаимодействия), так и энергию водородной связи [1, 2].

На макропористом сульфокатионите, который был синтезирован на основе глицидилметакрилата и этилендиметакрилата, в различных катионообменных модификациях исследован процесс хроматографического разделения спиртов C<sub>1</sub>—C<sub>5</sub>.

Разделение осуществлялось на хроматографе ЛХМ-8МД с детектором по теплопроводности. В качестве газа-носителя использовался гелий, скорость потока 50 мл/мин. Длина хроматографической колонки 0,5 м, диаметр 0,003 м.

Исследуемый сорбент 978 G-70—91 Sp (с удельной поверхностью 30,5 м<sup>2</sup>/г, кат. емкость 0,611 ммоль/г, пористость 67,6% [А]), и сорбент 895 G-15-91 Sp (с удельной поверхностью 117,2 м<sup>2</sup>/г, кат. емкость 0,468 ммоль/г, пористость 61,8% [В]), переводили в различные катионообменные формы путем обработки в динамических условиях 5%-ными растворами солей: CoCl<sub>2</sub>, CdCl<sub>2</sub>, NiCl<sub>2</sub>, FeCl<sub>3</sub>, CrCl<sub>3</sub>. После обработки полимер (зеренне 180—250 мм) промывали дистиллированной водой и сушили. Затем сорбент помещали в хроматографическую колонку, где подвергали окончательной термической активации при 170°C в течении 24 часов в потоке газа-носителя.

Были рассчитаны относительные времена удерживания спиртов (стандарт n-пентан), которые приведены в табл. 1.

Таблица 1

Величины относительных времен удерживания алифатических спиртов  
 C<sub>1</sub>—C<sub>5</sub>. Температура колонки 100°C (А), 150°C (В)

Адсорбат	Ni <sup>2+</sup>		Co <sup>2+</sup>		H <sup>+</sup>		Fe <sup>3+</sup>		Cd <sup>2+</sup>		La <sup>3+</sup>		Cr <sup>3+</sup>	
	А	В	А	В	А	В	А	В	А	В	А	В	А	В
Метанол	21,6	1,6	21,7	2,7	24,1	1,0	19,5	2,3	22,5	2,7	14,5	1,3	24,6	—
Этанол	34,6	2,9	48,8	2,8	51,6	2,1	30,1	2,1	42,0	3,4	19,0	2,8	52,5	—
Пропанол	37,2	9,2	51,1	5,8	45,0	5,8	34,5	5,6	67,5	7,3	14,0	3,7	42,5	—
Бутанол	14,0	15,4	22,7	14,3	45,1	18,2	15,0	16,7	24,0	33,6	10,5	14,0	13,3	—
Пентанол	28,8	—	42,0	38,8	28,6	—	26,6	22,3	32,5	51,6	20,0	46,2	25,3	—

А—978 G-70-91-Sp В—895 G-15-91-Sp

(1) Полимеры 978 G-70-91 Sp и 895 G-15-91-Sp получены в Институте макромолекулярной химии АН СССР.



Времена удерживания на катионообменных формах катионита В, для метанола, этанола и пропанола в 7—20 раз больше, чем на катионите А. А для бутанола и пентанола эта разница не так велика. В некоторых случаях эти величины даже больше на катионите В. По-видимому, на катионите А, обладающем большей концентрацией катионов, значительную роль играют специфические силы взаимодействия сорбат-сорбент, что и соответствует сильному удерживанию метанола, этанола и пропанола.

Чем длиннее углеродная цепочка молекулы спирта (бутанол, пентанол), тем значительнее энергия дисперсионного взаимодействия, которая зависит от удельной поверхности адсорбента. Так у катионита В большая удельная поверхность, времена удерживания бутанола и пентанола приближаются к соответствующим величинам на катионите А, а в некоторых случаях даже превышают их.

Из колонки, заполненной катионитом В, при десорбции спирты элюируются в порядке возрастания их температур кипения, что определяется ван-дер-ваальсовыми силами взаимодействия. Исключением является метанол, который в некоторых случаях элюируется после этанола. Очевидно, в этом случае имеет место возникновение водородной связи между сорбентом и сорбатом. Атом кислорода, входящий в эфирную функциональную группу полимера, способен образовывать такую связь с атомом водорода гидроксильной группы спирта, что по-видимому, объясняет сильное удерживание молекулы метанола [2, 3].

Последовательность выхода спиртов из колонки, заполненной катионитом А, существенно отличается от указанного выше порядка, причем определенное влияние оказывает природа катиона, введенного в полимер, что хорошо видно из табл. 2.

Таблица 2

Порядок элюирования алифатических спиртов  $C_1-C_5$  из колонки заполненной 978 G-70-91-Sp полимерны катионитом А

Катионная форма	Порядок элюирования				
$Co^{2+}$	Метанол	Бутанол	Пентанол	Этанол	Пропанол
$Ni^{2+}$	Бутанол	Метанол	Пентанол	Этанол	Пропанол
$Cr^{3+}$	Бутанол	Метанол	Пентанол	Пропанол	Этанол
$Cd^{2+}$	Метанол	Бутанол	Пентанол	Этанол	Пропанол
$La^{3+}$	Бутанол	Пропанол	Метанол	Этанол	Пентанол
$H^+$	Метанол	Пентанол	Пропанол	Бутанол	Этанол
$Fe^{3+}$	Бутанол	Метанол	Пентанол	Пропанол	Этанол

На  $Ni^{2+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $La^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ -формах бутанол вымывается первым, на  $H^+$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ -формах первым элюируется метанол, на  $H^+$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ -формах этанол элюируется последним, а на  $La^{3+}$ -форме пентанол удерживается сильнее остальных.

По классификации А. В. Киселева исследованные катиониты относятся ко II типу, т. е. являются носителями локально сконцентрированного положительного заряда — обменные катионы. По той же классификации спирты могут быть отнесены к группе Д, т. е. содержат функциональные группы, в которых на периферии соседних звеньев локально сконцентрированы как электронная плотность, так и положительный заряд [4]. На катионите А, обладающим сравнительно малой удельной поверхностью, и высокой катионной плотностью, по-видимому, значительная доля межмолекулярного взаимодействия обусловлена специфическими силами — электростатические силы взаимодействия между катионом полимера и сосредоточенной электрон-

ной плотностью молекулы спирта. Значительную роль играют также дисперсионные силы взаимодействия. Их роль тем значительнее, чем длиннее и менее разветвлена углеродная цепочка молекулы спирта. Следует также учитывать и энергию водородных связей, возникающих между молекулой спирта и полимерной матрицей сорбента. Совокупность действия этих сил и определяет порядок выхода спиртов из колонки.

При повышении температуры колонки до 150°C на катионите А селективность колонки по отношению к спиртам ослабевает и спирты элюируются с одинаковыми временами удерживания.

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

(Поступило 24.9.1987)

ანალიზური ქიმია

თ. ანდრონიკაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ნ. კაკრიაშვილი,  
 ნ. გოგიტიძე

978G-70-91-Sp და 895G-15-91-Sp პოლიმერების კათიონური  
 მოდიფიკაციის გავლენა  $C_1-C_5$  სპირტების ელუირების  
 მიმდევრობაზე

რეზიუმე

შესწავლილია  $C_1-C_5$  სპირტების ელუირების თავისებურებანი 978 G-70-91-Sp და 895 G-15-91-Sp ფორიანი პოლიმერების  $Ni^{+2}$ ,  $Co^{+2}$ ,  $H^+$ ,  $Cr^{+3}$ ,  $Cd^{+2}$ ,  $La^{+3}$ ,  $Fe^{+3}$  კათიონჩანაცვლებულ ფორმებზე.

ნაჩვენებია, რომ შესწავლილ სორბენტებზე ნ-სპირტების ელუირების მიმდევრობა დარღვეულია. როგორც ჩანს, სორბატის მოლეკულასა და პოლიმერული სორბენტების ზედაპირებს შორის წარმოიქმნება წყალბადური ბმა.

ნაჩვენებია, რომ სპირტების ელუირების მიმდევრობაზე გარკვეულ გავლენას ახდენს პოლიმერის კათიონის ბუნება.

ANALYTICAL CHEMISTRY

T. G. ANDRONIKASHVILI, N. D. KAKRIASHVILI, N. M. GOGITIDZE

THE EFFECT OF 978 G-70-91-Sp AND 895 G-15-91-Sp POLYMERS  
 CATION MODIFICATION ON THE  $C_1-C_5$  ELUTION SEQUENCE  
 OF ALCOHOLS

Summary

Peculiarities of chromatographic elution of  $C_1-C_5$  alcohols (involving isomers) on the  $Ni^{2+}$ ,  $CO^{2+}$ ,  $H^+$ ,  $Cr^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $La^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$  cation-substituted forms of porous polymers 978 G-70-91-Sp and 895 G-15-91 Sp have been studied.

It is shown that the elution sequence of n-alcohols is disturbed, and a hydrogen bond is formed between the sorbate and the surface of the polymeric sorbent.

It is shown that the nature of polymer cations has a certain effect on the elution sequence of alcohols.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. И. Сакодынский, Л. И. Панина. Полимерные сорбенты для молекулярной хроматографии. М., 1977.
2. Г. М. Сальникова, Я. И. Яшин. Сб. «Газовая хроматография», вып. 9, М., 1969.
3. A. Keulemans. *Analytical Chemical Acta*, 13, 4, 357 (1955).
4. А. В. Киселев, Я. И. Яшин. Газо-адсорбционная хроматография. М., 1967.



УДК 541.49:546.273

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Б. Д. ДЖИОШВИЛИ, Н. И. ПИРЦХАЛАВА, Л. Г. ТУРИАШВИЛИ,  
 Н. Г. МЕТРЕВЕЛИ

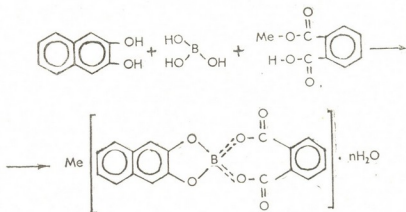
СИНТЕЗ И СВОЙСТВА КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ  
 ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ НА ОСНОВЕ  
 2,3-ДИОКСИНАФТАЛИНФТАЛАТБОРАТОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. М. Ханашвили 28.5.1988)

До настоящего времени комплексные соединения бора с разными лигандами во внутренней координационной сфере все еще остаются малоизученными соединениями.

Ранее было показано [1], что взаимодействие борной кислоты с пирокатехином и салицилатами щелочных металлов при использовании эквимольярных соотношений реагентов приводит к комплексным соединениям.

В данной работе сообщается о синтезе ранее неописанных представителей анионных комплексных соединений бора — 2,3-диоксинафталинфталатборатов щелочных металлов. С целью получения вышеуказанных комплексных соединений такого типа было изучено взаимодействие борной кислоты с 2,3-дигидрокси-нафталином и соответствующими гидрофталатами щелочных металлов



где Me=Li, Na, K, Rb, Cs; n=2, 3, 5.

Синтезированные соединения (табл. 1) представляют собой мелкокристаллические вещества белого цвета, почти не растворимые в органических растворителях, кроме ДМФА и ДМСО. При нагревании они растворяются в воде, но, очевидно, при этом происходит гидролиз.

Состав синтезированных комплексных соединений установлен на основании данных элементного анализа, а их строение подтверждено данными ИК-спектров.

Плотность при 20°C определяли пикнометрически в н-декане, предварительно насыщенным соответствующими солями.

Для определения металла и бора органическую составляющую удаляли сжиганием, после чего в остатке определялись щелочные металлы и бор в одном растворе, кислотнo-основным титрованием. Углерод и водород определяли микросожжением.



Состав и свойства 2,3-диоксинафталифталатов щелочных металлов

Соединение	Масс. %										Плотность $\rho$ , кг/м <sup>3</sup> 20 °С
	Найдено					Вычислено					
	Me	C	H	B	H <sub>2</sub> O	Me	C	H	B	H <sub>2</sub> O	
Li[C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>6</sub> B]5H <sub>2</sub> O	2,00	62,83	2,83	2,58	19,12	2,05	63,53	2,94	3,23	20,9	1225
Na[C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>6</sub> B]2H <sub>2</sub> O	5,88	58,98	2,78	2,48	9,20	6,46	60,67	2,81	3,09	9,18	1571
K[C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>6</sub> B]3H <sub>2</sub> O	10,30	58,00	2,51	2,85	12,05	10,48	58,06	2,69	2,95	12,67	1517
Rb[C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>6</sub> B]3H <sub>2</sub> O	20,02	50,31	2,28	2,58	11,50	20,33	51,67	2,39	2,63	11,44	1520
Cs[C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>6</sub> B]3H <sub>2</sub> O	27,38	45,75	2,00	2,33	10,09	28,54	46,35	2,14	2,36	10,38	1529

Таблица 2

Состав остатков, полученных прокаливанием 2,3-диоксинафталифталатов  
(масс. %, t°С=850-900°С)

Соединение	Масса остатка, %		Найдено		Формула	Вычислено, %	
	при изотермическом прокаливании	Теоретическая	Me <sub>2</sub> O	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Me <sub>2</sub> O	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Li[C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>6</sub> B]5H <sub>2</sub> O	11,48	11,62	28,71	68,52	Li <sub>2</sub> B <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	30,00	70,00
Na[C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>6</sub> B]2H <sub>2</sub> O	15,75	16,83	46,12	52,80	Na <sub>2</sub> B <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	46,96	53,03
K[C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>6</sub> B]3H <sub>2</sub> O	19,00	19,24	56,47	41,61	K <sub>2</sub> B <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	57,31	42,68
Rb[C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>6</sub> B]3H <sub>2</sub> O	26,13	27,11	71,75	26,34	Rb <sub>2</sub> B <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	72,65	27,34
Cs[C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>6</sub> B]3H <sub>2</sub> O	33,28	33,84	79,42	19,17	Cs <sub>2</sub> B <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	80,11	19,88

ИК-спектры поглощения ( $400\text{--}40000\text{ см}^{-1}$ ) записывали на инфракрасном спектрометре UR-20 с применением обычной методики растирания образцов с вазелиновым и фторированным маслами.

Методом изотермического обезвоживания было установлено, что синтезированные комплексные соединения являются кристаллогидратами. При их обезвоживании, при  $50^\circ\text{C}$ , из внешней координационной сферы удаляется вся кристаллизационная вода, при этом боратная структура не претерпевает каких-либо изменений. Нагревание выше  $250^\circ\text{C}$  сопровождается изменением структуры, что выражается изменением цвета, выделением углекислого газа и воды и резкой потерей массы. При дальнейшем нагревании до  $800^\circ\text{C}$  и выше органическая составляющая полностью выгорает и остаток, как показали результаты химического анализа, представляют собой дибораты щелочных металлов  $\text{Me}_2\text{B}_2\text{O}_4$  с соотношением оксидов  $\text{Me}_2\text{O}:\text{B}_2\text{O}_3=1:1$  (табл. 2).

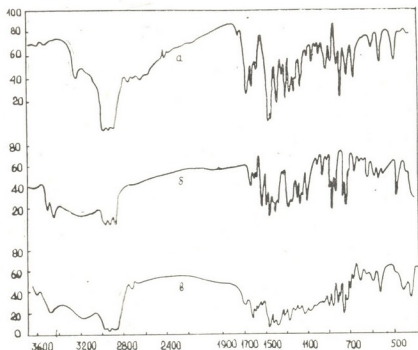


Рис. 1. ИК спектры поглощения: а) — гидрофталата натрия, б) — 2,3-дигидроксиафталина, в) —  $\text{Na}[\text{C}_{18}\text{H}_{10}\text{O}_6\text{B}]\cdot 2\text{H}_2\text{O}$

ИК-спектры поглощения соединений весьма сложны, они показаны на рис. 1 в сравнении с ИК-спектрами, 2,3-дигидроксиафталина и гидрофталата натрия.

В ИК-спектрах поглощения 2,3-диоксиафталинфталатбората натрия имеются полосы поглощения при  $500, 980$  и  $1080\text{ см}^{-1}$ , относящиеся к валентным колебаниям  $\text{B—O}$  в тетраэдре  $\text{BO}_4$  [2, 3]. Смещение полосы поглощения карбонильной группы с  $1655$  до  $1685\text{ см}^{-1}$  и исчезновение полосы поглощения, являющейся следствием взаимодействия  $\delta\text{CO—}\delta\text{OH}$  ( $1170\text{ см}^{-1}$ ), а также  $\delta\text{OH}$  карбоксила при  $2850\text{ см}^{-1}$  свидетельствует о замещении водорода карбоксильной группы фталевой кислоты атомом бора.

С помощью химического и ИК-спектральных анализов, а также методов изотермического обезвоживания были установлены состав и предположительная структура 2,3-диоксиафталинфталатборатов лития, натрия, калия, рубидия и цезия.



ბ. ჯიორჯიანი, ნ. ფირცხალავა, ლ. ტურიაშვილი, ნ. მეტრეველი

ტუტე ლითონთა კომპლექსური ნაერთების სინთეზი 2,3-  
 დიოქსინაფთალენფტალბორატების საფუძველზე და მათი  
 თვისებები

რეზიუმე

2,3-დიჰიდროქსინაფთალენის და ტუტე ლითონთა ჰიდროფტალატების ბორის მექანიზმით მოქმედებით წარმოიქმნება სპირანული კომპლექსური ნაერთები, რომლებშიც ბორის ატომის კოორდინაციული რიცხვი ოთხის ტოლია.

დადგენილია კომპლექსნაერთების შედგენილობა და აღნაგობა როგორც ქიმიური, ისე შთანქმის ინფრაწითელი სპექტრალური ანალიზების მიხედვით.

#### GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

B. D. JIOSHVILI, N. I. PIRTSKHALAVA, L. G. TURIASHVILI, N. G. METREVELI

SYNTHESIS OF COMPLEX COMPOUNDS OF ALKALI METALS ON  
 THE BASE OF 2,3-DIOXYNAPHTHALENE-PHTHALIC BORATES  
 AND THEIR PROPERTIES

#### Summary

In the case of simultaneous interaction of 2,3-dihydroxynaphthalene and alkali metals hydrophthalates with boric acid the spiro-compounds are formed with the coordination number of boron equal to 4. The structure of these compounds has been determined by chemical methods and IR spectroscopy.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ბ. დ. დჯიოშვილი, ნ. ი. პირცხალავა, ლ. გ. ტურიაშვილი. Сообщения АН ГССР, 129, № 3, 1988, 549.
2. Е. М. Шварц, В. К. Марданенко. Изв. АН Латв. ССР, сер. хим., 1977, № 3, 276.
3. К. Nakamoto *et al.* Spectrochim Acta, 21, 1965, 379.

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Д. Д. ГВЕРДЦТЕЛИ, Н. С. РЕВАЗИШВИЛИ, В. Г. ЦИЦИШВИЛИ,  
 В. С. КИКОЛАДЗЕ

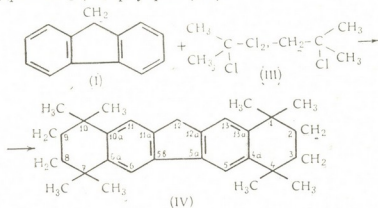
ЦИКЛОАЛКИЛИРОВАНИЕ ФЛУОРЕНА И АНТРАЦЕНА

(Представлено академиком Л. Д. Меликадзе 14.10.1987)

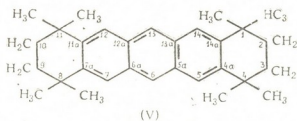
Настоящая работа посвящена синтезу и исследованию некоторых полициклических гидроароматических углеводородов, представляющих интерес в качестве модельных углеводородов при изучении вещественного состава нефтей [1].

В литературе нет данных относительно циклоалкилирования флуорена (I) и антрацена (II). Известно лишь циклогекселирование антрацена хлорциклогексаном в присутствии меда. При этом получается смесь циклогексилантроценов, в которой доказано присутствие 2-циклогексилантрацена [2—4].

В данной работе впервые удалось показать, что при циклоалкилировании флуорена (I) 2,5-дихлор-2,5-диметилгексаном (III) в присутствии свежесублимированного хлористого алюминия образуется гидроароматический углеводород 1,1,4,4,7,7,10,10-октаметил-1,2,3,4,7,8,9,10-октагидробенз [b, h] флуорен (IV).



Циклоалкилированием антрацена в аналогичных условиях получен 1,1,4,4,8,8,11,11-октаметил-1,2,3,4,8,9,10,11-октагидропентацен (V).



Для поиска оптимальных условий алкилирования реакции проводили при различных соотношениях реагентов, меняли также температуру, время и количество  $AlCl_3$ . Установлено, что эти реакции, в зависимости от условий, могут протекать по-разному.

Конденсацией (I) с (III) в присутствии безводного  $AlCl_3$  в растворе петролейного эфира получен жидкий маслообразный конденсат, из которого выделен продукт с т. пл. 244—245°. Это вещество по данным элементного анализа, молекулярной массы, отвечает составу

$C_{29}H_{38}$ . Так как все реакции электрофильного замещения в молекуле флуорена протекают в положениях 2 и 7 [5], то это вещество, очевидно, имеет строение (IV).

В отличие от флуорена, циклоалкилирование антрацена протекает труднее и выделение продукта реакции связано с определенными трудностями. Обработкой продукта конденсации в обычных условиях и вакуум-разгонкой выделены две широкие фракции: первая из них перегонялась до  $180^\circ/1-1,5$  мм и содержит не вошедший в реакцию антрацен. Из второй фракции с т. кип.  $224-230^\circ/1-1,5$  мм после хроматографической очистки и перекристаллизации из спирт-бензольной смеси было выделено вещество с т. пл.  $252-256^\circ$ , которое отвечает 1,1,4,4,8,8,11,11-октаметил-1,2,3,4,8,9,10,11-октагидропентацену (V).

Строение полученных углеводородов (IV) и (V) было установлено ЯМР  $^{13}C$  спектроскопией (данные приведены в таблице).

В спектре ЯМР  $^{13}C$  для 1,1,4,4,7,7,10,10-октаметил-1,2,3,4,7,8,9,10-октагидробенз [b, h] флуорена возможна одна плоскость симметрии и реализация быстрых конформационных переходов в насыщенных фрагментах, в связи с чем число резонансных линий для этого соединения, содержащего 29 атомов углерода, может быть понижено. В экспериментальном спектре наблюдается 11 разрешенных линий поглощения, отнесение которых приводит к представленной ниже таблице химических сдвигов. Причина магнитной неэквивалентности метильных групп связана с асимметрией их расположения относительно дальних колец

ЯМР  $^{13}C$ -спектральные данные синтезированных соединений

Соединение IV			Соединение V		
Резонирующие ядра	Мультиплетность (†)	Химический сдвиг	Резонирующие ядра	Мультиплетность (†)	Химический сдвиг
4 метильные группы	4	32,15	8 метильных групп	4	32,7
4 метильные группы	4	32,30	1, 4, 8, 11	1	34,7
1, 4, 7, 10	1	34,5	2, 3, 9, 10	3	35,2
2, 3, 8, 9	3	35,4	6, 13	2	123,8
12	3	36,2	5, 7, 12, 14	2	124,6
11, 13	2	117,2	5a, 6a, 12a, 13a	2	130,6
5, 6	2	122,8	4a, 7a, 11a, 14a	1	143,6
5a, 6a	1	139,5			
11a, 12a	1	148,8			
10a, 13a	1	143,2*			
4a, 6a	1	143,3*			

и определяется их расположением относительно атома углерода C-12a. Различные химические сдвиги метильных групп не следует приписывать группам, занимающим псевдоаксиальное или псевдоэкваториальное расположение, т. к. конформационный переход усредняет различия в химических сдвигах для этих положений.

Для соединения 1,1,4,4,8,8,11,11-октаметил-1,2,3,4,8,9,10,11-октагидропентацена наличие двух плоскостей симметрии приводит к магнитной эквивалентности ядер углерода антраценовой части, а быстрый конформационный переход в насыщенном фрагменте эффективно приводит к магнитной эквивалентности всех метильных групп. В результате в спектре этого соединения, содержащего 30 атомов углерода, наблюдаются лишь 7 линий резонансного поглощения. При отнесении этих линий использовались обычные спектро-структурные корреляции

(† Число резонансных линий, возникающих из-за взаимодействия с протонами, соответствует: 4— $(CH_2)$ , 3— $(CH_2)$ , 2— $(CH)$ , 1—четвертичный.

(\* Отнесение неоднозначно.

[6] и данные спектров с внезонансным подавлением взаимодействия с протонами.

Полученные спектральные данные и их характерные особенности полностью соответствуют структурам изученных соединений.

Спектры ЯМР  $^{13}\text{C}$  регистрировались на спектрометре BS 567, фирмы «Тесла» (ЧССР). Растворитель дейтерохлороформ (В/О «Изотоп», СССР), концентрация 10%. Экспериментальные условия аналогичны описанным в работе [7].

Соединение (IV). К смеси 2,56 г флуорена (I) и 5,5 г 2,5-дихлор-2,5-диметилгексана (III), с т. пл.  $63-64^\circ$  и 30 мл петролейного эфира с т. кип.  $80-90^\circ$ , при комнатной температуре и непрерывном перемешивании медленно добавляли 0,8 г  $\text{AlCl}_3$ . При этой же температуре смесь перемешивали в продолжении 1 часа. Затем колбу постепенно подогревали на водяной бане до  $85^\circ$  и при этой же температуре реакцию проводили в течение 12 часов. Образовавшийся комплекс разлагали разбавленной соляной кислотой, экстрагировали эфиром, эфирную вытяжку промывали водой, высушивали над  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  и растворитель отгоняли. Полученный конденсат представляет собой густую массу коричневого цвета. После хроматографирования через колонку с  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (петролейный эфир-безол 8:1), он частично закристаллизовывался. Перекристаллизованное из этилацетата вещество плавится при  $244-245^\circ$ , выход 70%. Найдено, % С 90,48, 90,28, Н 9,52, 9,70.  $\text{M}_{360}383$ ,  $\text{C}_{29}\text{H}_{38}$ . Вычислено, % С 90,16 Н 9,84. М 386.

Соединение (V). Реакцию проводили в вышеуказанных условиях, при молярных соотношениях антрацена (II), (III) и  $\text{AlCl}_3$  0,8:0,4:1, максимальная температура  $85^\circ$ , общая продолжительность реакции 13 часов. Конденсат (9,2 г), представляющий собой густую, темно-коричневого цвета массу, перегоняли под вакуумом и выделили фракцию с т. кип.  $224-230^\circ/1,5$  мм, которая полностью закристаллизовалась. Дважды перекристаллизованный из смеси этанола и бензола продукт имеет т. пл.  $245-256^\circ$ , выход 28%.

Найдено, % С 90,54, 90,48, Н 9,46, 9,50.  $\text{M}_{36}$  395.  $\text{C}_{30}\text{H}_{38}$ .

Вычислено, % С 90,45, Н 9,55, М 398.

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

Республиканский центр  
спектроскопии  
ЯМР ГССР

(Поступило 23.10.1987)

ორგანული ქიმია

დ. ზვირფითელი, ბ. რვაზოვშილი, ვ. ციციშვილი, ვ. კიკოლაძე.

ფლუორენისა და ანტრაცენის ციკლოალკილირება

რეზიუმე

ფლუორენისა (I) და ანტრაცენის (II) კონდენსაციით 2,5-დიქლორ-2,5-დიმეთილგექსანთან (III) ქლორიანი ალუმინის თანაობისას მიიღება, შესაბამისად, 1,1,4,4,7,7,10,10-ოქტამეთილ-1,2,3,4,7,8,9,10-ოქტაჰიდრობენზ [b, h] ფლუორენი (IV) და 1,1,4,4,8,8,11,11-ოქტამეთილ-1,2,3,4,8,9,10,11-ოქტაჰიდრობენტრაცენი (V). მიღებული ნაერთების აგებულება დადგენილია ბ. მ.  $^{13}\text{C}$  სპექტრების დახმარებით.

D. D. GVERDTSITELI, N. S. REVAZISHVILI, V. G. TSITSISHVILI, V. S. KIKOLADZE

## CYCLOALKYLATION OF FLUORENE AND ANTHRACENE

## Summary

The cycloalkylation reaction of fluorene (I) and anthracene (II) with the use of 2,5-dichloro-2,5-dimethylhexane (III) has been studied in the presence of aluminium chloride. The corresponding 1,1,4,4,7,7,10,10-octamethyl-1,2,3,4,7,8,9,10-octahydrobenz (b, h)-fluorene (IV) and 1,1,4,4,8,8,11,11-octamethyl-1,2,3,4,8,9,10,11-octahydropentacene (V) have been obtained. NMR  $^{13}\text{C}$  spectra were used to verify the structure of the obtained compounds.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ал. А. Петров. Углеводороды нефти. М., 1984, 149.
2. Н. Г. Сидорова, Ф. М. Саидова. ЖОХ, 31, 1961, 2014.
3. N. G. Rule, W. I. Hickinbottom. J. Chem. Soc. 1959, 2509.
4. M. M. Vuu-Hoi, P. Cagniant. Comptes Rendus, 1945, 220, 326.
5. З. Гауптман, Ю. Грефе, Х. Ремане. Органическая химия. М., 1979, 276.
6. Х. Гюнтер. Введение в курс спектроскопии ЯМР. М., 1984, 478.
7. Н. И. Чобаниани, М. О. Лабарткава, В. Г. Цицишвили, В. С. Николодзе. Сообщения АН ГССР, 124, № 3, 1986, 545.



В. Д. ЭРИСТАВИ, В. Ю. МИНДИЦ, Г. П. ЧИЧУА

## ОБРАБОТКА В ИНТЕРАКТИВНОМ РЕЖИМЕ ДАННЫХ ПО СОРБЦИИ МЕДИ (II) НА ОКСАЛАТНЫХ ФОРМАХ АНИОНИТОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Андришашвили 20.2.1987)

В системе «катионсодержащий раствор — анионит, модифицированный лигандом», сорбция металлов протекает за счет образования их анионных комплексов непосредственно в фазе сорбентов, которые удерживаются матрицей анионита электростатическими силами [1].

При математическом описании динамики комплексообразовательной сорбции катионов металлов на анионитах, модифицированных лигандами, для упрощения решения задачи изотерма сорбции принималась прямоугольной, поскольку реакции комплексообразования в большинстве случаев практически необратимы [2].

С целью установления правомерности использования предложенной упрощенной теории [2] для описания динамики сорбции меди (II) на оксалатных формах анионитов и установлении кинетической области этого процесса нами были изучены равновесное распределение концентрации меди (II) в системе «медьсодержащий раствор — анионит, модифицированный оксалат-ионами», [3] и кинетика сорбции меди (II) в динамических условиях [4]. Для получения достоверных результатов проводилось пять параллельных экспериментов, в связи с чем был получен большой объем экспериментальной информации.

Обычной процедурой при обработке больших массивов данных является аппроксимация информации компактными выражениями («свертка» информации). В качестве критерия пригодности конкретного математического выражения для целей аппроксимации выдвигается требование однородности (в математико-статистическом смысле) дисперсий представления экспериментальных данных выбранным выражением и дисперсий самих экспериментальных данных. Процедура выбора наилучшего в указанном смысле уравнения «свертки» легко автоматизируется для большого количества уравнений. Однако при этом не учитывается априорная информация, всегда имеющаяся у исследователя, и поэтому во многих случаях результаты обработки экспериментальных данных методами математической статистики не удовлетворяют экспериментаторов. Попытки ввести в автоматизированную систему дополнительные критерии, учитывающие в той или иной форме априорную информацию, резко усложняют программное обеспечение ЭВМ и делают это программное обеспечение неуниверсальным, так как система критериев меняется от задачи к задаче. Разумный компромисс заключается в переходе жестких алгоритмов обработки экспериментальных данных к тандему «ЭВМ-экспериментатор». ЭВМ осуществляет начальную обработку данных, а экспериментатор оценивает полученные результаты на устройствах визуализации информации (дисплей, графопостроитель), сравнивая между собой различные варианты, каждый из которых удовлетворяет математико-статистическим критериям.

При решении этой задачи обычно пользуются так называемым «методом наименьших квадратов» [5], который заключается в выборе той из исследуемых функциональных зависимостей, которая обеспечивает минимальное значение суммы квадратов отклонений эксперимен-



тальных значений от рассчитанных с помощью данной функциональной зависимости.

В связи с большим объемом экспериментальных данных мы воспользовались возможностью провести соответствующие расчеты на ЭВМ СМ-4 по программе POLREG, представляющей собой дальнейшее усовершенствование программы, описанной в [6].

При окончательном выборе аппроксимирующего уравнения нами наряду с оценкой дисперсии представления экспериментальных данных аппроксимирующим уравнением оценивался общий ход расчетной кривой.

#### Обработка экспериментальных данных изотерм сорбции меди (II)

В результате проведенных расчетов и последующих оценок оказалось, что экспериментальные результаты изотерм сорбции наиболее удовлетворительно описываются выражением

$$q = \exp \left[ \sum_{i=1}^n a_i (\ln C'_0)^{i-1} \right], \quad (1)$$

где  $q$  и  $C'_0$  — количество меди (II) в мг·эquiv на 1 г анионита и в 1 мл раствора соответственно при равновесии.

Значения коэффициентов  $a_i$  рассчитаны по указанной программе. Как пример на рис. 1 приведены экспериментальные точки и расчет-

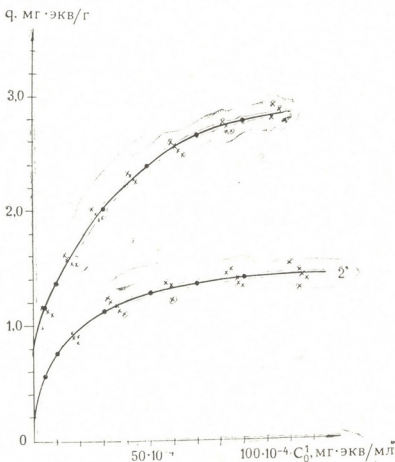


Рис. 1. Изотермы сорбции меди (II) на анионите АВ-16 в  $C_2O_4$ -форме: 1 — из водных растворов; 2 — из водно-кислых растворов (0,003 М  $H_2SO_4$ ); — — — расчетные кривые изотерм сорбции; X — экспериментальные точки изотерм сорбции

ные кривые изотерм сорбции из водных и водно-кислотных растворов на анионите АВ-16 в  $C_2O_4$ -форме. Максимальное отклонение экс-

периментальных точек от расчетных кривых для обработанных массивов информации составил 8%.

Использование уравнения (1) наложило ограничение на диапазон измерения  $C'_0$ . Действительно, так как  $\ln 0 = -\infty$ , то значения  $q$ , для которых  $C'_0=0$ , пришлось исключить и для определения коэффициентов использовать те  $q$ , для которых  $C'_0 \neq 0$ .

Обработка экспериментальных данных кинетики сорбции меди (II) в динамических условиях

Для экспериментальных данных кинетики сорбции меди (II) в динамических условиях характерен четко выраженный выход на некоторое предельное значение, что является закономерным, так как эти данные описывают процесс достижения равновесного состояния сорбции в динамических условиях.

Простейшей моделью этого процесса служит следующая зависимость:

$$\frac{dq}{dt} = k(q_\infty - q), \quad (2)$$

где  $k$  — коэффициент пропорциональности;  $t$  — время;  $q_\infty$  — предельное значение  $q$  (при  $t \rightarrow \infty$ ).

Решением этого дифференциального уравнения при начальном условии  $q=0$  при  $t=0$  является

$$q = q_\infty (1 - e^{-kt}) \quad (3)$$

Из (3) следует

$$k = - \frac{\ln \left( 1 - \frac{q}{q_\infty} \right)}{t}. \quad (4)$$

Для расчета  $k$  по (4) необходимо точное значение  $q_\infty$ , которое, в свою очередь, подлежит определению. Поэтому расчет проводился в интерактивном режиме путем последовательного изменения  $q_\infty$ , таким

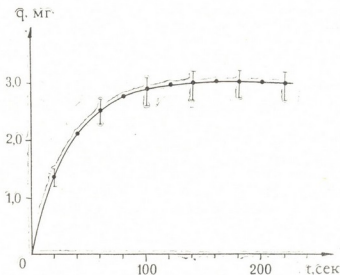


Рис. 2. Кинетические кривые сорбции меди (II) на анионите АВ-16 в  $C_2O_4$ -форме;  $v=90$  мл/мин;  $C_0=0,1$  мг/мл; — — — расчетная кривая кинетики сорбции; I — отклонение от расчетных значений

образом, чтобы обеспечить минимальное значение дисперсии представления экспериментальных значений уравнением (3).

Результаты обработки данных кинетики сорбции меди на анионите АВ-16 в  $C_2O_4$ -форме приведены на рис. 2. Максимальное отклоне-

ние экспериментальных точек кинетики сорбции от расчетных кривых для обработанных массивов информации составило 10%.

Удовлетворительные результаты, полученные нами в рамках использованного подхода, позволяют утверждать, что режим диалога «исследователь-ЭВМ» дает возможность в сжатые сроки эффективно обрабатывать большие массивы экспериментальных данных.

Грузинский политехнический институт

им. В. И. Ленина

Академия наук Грузинской ССР

Геологический институт

им. А. И. Джапелидзе

Всесоюзный научно-исследовательский и конструкторский институт аналитической техники (ВНИИАТ) Тбилисского научно-производственного объединения «Аналитприбор»

(Поступило 6.5.1987)

ფიზიკური ქიმია

3. ერისთავი, ვ. მინდინი, გ. ჩიჩუა

ოქსალატური ფორმის ანიონიტებზე სპილენძის (II) იონების სორბციის მონაცემების დამუშავება ინტერაქტიურ რეჟიმში

რეზიუმე

შესწავლილია სპილენძის (II) იონების კონცენტრაციის განაწილება წონასწორულ პირობებში და სორბციის კინეტიკა სისტემაში „კათიონშემცველი ხსნარი — ანიონიტი მოდიფიცირებული ოქსალატ-იონებით“.

მიღებული ექსპერიმენტული მონაცემები დამუშავებულია ელექტროგამომთვლელ მანქანაზე CM-4 ინტერაქტიურ რეჟიმში.

ნაჩვენებია, რომ ექსპერიმენტული შედეგების დამუშავება დიალოგურ რეჟიმში „მკვლევარი — ეგვ“ იძლევა შესაძლებლობას მცირე დროში ფექტიურად შევაფასოთ ექსპერიმენტული შედეგების განმეორადობა და დავაშუშავოთ დიდი მოცულობის ექსპერიმენტული მასალები.

PHYSICAL CHEMISTRY

V. D. ERISTAVI, V. Yu. MINDIN, G. P. CHICHUA

## PROCESSING THE DATA ON COPPER (II) SORPTION ON THE OXALATE FORMS OF ANIONITES IN THE INTERACTIVE MODE

Summary

Equilibrium distribution of copper (II) concentration and sorption kinetics is studied in the “copper-containing solution-anionite modified by oxalate ions” system. Experimental data have been processed in the interactive mode using the CM-4 computer. Mathematical and statistical processing showed a good reproducibility of experimental results. It is shown that processing of experimental results in the “user-computer” dialogue mode enables large files of experimental data to be effectively processed in short time.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Д. Эристави, Г. П. Чичуа, Д. Н. Бахия, Ц. Н. Шенгелия, Т. Е. Мачаладзе, Т. А. Гвахария, З. О. Джавахишвили. Изв. АН ГССР, сер. хим., т. 9, № 3, 1983, 210.
2. В. Д. Эристави, В. С. Голубев, Г. П. Чичуа, Д. Н. Бахия, Ц. Н. Шенгелия. ЖФХ, LVIII, № 2, 1984, 434.
3. Г. П. Чичуа, В. Д. Эристави. Сообщения АН ГССР, 121, № 1, 1986, 101.
4. В. Д. Эристави, Г. П. Чичуа, Д. Н. Бахия. Сообщения АН ГССР, 104, № 2, 1981, 353.
5. А. Г. Морачевский, А. Ш. Авалиани, В. Ю. Миндин. Жидкие катоды. Тбилиси, 1978.
6. В. В. Налимов. Применение математической статистики при анализе вещества. М., 1960.



ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

М. М. КАЦИТАДЗЕ, Э. Г. ДЗОЦЕНИДЗЕ, М. Д. МУСЕРИДЗЕ,  
 Д. И. ПЕТВИАШВИЛИ

ИЗУЧЕНИЕ СОВМЕСТНОГО ВЛИЯНИЯ МЕРКАПТАНОВ НА  
 ПЕРВЫЙ ПРЕДЕЛ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ ГРЕМУЧЕЙ СМЕСИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. М. Хананашвили 17.9.1987)

Ранее было показано, что при совместном действии ингибиторов на первый предел самовоспламенения гремучей смеси могут проявляться неаддитивные эффекты ингибирования даже в случае использования в качестве партнеров одиотипных ингибиторов [1, 2].

Оказалось, что характер неаддитивности зависит не только от условий эксперимента (температура, соотношение и концентрации ингибиторов), но и от природы ингибитора. Ингибиторы, характеризующиеся большими временами задержки воспламенения, в основном проявляют при совместном использовании синергизм ингибирования (амины), а ингибиторы, характеризующиеся малыми временами задержки или вообще не имеющие их, — антагонизм ингибирования (алифатические спирты). Целью настоящей работы явилась проверка характера совместного действия нормальных алифатических меркаптанов, времена задержек воспламенения которых находятся между временами задержек аминов и спиртов.

Эксперимент проводился на статической вакуумной установке в интервале температур 843—923 К методом пределов воспламенения. Пропил- и гексилмеркаптаны добавлялись к гремучей смеси по 0,12 или 0,06% от общего давления. При совместном воздействии ингибиторы брались в равных количествах.

Результаты экспериментов приведены в табл. 1 и на рис. 1, 2.

Таблица 1

Зависимость первого предела воспламенения ( $P_1$ ) от состава смеси  $2H_2 + O_2 +$   
 $+X\% C_3H_7SH + Y\% C_6H_{13}SH$  ( $\Delta P = P_1^{In} - P_1$ )

ТК	0%		0,12% x		0,12% y		0,24% (x+y)		0,06% x		0,06% y		0,12% (x+y)	
	$P_1$	$P_1^{In}$	$\Delta P$	$P_1^{In}$	$\Delta P$	$P_1^{In}$	$\Delta P$	$P_1$	$\Delta P$	$P_1^{In}$	$\Delta P$	$P_1^{In}$	$\Delta P$	
843	5,5	5,57	0,07	5,77	0,27	6,84	1,34	5,54	0,04	5,75	0,25	5,02	0,52	
863	5,06	5,13	0,07	5,19	0,13	6,00	0,94	5,09	0,03	5,14	0,08	5,5	0,46	
883	4,6	4,68	0,08	4,73	0,13	5,02	0,42	4,65	0,05	4,7	0,10	4,80	0,2	
903	4,27	4,33	0,06	4,42	0,15	4,53	0,26	4,3	0,03	4,39	0,12	4,43	0,15	
923	4	4,08	0,08	4,16	0,16	4,19	0,19	4,03	0,03	4,08	0,08	4,12	0,12	

Как видно из экспериментальных данных, при больших концентрациях ингибиторов и при низких температурах наблюдается синергизм ингибирования (рис. 1). При самой высокой температуре (923 К) уже проявляется антагонизм ингибирования, а при 903 К  $\Delta P_{\text{сум}}$  хоть и



больше аддитивного смещения пределов  $\Delta P_1 + \Delta P_2$ , но синергизмом его уже трудно назвать из-за очень малого значения разности  $\Delta P_{\text{сум}} - (\Delta P_1 + \Delta P_2)$ .

При низких концентрациях ингибиторов лишь при низких температурах наблюдается синергетический эффект ингибирования (рис. 2). В остальных случаях при совместном воздействии двух мер-

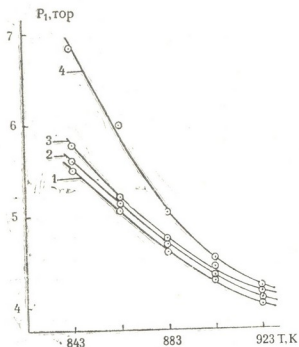
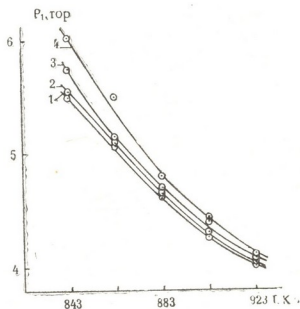


Рис. 1. Зависимость первого предела воспламенения ( $P_1$ ) от температуры для смесей следующего состава: 1— $2\text{H}_2 + \text{O}_2$ ; 2— $2\text{H}_2 + \text{O}_2 + 0,12\%$   $\text{C}_3\text{H}_7\text{SH}$ ; 3— $2\text{H}_2 + \text{O}_2 + 0,12\%$   $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{SH}$ ; 4— $2\text{H}_2 + \text{O}_2 + 0,12\%$   $\text{C}_3\text{H}_7\text{SH} + 0,12\%$   $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{SH}$

каптанов величина смещения предела практически равняется аддитивной величине смещений, получающихся при ингибировании отдельными

Рис. 2. Зависимость первого предела воспламенения ( $P_1$ ) от температуры для смесей следующего состава: 1— $2\text{H}_2 + \text{O}_2$ ; 2— $2\text{H}_2 + \text{O}_2 + 0,06\%$   $\text{C}_3\text{H}_7\text{SH}$ ; 3— $2\text{H}_2 + \text{O}_2 + 0,06\%$   $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{SH}$ ; 4— $2\text{H}_2 + \text{O}_2 + 0,06\%$   $\text{C}_3\text{H}_7\text{SH} + 0,06\%$   $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{SH}$



ингибиторами, что согласно теории [1], является антагонизмом ингибирования.

Как видно из экспериментальных данных, в зависимости от концентрации ингибиторов и температур могут реализоваться эффекты как антагонизма, так и синергизма ингибирования.

Ранее в литературе значения кинетических констант для элементарных реакций взаимодействия атомов водорода с меркаптанами не



были известны. Приводились только соотношения энергий активации и предэкспоненциальных множителей при температурах 293—403 К методом фотолиза [3].

Определение констант скоростей реакции атомов водорода с молекулами ингибиторов (этил-, пропил- и гексилмеркаптанами) мы провели методом первого предела воспламенения [4] в интервале температур 843—943 К. Общий вид константы скорости

$$K = K^{\circ} \exp(-E/RT).$$

Полученные значения  $K$ ,  $K^{\circ}$  и  $E$  приведены в табл. 2.

Таблица 2

Основные кинетические параметры элементарных реакций  $H+RSH=H_2+RS$ 

Реакция	TK	$E \frac{\text{КДЖ}}{\text{МОЛЬ}}$	$\lg K^{\circ} \frac{\text{М}^3}{\text{МОЛЬ} \cdot \text{С}}$	$K \frac{900 \text{ К}}{\text{М}^3 \text{ МОЛЬ} \cdot \text{С}}$
$H+C_2H_6S \rightarrow H_2+C_2H_5S$	843—943	$16,76 \pm 2,3_L$	$6,37 \pm 0,14$	$2,55 \cdot 10^5$
$H+C_3H_8S \rightarrow H_2+C_3H_7S$	843—943	$14,83 \pm 1,76$	$6,7 \pm 0,1$	$6,99 \cdot 10^5$
$H+C_6H_{14}S \rightarrow H_2+C_6H_{13}S$	843—943	$13,83 \pm 1,78$	$6,71 \pm 0,11$	$8,97 \cdot 10^5$

Все расчеты по определению констант скоростей были проведены статистическим математическим методом наименьших квадратов. Погрешности были определены с 90% вероятностью.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 1.10.1987)

ფიზიკური ქიმია

ა. კაციაძე, ზ. ძოტსენიძე, მ. მუსერიძე, დ. პეტიაშვილი

მერკაპტანების ერთობლივი მოქმედების შესწავლა მგრძობინაში ნარევის სააღმზრდო პირველ ზღვარზე

რეზიუმე

შესწავლილია მერკაპტანების ერთობლივი გავლენა მგრძობინაში ნარევის სააღმზრდო პირველ ზღვარზე. დადგენილია ინჰიბიტორების არაადიტიური ეფექტების გამოვლენის პირობები. განსაზღვრულია წყალბადის ატომის ეთილ-, პროპილ- და ჰექსილმერკაპტანებთან ურთიერთქმედების სინქარეთა მუდმივები.

#### PHYSICAL CHEMISTRY

M. M. KATSITADZE, Z. G. DZOTSENIDZE, M. D. MUSERIDZE, D. I. PETVIASHVILI  
A STUDY OF THE COMBINED ACTION OF MERCAPTANS ON THE  
FIRST LIMIT OF IGNITION OF HYDROGEN-OXYGEN  
STOICHIOMETRIC MIXTURES

#### Summary

The combined action of propyl- and hexylmercaptans on the first limit of ignition of hydrogen-oxygen stoichiometric mixture has been studied. It

is found that the effects of synergism or antagonism take place, depending on the inhibitor concentration and temperature. The constants of interaction rates of hydrogen atoms with propyl- and hexylmercaptans have been determined.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. М. Кацитадзе. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1983.
2. Т. В. Кокочашвили, З. Г. Дзоценидзе, М. Д. Мусеридзе, М. А. Наморадзе, В. В. Азатян. Изв. АН ГССР, сер. хим., т. 5, № 1, 1979, 49—55.
3. В. Н. Кондратьев. Константы скорости газофазных реакций. Справочник. М., 1970, 351.
4. В. В. Азатян, В. В. Воеводский, А. Б. Палбандян. Кинетика и катализ, 340, 2, 1961.



Г. Д. ЧАЧАНИДЗЕ

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КОНФИГУРАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НЕКОТОРЫХ ШПИНЕЛЕЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Г. Гвелесиани 27.11.1987)

Конфигурационные характеристики — энтальпия ( $\Delta H_{\text{конф.}}$ ) и энтропия ( $\Delta S_{\text{конф.}}$ ) — фазовых переходов ферромагнетизм-парамагнетизм (ФП), ферромагнетизм-антиферромагнетизм (ФА) и порядок-беспорядок (ПБ) часто вносят значительный вклад в абсолютную величину указанных параметров. Кроме того, по ним можно судить о степени порядка, связанного с фазовым переходом и, следовательно, о строении и структуре кристаллического твердого тела. Как показали эксперименты, в большинстве случаев в ферромагнетиках реализуются такие условия, когда указанные превращения приобретают все признаки переходов I рода [1—5]. В таких случаях, рассматривая их как обратимый изобарно-изотермический процесс, можно рассчитать и энтропию процесса ( $\Delta S_{\text{конф.}}$ ) из измеренных величин энтальпии, относя их к точкам превращения.

Однако экспериментальное определение энтальпии магнитно-фазовых переходов требует много времени и труда и специальных дорогостоящих установок. Теоретический расчет, несмотря на значительные успехи теории ферромагнетизма, в большинстве случаев не приводит к количественному совпадению теории с экспериментом, а отражает лишь качественную картину, в особенности для сложных ферритов<sup>(1)</sup>. Поэтому приобретают важное значение различные приближенные формулы прогнозирования свойств веществ. Нами ранее [1, 2] была найдена симбатная корреляция между термодинамическими и магнитными характеристиками ферритов<sup>(2)</sup>. На этой основе, с использованием экспериментальных данных по магнитным энтальпиям [2] было выведено линейное уравнение  $\Delta H_{\text{конф.}}^{\text{ФП}} = f(n_B)$ <sup>(3)</sup> для расчета магнитной энтальпии феррошпинелей (с  $n_B > 2$  мВ) [3]. Точность уравнения оценена в 10—15%.

Целью настоящей работы является применение этого уравнения для прогнозирования конфигурационных характеристик  $\Delta A_{\text{конф.}}^{\text{ФП}}$  и  $\Delta S_{\text{конф.}}^{\text{ФП}}$  различных ферритов-шпинелей.

<sup>(1)</sup> Например, расчет  $\Delta S_{\text{конф.}}^{\text{ФП}}$  из известной спиновой формулы  $\Delta S_{\text{конф.}}^{\text{ФП}} = R \ln \times (2J+1)$  зачастую дает величины во много раз превышающие экспериментальные (именно из-за учета многих факторов при теоретических расчетах); что касается расчета энтальпии перехода в вейссовском приближении с использованием константы молекулярного поля  $W$ , она также ориентировочный, т.к. при строгом суждении величина  $W$  не является постоянной, она меняется с температурой, в особенности в области  $T_R$  [6,7].

<sup>(2)</sup> Корреляция между  $T_R$  и  $n_B$  подтвердилась и для других веществ, например, для различных фаз  $\text{La}_2\text{CuO}_4$ , обладающих сверхпроводимостью [8].

<sup>(3)</sup> где  $n_B$  — магнитный момент насыщения, мВ.





№№	Шпинели	T <sub>ж.</sub> К	p <sub>B</sub> мВ	ΔH <sub>кофф.</sub> ФП Дж. моль <sup>-1</sup>		Метод Лит.	Расч., %	ΔS <sub>кофф.</sub> ФП Дж. моль <sup>-1</sup> . К <sup>-1</sup>	Коэфф. линейного уравн.	Тип решетки характеристика
				из уравнен. (прогноз)	эксп.					
1	Ni <sub>0,6</sub> Zn <sub>0,4</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	623	5,0	2822,25	2720	экстрем. и интерп. кривой ΔH(n <sub>B</sub> ) [2,3]	4,0	4,53	1 ÷ 7 феррошпинели, двухподрешеточные, твердые растворы, обращенные, полупроводники;	
2	Ni <sub>0,5</sub> Zn <sub>0,5</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	503	5,3	3088,89	2920		5,0	6,14		
3	Ni <sub>0,4</sub> Zn <sub>0,6</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	458	5,0	2822,25	2720		4,0	6,16		
4	Ni <sub>0,2</sub> Zn <sub>0,8</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	323	3,1	1133,49	1050		2,0	3,51	8, 9, 13 феррошпинели, индивидуальные, двухподрешеточные, обращенные полупроводники;	
5	Li <sub>0,25</sub> Zn <sub>0,5</sub> Fe <sub>2,75</sub> O <sub>4</sub>	573	4,0	1933,43	1910		2,0	3,37		
6	Li <sub>0,316</sub> Zn <sub>0,365</sub> Fe <sub>2,316</sub> O <sub>4</sub>	658	4,5	2377,84	2340		2,0	3,61	10 ÷ 12 феррошпинели, двухподрешеточные, твердые растворы, обращенные, полупроводники;	
7	Ni <sub>0,8</sub> Zn <sub>0,2</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	748	3,7	1663,38	1660,63	0,19	2,18			
8	NiFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	858	2,3	429,30	427,19	ДСК-1500 [2,3]	1,55	0,50	14–15 халькошпинели, двухподрешеточные с металлической проводимостью Р-типа.	
9	Li <sub>0,5</sub> Fe <sub>2,5</sub> O <sub>4</sub>	903	2,5	605,65	649,77		7,94	0,72		
10	Li <sub>0,4865</sub> Zn <sub>0,027</sub> Fe <sub>2,4865</sub> O <sub>4</sub>	898	2,9	958,23	843,91		12,97	0,84		
11	Li <sub>0,4315</sub> Zn <sub>0,097</sub> Fe <sub>2,4315</sub> O <sub>4</sub>	853	3,4	1398,95	1489,08		6,16	1,74		
12	Li <sub>0,4</sub> Zn <sub>0,2</sub> Fe <sub>2,4</sub> O <sub>4</sub>	773	3,6	1575,23	1562,30		0,81	1,98		
13	CoFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	773	3,3	1310,80	1284,07	1,91	1,66	Все величины относятся к молекуле феррита состоящей из семи атомов.		
14	CuCr <sub>2</sub> Se <sub>4</sub>	433	5,0	2822,25	3263	Из C <sub>p</sub> (T)	13,0		6,62	
15	CuCr <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	390	4,7	2555,60	2180	кр. [12]	14,0		6,55	

b = 888,82

a = 1021,85



Результаты расчета энтальпии перехода по предложенному нами уравнению:  $\Delta H_{\text{конф.}}^{\text{ФП}} = -1621,85 + 888,82 n_{\beta}$  и все необходимые данные для расчета приводятся в таблице. Необходимо подчеркнуть, что точность расчета энтальпии и энтропии зависит от точности применяемых для расчета величин  $n_{\beta}$  и  $T_k$ . Величины магнитного момента заимствованы из [9—14].

Для приведенных в таблице ферромагнетиков  $T_k$  определены также нами тремя методами: ДТА, баллистическим и из  $C_p(T)$  кривых [3] и сопоставлены с имеющимися в литературе данными (за исключением халькошпинелей и феррита  $Ni_{0,5}Zn_{0,5}Fe_2O_4$ , которые нами не синтезированы). Твердо-фазовый синтез приведенных в таблице керамики с детальным описанием идентификации фаз на основе химического, рентгенографического, спектрального, микроструктурного, дифференциально-термического (ДТА), термогравиметрического (ТГ) и магнитного анализов (измерение  $T_k$ ), а также пламенной фотометрии и  $\alpha$ -фазометрии, приводится там же. Используемая нами величина  $n_{\beta} = 5$  мВ для селенохромита соответствует ионному распределению в А и В подрешетках:  $Cu^{2+}[Cr_2^{3+}]Se_4$ , что подтверждено дифракцией нейтронов [12].

Как видно из таблицы, для простых и сложных оксидов (двух-подрешеточных оксиферрошпинелей), предложенное нами уравнение работает довольно хорошо, поскольку расхождение между расчетными и экспериментальными величинами  $\Delta H_{\text{конф.}}^{\text{ФП}}$  не превышает 6—8% и лежит гораздо ниже допустимого (10—15%) [3].

Повышение погрешности (12,97%) для состава  $Li_{0,4865}Zn_{0,027} \cdot Fe_{2,4865}O_4$ , по-видимому, объясняется неточностью определения либо  $n_{\beta}$ , либо  $\Delta H_{\text{эксп.}}$ .

Для халькошпинелей рассчитанные величины  $\Delta H_{\text{конф.}}^{\text{ФП}}$  также удовлетворительно согласуются с имеющимися в литературе экспериментальными данными [12]. Это дает основание для заключения, что связь между магнитным моментом ( $n_{\beta}$ ) и энтальпией перехода ( $\Delta H_{\text{конф.}}^{\text{ФП}}$ ) в рассмотренных халькошпинелях также линейна.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт неорганической  
химии и электрохимии

(Поступило 27.11.1987)

ფიზიკური ქიმია

ბ. ჩაჩანიძე

სოფიანთი უკინელის კონფიგურაციული მახასიათებლების  
პროგნოზირება

რეზიუმე

ავტორის მიერ აღრე შემოთავაზებული სწორხაზოვანი განტოლების სა-  
ფუძველზე ( $\Delta H = f(n_{\beta})$  სიზუსტე 14—15%), გათვლილია (პროგნოზირებუ-



ლია) კონფიგურაციული მახასიათებლები ( $\Delta H_{\text{კონფ.}}$ ,  $\Delta S_{\text{კონფ.}}$ ) კრიტიკულ ტემპებში. ნაჩვენებია, რომ ნახევრადგამტარულ მასალებში — ორქვევანობის ოქსიდფეროშპინელებში, რომელთა  $n_{\beta} > 2 \text{ მბ}$ , განტოლება კარგად მუშაობს, ვინაიდან სხვაობა ნაანგარიშვე და ექსპერიმენტით მიღებულ სიდიდეებს შორის არ აღემატება 6—8%-ს.

განტოლება P-ტიპის მეტალური გამტარებისათვის — ქალკოშპინელებისათვისაც  $\text{CuCr}_2\text{X}_4$  ( $\text{X}=\text{S}, \text{Se}$ ) გამოდგება, (სხვაობა ექსპერიმენტულ და გათვლილ სიდიდეებს შორის  $\sim 13\text{--}14\%$ ), რაც მიუთითებს იმაზე, რომ დამოკიდებულება მაგნიტური ( $n_{\beta}$ ) და თერმოდინამიკურ ( $\Delta H_{\text{კონფ.}}$ ) მახასიათებლებს შორის ამ ნაერთებშიც სწორხაზოვანია.

## PHYSICAL CHEMISTRY

G. D. CHACHANIDZE

### PREDICTION OF CONFIGURATION CHARACTERISTICS OF SOME SPINELS

#### Summary

On the basis of the linear equation, suggested by the author elsewhere configuration characteristics ( $\Delta H_{\text{conf}}$ ,  $\Delta S_{\text{conf}}$ ) at the critical temperature have been predicted.

It is shown that for semiconductor oxyferrospinel (with  $n_{\beta} > 2 \text{ mB}$ ) with a double sublattice, the difference between calculated and experimental data does not exceed 6—8%, while for P-type metallic conductors—chalcospinel  $\text{CuCr}_2\text{X}_4$  ( $\text{x}=\text{S}, \text{Se}$ ) the corresponding value is 13—14%. This is suggestive of the fact that the dependence between thermodynamic and magnetic properties of these compounds is also linear.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Д. Чачанидзе. Сообщения АН ГССР, 86, № 1, 1977, 113—116.
2. Г. Д. Чачанидзе, О. О. Димитриади и др. В сб. «VII Всесоюзная конференция по калориметрии». Москва (Черноголовка), 1977, 358—363.
3. Г. Д. Чачанидзе. Автореферат докт. дисс. Тбилиси, 1985.
4. К. Т. Белов, Л. И. Королев и др. ФТТ, т. 17, вып. 1—2, 1975, 322—323.
5. С. Р. Bean, D. S. Rodball. Phys. Rev., 1962, v. 126, № 1, p. 104—115.
6. Я. Смит, Х. Вейн. Ферриты. М., 1962, 26—229.
7. С. Круничка. Физика ферритов и родственных им магнитных оксидов, т. 1, М., 1976.
8. T. Freltoft et al. Phys. Rev., 1987, v. 13, № 36, p. 825.
9. Е. В. Гортер. УФН, т. 57, № 2, 1955.
10. E. F. Westrum, D. M. Grimes. J. Phys. Chem. Solids, 1958, v. 6, p. 280—286.
11. M. Robbins, H. Leumann, J. White. J. Phys. Chem. Solids, 1967 v. 28, p. 897—902.
12. В. А. Щелкотунов, В. И. Данилов и др. Неорганические материалы, т. 13, № 9, 1977, 1716—1718.
13. Ch. Gletzer. Bulletin de la Societe Chimique de France, 1964, № 7, p. 1636—1641.
14. Вейсс. ФТТ. М., 1968.



УДК 621.357.7

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

И. Г. ШАВОШВИЛИ, З. Г. КАТРАНОВА, Т. Р. АГЛАДЗЕ

ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАРГАНЦЕВЫХ ПОКРЫТИЙ

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 7.5.1988)

Композиционные электрохимические покрытия (КЭП) характеризуются повышенными защитными и механическими свойствами [1, 2]. Эти же свойства проявляют КЭП на основе марганца [3].

Настоящая работа посвящена изучению влияния изменения концентрации дисперсных частиц в электролите, катодной плотности тока и рН электролита на процесс электроосаждения марганцевых покрытий, содержащих частицы диоксида кремния и каолина.

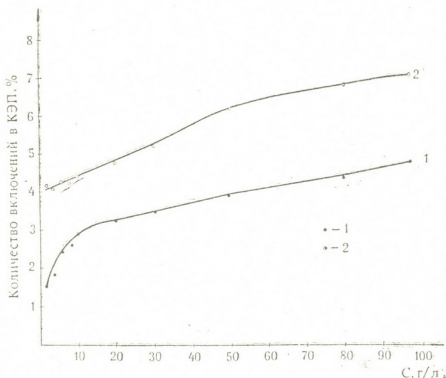


Рис. 1. Зависимость содержания дисперсных частиц в КЭП от концентрации частиц в электролите: 1 — диоксид кремния, 2 — каолин.

$D_k$  4 а/дм<sup>2</sup>, рН 6

Исследования проводили в электролите состава (г/л):  $Mn^{2+}$ —30,  $(NH_4)_2SO_4$ —150,  $(NH_4)_2SeO_4$ —0,3, приготовленном из солей марки «ч» с применением анодов из свинца. Объем электролита составлял 500 мл. В электролит добавляли мелкодисперсные частицы диоксида кремния и каолина, которые находились во взвешенном состоянии, путем перемешивания электролита магнитной мешалкой. Кислотность электролита

изменяли в интервале от 3 до 8. pH поддерживали с помощью блока автоматического титрования (БАТ). Содержание дисперсных частиц в покрытии определяли путем растворения катодных осадков и даль-

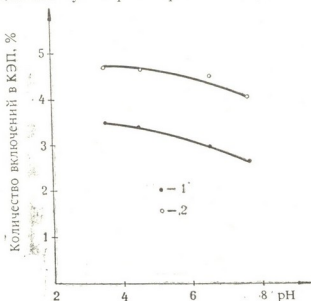


Рис. 2. Зависимость содержания дисперсных частиц в КЭП от катодной плотности тока в электролите, содержащем 10 г/л порошков: 1—диоксида кремния, 2—каолина, pH электролита 6

нейшим определением массы твердых нерастворимых частиц. Опыты проводили при комнатной температуре.

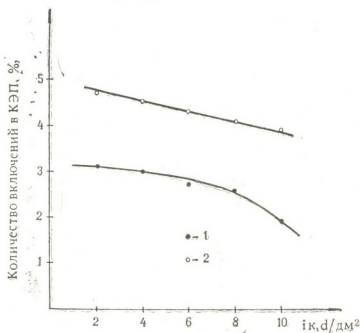


Рис. 3. Зависимость содержания дисперсных частиц в КЭП от изменения pH электролита, содержащего 10 г/л порошков: 1—диоксида кремния, 2—каолина,  $D_k$  4 а/дм<sup>2</sup>

Визуальное наблюдение полученных осадков показало, что наличие в электролите мелкодисперсных частиц диоксида кремния и каолина не ухудшает внешний вид катодных осадков и не снижает зна-

чительно выход по току марганца. Увеличение концентрации дисперсных частиц в электролите сопровождается повышением содержания микрочастиц в покрытии (рис. 1). При концентрации частиц 2—100 г/л количество включений в покрытия составляет 1—6%. Получаемые в этих условиях марганцевые КЭП сохраняют гладкую поверхность, и цвет покрытия меняется от серо-стального до серого.

Из данных зависимости содержания дисперсных частиц в КЭП от катодной плотности тока (рис. 2) и рН электролита (рис. 3) следует, что увеличение плотности тока и рН сопровождается снижением содержания дисперсных частиц в осадке. Максимальное содержание дисперсных частиц в КЭП достигается при катодных плотностях тока 4—6 а/дм<sup>2</sup> и рН электролита 6—7.

На основе совокупности полученных данных можно заключить, что при введении в электролит мелкодисперсных частиц диоксида кремния и каолина в условиях, благоприятствующих электроосаждению марганца, на катоде стабильно осаждаются КЭП, содержащие частицы диоксида кремния и каолина 1—6%.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 12.5.1988)

ქიმიური ტექნოლოგია

ი. შავოშვილი, ზ. კატრანოვა, თ. აგლაძე

მანგანუმის კომპოზიციური დანაფარების ელექტროგამოლქვა

რეზიუმე

შესწავლილია ელექტროლიტში წვრილდისპერსული ნაწილაკების-სილიციუმის ორჟანგისა და კაოლინის კონცენტრაციის, კათოდური დენის სიმკვრივისა და ელექტროლიტის მჟავიანობის გავლენა მანგანუმის კომპოზიციური დანაფარების ელექტროგამოლქვის პროცესზე.

დადგენილია, რომ მანგანუმის ელექტროგამოლქვის ხელშემწყობ პირობებში კათოდზე მიიღება დანაფარი, რომელიც შეიცავს 1—6% სილიციუმის ორჟანგის ან კაოლინის ნაწილაკებს.

CHEMICAL TECHNOLOGY

I. G. SHAVOSHVILI, Z. G. KATRANOVA, T. R. AGLADZE

ELECTRODEPOSITION OF COMPOSITE MANGANESE PLATINGS

Summary

The present study deals with the effect of concentration change of disperse particles in the electrolyte, cathode current density and electrolyte pH on the process of electrodeposition of composite manganese platings which

contain silicon and kaolin dioxide particles. It is found that under conditions favouring manganese electrodeposition, a plating is deposited on the cathode which contains 1—6% of silicon and kaolin dioxide particles.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. С. Сайфулин. Неорганические композиционные материалы. М., 1983.
2. И. Н. Бородин. Упрочнение деталей композиционными покрытиями. М., 1982.
3. И. Г. Шавошвили, З. Г. Катранова, Т. Р. Агладзе. Тез. докл. IX Всесоюз. н/т конф. «Гальванотехника-87». Казань, 1987, 94.

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

А. Г. ЗЕДГИНИДЗЕ

**ИЗМЕНЧИВОСТЬ ВОЛНОВОЙ ЭНЕРГИИ В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ  
ЧЕРНОГО МОРЯ**

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Ш. Джаошвили 3.5.1988)

Возникший дефицит пляжеобразующего материала вызвал интенсивный размыв берегов, что, в свою очередь, значительно повлияло на расчленение единых вдольбереговых потоков наносов на Черноморском побережье Грузии. Масштабы дефицита пляжевых наносов огромны. Достаточно отметить, что на Аджарском побережье с начала XX в. по 70-е гг. было изъято для строительных нужд 12 млн. м<sup>3</sup> пляжевого материала [1]. Аналогичная картина наблюдается и на других участках Грузинского побережья.

Основным принципом ведения берегозащитных работ НПО «Грузморберегозащита» является регулирование природных процессов путем восполнения дефицита пляжевого материала. Намеченные НПО «Грузморберегозащита» работы имеют целью полностью восстановить непрерывные вдольбереговые потоки, существовавшие ранее в естественных условиях, и тем самым нарастить утраченные ранее пляжи. Для сохранения восстановленных пляжей в стабильном состоянии необходимо производить ежегодные отсыпки пляжеобразующего материала в начале потока и этим компенсировать дефицит во вдольбереговом потоке. Объем отсыпки определяется по существовавшей методике расчета [2] и зависит от емкости вдольберегового потока, которая при неизменном азимуте береговой линии и фракционного состава пляжевых наносов зависит от интенсивности волнения моря, определяемой глобальной атмосферной циркуляцией [3]. Установлено, что в восточной части Черного моря прохождение штормовых волнений в 5 баллов и более в основном наблюдается при меридиальной атмосферной циркуляции [4].

Изучение изменчивости волновой энергии и соответственно объемов вдольберегового переноса в настоящее время имеет большое практическое значение. С этой целью были обработаны данные УГМС по волновому режиму по пунктам Пицунда, Поты и Батуми. Указанные пункты расположены соответственно в северной, центральной и южной частях Черноморского побережья Грузии и в общем должны дать полную картину волнового поля для грузинских берегов. Наблюдательный пункт «Пицунда-маяк» расположен в вершине одноименного мыса. Азимут берега ориентирован таким образом, что полностью затеняет сектор от северо-западного румба до северо-восточного. Волнения западных румбов несколько искажаются. Остальные румбы подходят к берегу в неизменном виде.

Обратная картина наблюдается на Батумском мысе, где расположен наблюдательный пункт. Здесь волнения регистрируются в секторе от ЮЗ до СВ румбов. Относительно Потийского участка можно отметить, что наблюдательный пункт расположен недалеко от вершины вогнутости береговой линии с азимутом берега, близким к 180°, что обеспечивает регистрацию волнения в широком секторе от южных румбов до северных. Необходимо отметить, что наблюдения по всем перечисленным пунктам ведутся полунинструментальным методом, ко-



торый не обеспечивает высокой точности измерения. Однако указанное компенсируется длинным рядом наблюдений (примерно 40 лет).

Изменчивость волновой энергии для каждого района своеобразна (см. рис. 1), однако сохраняется общая тенденция чередования периодов низкой (1940—1960 гг.) и высокой (до 1940 г. и с 1960 по 1972 г.) степени активности волнения. Следующий период штормовой активности прогнозируется с 1991 г. [5], с максимумом в 1998—1999 гг.

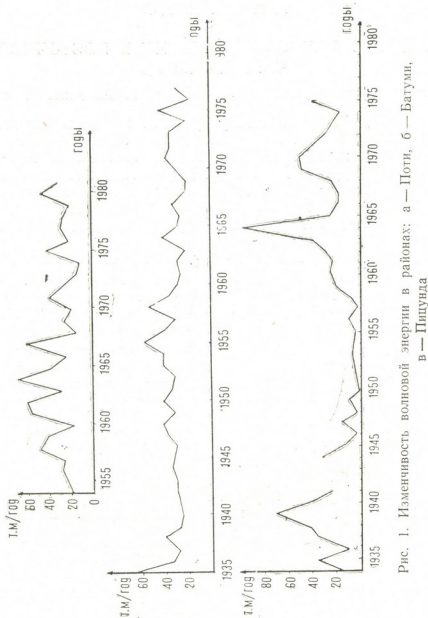


Рис. 1. Изменчивость волновой энергии в районах: а — Поть, б — Батуми, в — Пидуна

Следовательно, для указанных годов возрастает расход вдольберегового потока, и поэтому необходимо будет учесть увеличение объема отсыпок наносов в начальных точках вдольбереговых потоков.

Для каждого пункта наблюдений были вычислены значения модульных коэффициентов волновой энергии

$$K_i = \frac{E_i}{E_{\text{ср}}}, \quad (1)$$

где  $E_i$  — волновая энергия в данном году,  $E_{\text{ср}}$  — среднееголетняя волновая энергия, и построены кривые обеспеченности для всех трех пунктов (см. рис. 2). Из указанного видно, что они достаточно хорошо коррелируют друг с другом. Следует, однако, заметить, что в диапазоне изменения обеспеченности от 1 до 5% модульные коэффициен-

ты характеризуются большим разбросом. Согласно рис. 2, на практике для определения коэффициента отклонения волновой энергии от среднееголетнего значения в первом приближении можно пользоваться зависимостью

$$K_s = 1,71 \lg \frac{106,97}{P \%}, \quad (2)$$

где  $K_s$  — модульный коэффициент волновой энергии,  $P$  — обеспеченность в процентах.

Таким образом, устраняя дефицит емкости вдольберегового потока наносов, недостаточно рассчитывать объем отсыпки только по среднееголетним значениям волнового поля. Необходимо, кроме

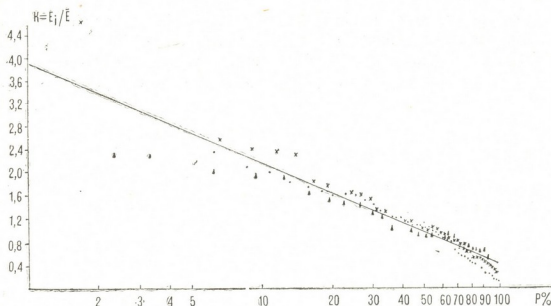


Рис. 2. Кривая обеспеченности модульных коэффициентов волновой энергии по пунктам Батуми (×), Поти (▲), Пицунда (●)

того, учитывать ожидаемое увеличение интенсивности волнений. Поскольку в настоящее время не разработана надежная методика прогнозирования величины емкости вдольберегового потока наносов, предлагается на берегах в пределах, где резкое колебание урезовой линии нежелательно, иметь необходимый запас пляжеобразующего материала. В случае увеличения волновой активности моря указанный материал восполнит вновь образовавшийся дефицит. Объем запасного инертного материала можно определить соотношением (2), учитывая при этом прямо пропорциональную зависимость между энергией волн и емкостью потока наносов.

НПО «Грузморберегозащита»  
 при СМ ГССР

(Поступило 5.5.1988)

ფიზიკური გეოგრაფია

ა. ზედეგინიძე

ტალღური ენერჯის ცვლილება უაზი ზღვის აღმოსავლეთ ნაწილში

რეზიუმე

სანაპირო ზონაში ზღვის ტალღებზე დაკვირვების მასალების (ბათუმის, ფოთისა და ბიჭვინთის სადგურები) მიხედვით გაანგარიშებულია ტალღების

ყოველწლიური ენერგია. სამივე სადგურის მონაცემები იძლევიან ერთნაირ უზრუნველყოფას. მოცემულია მისი ანალიზური სახე. ენერგიის მაქსიმალური მნიშვნელობა 3,9-ჯერ აღემატება მრავალწლიურ საშუალო მნიშვნელობას.

PHYSICAL GEOGRAPHY

A. G. ZEDGINIDZE

WAVE ENERGY CHANGES IN THE EASTERN PART OF THE BLACK SEA

Summary

Based on observational data of waves in the coastal zone (Batumi, Poti, Pitsunda), the annual energy of waves has been estimated. All the three coastal stations provide similar results. The maximum value of the energy is 3,9 times greater as compared to its average value of several years standing.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Тез. докл. ИГАН ГССР, т. I, 1987.
2. Методические рекомендации по проектированию берегозащитных галечных пляжей на Черноморском побережье Грузии. Тбилиси, 1984.
3. А. А. Гирс. Многолетние колебания атмосферной циркуляции и долгосрочные гидрометеорологические прогнозы. Л., 1971.
4. Методы долговременных региональных прогнозов экзогенных геологических процессов. М., 1984.
5. Прогноз экзогенных геологических процессов на Черноморском побережье СССР, М., 1979.



УДК 551.763.12(479.22)

ГЕОЛОГИЯ

Г. Л. ГЕЛАДЗЕ

## НАФТОМЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СЕВЕРНОГО БОРТА КАРТЛИЙСКОЙ НИЗИНЫ

(Представлено академиком Г. А. Твалчрелидзе 3.7.1987)

Проблема генезиса нефти, являющаяся кардинальной теоретической предпосылкой в изучении материн в целом, а также важным практическим критерием в поисках горючих полезных ископаемых донныне не решена однозначно. Она — объект исследований, основанных на двух главных гипотезах: органической и неорганической. Ныне строятся различные генетические схемы и модели, отражающие как теоретические концепции, так и возможность их применения к отдельным регионам и провинциям. В связи с концепцией неорганического нефтеобразования весьма интересно применять, на примере северного борта Картлийской впадины, новейшую гипотезу генезиса природных углеводородов, именуемую нафтометаллогения.

По литературным данным известны многочисленные примеры совместного проявления углеводородов и оруденений. Обычно это наблюдается в наиболее проницаемых зонах земной коры — глубинных разломах, и рифтах [1].

Идея Д. И. Менделеева о параллельном размещении нефтегазоносных бассейнов и рудных поясов в последнее время подтверждается фактическими данными нафтометаллогеничной зональности. Она выражена закономерным распределением различных генетических типов рудных тел и ассоциирующихся с ними углеводородов в направлении от складчатого обрамления осадочных нефтегазоносных бассейнов к их середине. Высокотемпературная рудная минерализация с незначительными проявлениями углеводородов в бортах нефтегазоносных бассейнов замещается средне- и низкотемпературной рудной минерализацией с непромышленными проявлениями углеводородов на их периферии, а затем месторождениями нефти и битумов, обогащенных микроэлементами. В пространные и во времени наблюдается взаимоперекрывание нефтегазоносных и рудоносных зон.

Ниже приводятся данные, дающие возможность разработки схематической модели нафтометаллогенической зональности северного борта Картлийской низины.

Геотектоническое положение рассматриваемого региона вполне соответствует модели нафтометаллогенической гипотезе. Соотношение Грузинской глыбы с геосинклиналью, а впоследствии — с орогеном Южного склона Большого Кавказа отражает разное геодинамическое развитие довольно крупных тектонических элементов. Здесь довольно четко выражена нафтометаллогеническая зональность в нижнем структурном этаже региона. В юрское время для этого создалась благоприятная палеогеографическая обстановка (рис. 1). В байосское время в современной узкой Джавско-Гагрской тектонической зоне возникло рифтообразное сооружение — проницаемая зона, вдоль которой осуществлялось проникновение термально-вулканических масс с соответствующими компонентами, создавшими как руды, так и углеводороды.



В пределах вышеотмеченной тектонической зоны в байосской порфиритовой свите сформировались проявления медно-пирротиновой рудной формации: Паро, Мугути, Валхох, Телелети, Меписадгомели и другие. Они обладают пирит-пирротин-халькопиритовым составом, характеризующимся высокотемпературным градиентом формирования. По мнению исследователей, отмеченная формация возникла в океанических условиях, сопровождающихся растяжением [2]. В составе руд

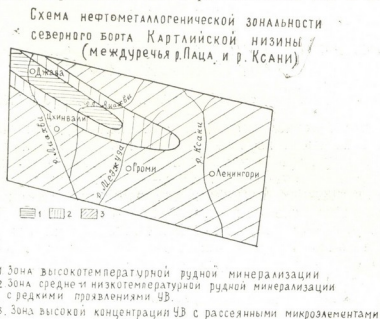


Рис. 1

установлены медь, никель, кобальт, свинец, цинк, висмут, серебро, олово, галлий, а в гидротермально измененных рудовмещающих породах фиксируется также мышьяк и отчасти галлий.

Севернее и южнее от этой полосы фиксируется среднетемпературные ртутно-мышьяковые проявления (Эрцо, Сохта), а еще дальше от палеорифта — сравнительно низкотемпературные барит-полиметаллические гидротермальные месторождения [2]. В удалении от источника гидротермальных флюидов — к северу во флишевой зоне и к югу в центральной части Грузинской глыбы должны существовать области накопления крупных масс углеводородов. В этом отношении байосские вулканогенные породы Грузинской глыбы выгодно отличаются от терригенных осадков геосинклинали, поскольку внутриформационная латеральная миграция углеводородов обеспечила заполнение нефтегазовыми флюидами коллектороспособных образований вулканической брекчии с примесью терригенного материала.

На повсеместное просачивание гидротермальных растворов в байосских отложениях указывает наличие признаков кадмия (Кударо), а в подземных водах — лития, бора (Сохта, Хейти). Эти редкие элементы, так же как в водах растворенные азот и метан (в ассоциации с инертными газами) рядом исследователей относятся за счет вулканического происхождения [3].

Таким образом, очевидная нефтометаллогеническая зональность в байосских осадках северного борта Картлийской впадины указывает на благоприятную ситуацию для формирования залежей нефти и газа в нижнем структурном этаже. При этом наибольшую концентрацию углеводородов следует ожидать в южной полосе рассматриваемого региона.

Следующий этап подъема глубинных масс на северном обрамлении Грузинской глыбы совпадает с позднеэоценовой интенсификацией Орхевского и фронтального глубинных разломов. В это время в при-

кордильерной полосе (Гагра-Джавская зона) гидротермальные растворы проникают в разные стратиграфические горизонты от верхней юры до эоцена. С ними связано обогащение пород рудной минерализацией и углеводородами. Однако здесь рудообразование было экстенсивным и полностью насыщение углеводородами коллекторов верхнего (мел-неогенового) структурного этажа северного борта Картлийской впадины, по-видимому, не имело места. Однако проникновение последней в южной полосе рассматриваемого региона возможно предположить с южного борта Картлийской впадины, где также следует проводить исследования с целью выявления возможной нафтометаллогенической зональности.

Последующие излияния вулканических продуктов в пределах северного борта Картлийской низины произошло в раннечетвертичное время, однако нафтометаллогеническая зональность в этом случае не формировалась ввиду отсутствия внутриформационного режима седиментации, способствующего образованию и захоронению углеводородных флюидов.

Таким образом, по предложенной нами модели нафтометаллогении северного борта Картлийской впадины, наличие эффективных нефтегазоносных залежей следует ожидать в обоих структурных этажах южной полосы региона. Что же касается северной от Гагра-Джавской зоны области, то здесь нафтометаллогеническая зональность, по-видимому, значительно нарушена вследствие аллохтонных перемещений осадочного чехла. Следует отметить, что ныне некоторые исследователи [1] склонны считать, что минеральный генезис УВ не исключает превращения захороненного органического вещества в нефтяные флюиды.

ГПК П/О «Грузнефть»

(Поступило 3.9.1987)

გეოლოგია

გ. გელაძე

ქართლის ვაკის ჩრდილო კიბის ნაფთამეტალოგენური მოდელი

რეზიუმე

მოცემულია ქართლის ვაკის ჩრდილო ნაწილში ნაფთამეტალოგენური ზონალობის პრინციპული სქემა. გამოყოფილია მადნეული მინერალიზაციისა და ნახშირწყალბადების კონცენტრაციის ზონები, რასაც პრაქტიკული მნიშვნელობა ენიჭება რეგიონის ნავთობგაზიანობის შესწავლაში.

GEOLOGY

G. L. GELADZE

A NAPHTHOMETALLOGENIC MODEL OF THE NORTHERN  
 SLOPE OF THE KARTLI DEPRESSION

Summary

A principal diagram of the naphthometallic zone of the northern slope of the Kartli depression is presented.

The zones of ore minimalization and concentration of hydrocarbons are distinguished because of their practical importance in the study of oil and gas deposits of the area under consideration.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Журнал Всесоюзного химического общества им Д. И. Менделеева, XXXI, № 5, 1986.
2. Сб. «Полезные ископаемые и минеральные воды Юго-Осетинской Автономной области». Цхинвали, 1984.
3. Д. В. Качаравა. Геология и геохимия минеральных вод Грузии. Тбилиси, 1976.



П. О. ДЖИДЖЕИШВИЛИ

## НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОЙ ГЕОДИНАМИКИ ИРАНА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Э. П. Гамкрелидзе 7.7.1987)

На основе анализа механизмов очагов землетрясений с привлечением данных существующей геолого-геофизической информации нами была построена модель современной геодинамики Ирана. Помимо механизмов очагов землетрясений, построенных в отделе физики землетрясений Института геофизики АН ГССР, были использованы опубликованные материалы советских и зарубежных исследователей [1—5], касающиеся механизмов очагов землетрясений исследуемой территории.

В южной части Загроса, начиная от г. Дезфул до меридиана островов Лаван и Хандораби в Персидском заливе, протягивается узкая зона растяжения (рис. 1). Землетрясения здесь характеризуются субгоризонтальным залеганием главных осей напряжения, имеющим близмеридиональное и северо-восточное направления. Эта зона, по всей вероятности, соответствует той области, где подвигающаяся под складчатую систему Загроса Аравийская плита имеет наибольший изгиб.

Вдоль меридиана островов Лаван и Хандораби располагаются очаги землетрясений, механизм которых характеризуется широтным растяжением, а все возможные плоскости разрыва имеют меридиональное и субмеридиональное простирания, представляя собой нормальные сбросы. Учитывая тот факт, что в этом районе наблюдается максимальное выгибание к югу складчатых структур Загроса, эту систему разломов нужно рассматривать как зону развития огромных поперечных трещин отрыва. Несколько восточнее, вследствие горизонтального изгиба Загроса, оси главных напряжений сжатия имеют веерообразную форму.

Анализ механизмов очагов землетрясений показывает, что сжимающие усилия, обусловленные давлением со стороны Омана, вызывают выдавливание структур Макранского хребта, в тылу которого образуется зона растяжения. Смещение структур происходит вдоль Минабского (3) правого и Южно-Джаз-Мурианского (4) левого сдвигов. Восточным ограничением этого выдавливаемого блока служит Тедженская ветвь Урало-Оманского линеймента, вдоль которого структуры Макранского хребта, взбрасываясь к востоку, одновременно смещаются в северном направлении.

Землетрясения, очаги которых расположены к северу от западной части Фердовского разлома (8), указывают на наличие широтного сжатия, связанного со смещением масс в широтном направлении. То, что давление направлено с востока на запад, подтверждается наличием левого сдвига вдоль Фердовского разлома и образованием дефицита масс в тыловой части смещающихся структур — меридиональной полосы широтного растяжения. Вышесказанное позволяет заключить, что по северному и южному краям Лутской глыбы приложена пара сил, вызывающая ее вращательное движение и правосторонние смещения вдоль восточной и западной ее границ. (Наличие



этой пары сил хорошо объясняет также сигмондную форму Восточно-Иранской флишевой зоны). Здесь следует также отметить, что вышеупомянутые землетрясения, расположенные к северу от западной части Фердовского разлома, кроме широтного сжатия, указывают и на наличие растяжения в меридиональном направлении. Вероятно, это также может быть вызвано созданием дефицита масс вследствие вращения Лутской глыбы против часовой стрелки.

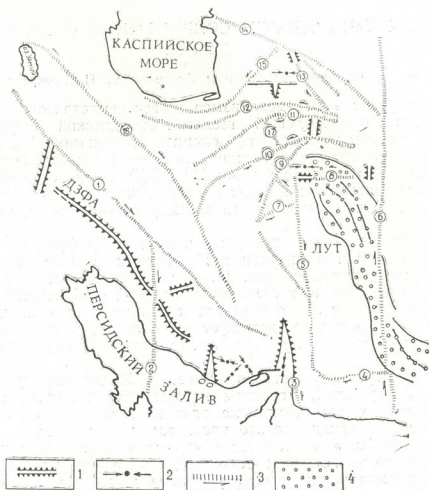


Рис. 1.. 1 — Зона растяжения, 2 — сжатие, 3 — разломы, 4 — восточно-флишевая зона

Особо следует остановиться на Табас-Гольшанском землетрясении 16.01.1978 г. Детальный анализ этого землетрясения позволяет заключить, что оно связано с левосдвиговым нарушением, представляющим собой северо-западное ответвление Наибандского разлома [5]. Образование этого сдвига хорошо согласуется с теорией сдвиговой тектоники Муди и Хилла [6]. Согласно этой теории, вышеупомянутый разлом следует рассматривать как вторичную структуру левосдвигового нарушения, образовавшуюся вследствие общего северо-восточного сжатия и правосдвиговой деформации вдоль первичного правого сдвига (Наибандский разлом). В качестве вторичного, симметричного правого сдвига следует рассматривать Чешмех-Ростамский разлом (7).

Западнее Лутской глыбы Кальмардский правый сдвиг (9) вместе с Дорунехским левым сдвигом (10) образуют выступ треугольной формы, испытывающий смещение в северо-восточном направлении. Это смещение, со своей стороны, вызывает интенсивное выдавливание блока, расположенного севернее, в западном направлении, создавая в его тылу на востоке дефицит масс — меридиональную полосу широт-

ного растяжения. Границами выдавливаемого блока являются Дорунехский левый (10) и Абасабадский правый (11) сдвиги. Фронт смещения ограничивается субмеридиональным взбросом (17), прослеживающимся вдоль северо-восточного окончания Дашти-Кевирской депрессии.

Севернее, в районе Копетдагского синтаксиса механизм очагов землетрясений подтверждает право- и левосдвиговую природу, соответственно Кучан-Бахарденского разлома (13) и западного ограниченного синтаксиса (15). Шахрудский левый сдвиг (12) вместе с Кучан-Бахарденским (13) правым сдвигом указывают на смещение Аладаг-Биналудской и Южно-Копетдагской складчатых структур в западном направлении, которое в тылу создает дефицит масс и возникновение зоны растяжения вкосте простираения Кучан-Бахарденского разлома. Кроме того, в восточной части синтаксиса механизм очагов землетрясений указывает на широтное направление главной оси напряжения сжатия, обусловленное движением масс в широтном направлении. Для объяснения всего сказанного следует допустить выдавливание Копетдагского синтаксиса к западу.

В завершение следует отметить, что рассмотрение общей картины движения блоков на территории Ирана выявляет следующую закономерность: все разрывные нарушения, расположенные на юго-западе Ирана, представляют собой правые сдвиги, а разломы северо-восточной части Ирана — левые сдвиги. Первое явление легко объясняется северным продвижением Аравийской плиты, сопровождающимся как общим сжатием, так и выдавливанием масс в юго-восточном направлении. При рассмотрении природы сил, возникающих в северо-восточной части Ирана, наиболее вероятным представляется существование давления со стороны Афганской плиты.

Смещение структур северо-восточного Ирана к западу, очевидно, можно объяснить отражением и отталкиванием движущихся к востоку масс от жесткого Афганского блока и их проскальзыванием вдоль Тедженской ветви Урало-Оманского линеймента к северу и, в свою очередь, западным, юго-западным смещением масс в северо-восточной (Хорасанской) части Ирана.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт Геофизики

(Поступило 3.9.1987)

გეოლოგია

### პ. ჯიჯიშვილი

ირანის თანამედროვე გეოდინამიკის ზოგიერთი საკითხი

რეზიუმე

მიწისძვრების კერათა მექანიზმების ანალიზის საფუძველზე განხილულია ირანის თანამედროვე გეოდინამიკა. დგინდება ირანის ტერიტორიაზე მასების ბრუნვითი მოძრაობა საათის ისრის საწინააღმდეგო მიმართულებით, რაც დაკავშირებულია აღმოსავლეთისაკენ მოძრავე მასების არეკვლით მყარი ავღანეთის ფილაქნიდან.

P. O. JIJEISHVILI

## SOME PROBLEMS OF THE PRESENT-DAY GEODYNAMICS

## Summary

On the basis of the fault-plane solutions, the present-day geodynamics of Iran is examined. The general counter-clockwise rotation of the masses on the territory of Iran is ascertained, which is related to the fact that the masses moving eastwards are being pushed away from the rigid Afghan block.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. И. Широкова. Изв. АН СССР, Физика Земли, № 9, 1977, 29—37.
2. Т. А. Аннаорова. Изв. АН СССР, Физика Земли, № 8, 1982, 20—28.
3. Д. Д. Муди и М. Д. Хилл. Сдвиговая тектоника. В кн.: «Вопросы современной зарубежной тектоники». М., 1960.
4. M. Berberian. Contribution to the Seismotectonics of Iran (Part II). Geol. Surv. Iran. № 39, 1976, 528.
5. D. McKenzie. Active Tectonics of the Mediterranean Region, Geophys. J. R. Astr. Soc., 30, 1972. 103-158.
6. A. A. Nowroozi. Bull. Seism. Soc. Am., 62 (3), 1972, 823-850.

Э. С. ЛЕБАНИДЗЕ, Л. А. ГИОРГОБИАНИ, Е. Г. ЧИАБРИШВИЛИ

## ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ И ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ УГЛЕНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ШАОРСКОЙ ПЛОЩАДИ ТКИБУЛИ-ШАОРСКОГО КАМЕННОУГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. И. Схиргладзе 28.11.1987)

Шаорская площадь представляет собой перекрытую меловыми отложениями северо-восточную часть Ткибули-Шаорского каменно-угольного месторождения, где угленосная свита вскрывается лишь буровыми скважинами.

Поисково-разведочные работы на Шаорской площади развернулись значительно позже, чем на Ткибульской. Систематическая обработка кернового материала с Шаорской площади началась с 1957 года. С тех пор детализировалась геология, уточнялись угленосность и перспективность Ткибули-Шаорского месторождения [1]; на основании литологических исследований устанавливались коррелятивы и сопоставлялись разрезы буровых скважин [2]; наметилась палеогеография всей полосы среднеюрских угленосных отложений Западной Грузии [3]. Последующие работы касались фациальных особенностей торфонакопления, формирования и размещения угольных пластов на Ткибули-Шаорском месторождении [4, 5]. Во всех этих работах вопросы вещественного состава и источники питания кластолитов угленосной свиты Шаорской площади мало затрагивались. Для восполнения этого пробела нами совместно с литологами ГИН АН СССР просмотрен керновый материал последних 30 лет; обработан керн бурящихся в настоящее время скважин и с использованием литературных данных [3, 6, 7] и фондового материала установлены вещественный состав и источники питания кластового материала угленосной свиты Шаорской площади; вместе с этим с целью выяснения распределения этого материала на разных участках названной площади пересчитаны средние процентные содержания продуктов размыва байосской вулканогенной толщи, гранитоидно-метаморфического субстрата (аркозовый материал) и кислого эффузивного комплекса. В статье суммированы результаты этих исследований.

Угленосная свита Шаорской площади сложена в основном всеми структурными типами кластолитов. Однако псаммитолиты являются преобладающим типом пород и представлены крупно-, средне- и мелкозернистыми полимиктовыми песчаниками. Взяв за основу классификацию песчаников Г. С. Дзоендзидзе [8], песчаники угленосной свиты Шаорской площади следует отнести к полимиктовому грауваковому и смешанному аркозовому типам. Среди пользующихся наибольшим распространением грауваковых песчаников выделяются: кварцево-грауваковые, грауваковые, кварцево-фельзит-порфиновые, слюдисто-кварцевые и слюдисто-кварцево-грауваковые разновидности.

Кварцево-грауваковые песчаники — серые или зеленовато-серые слабоотсортированные средне- и мелкозернистые породы. Распространены на всей площади. Сложены сильно измененными карбонатизированными или хлоритизированными обломками преимущественно вулканогенных пород — 60—70% и минералов — 22—35%.

Грауваковые песчаники или лититовые грауваки — темно-серые



или серые средне- и мелкозернистые породы. Несколько большим развитием пользуются на северном участке угленосной площади. Сложены в основном обломками окатанных сильно измененных хлоритизированных и гидрослюдизированных основных эффузивных пород — 88—96% и минералов — 4—12%. Контуры обломков пород часто распылячатые и сливаются с цементом.

Кварцево-фельзито-порфировые песчаники — серые или зеленовато-серые, грубо-, крупно- и среднезернистые слабоотсортированные породы. Пользуются широким распространением преимущественно в южных и юго-западных частях площади. Состоят из обломков пород — 65—72%, с преобладанием кислых эффузивов и их основной массы (48—58%) и минералов — 22—35%.

Слюдисто-кварцевые и слюдисто-кварцево-граувакковые песчаники — серые и голубовато-серые мелкозернистые, реже среднезернистые отсортированные породы. Распространены на всей площади. Сложены кварцем (42—50%), слюдой (22—33%), полевыми шпатами и обломками основных эффузивных пород (10—12%).

Аркозово-граувакковые и кварцевые аркозово-граувакковые песчаники — серые и зеленовато-серые крупно- и среднезернистые слабоотсортированные породы. Приурочены преимущественно к южной и юго-восточной частям Шаорской площади. Сложены кварцем (30—60%), полевым шпатом, кислым плагиоклазом и калишпатом (20—25%), обломками пород (18—35%).

Краткое описание песчаников, анализ фактического материала позволяют считать, что источником питания кластолитов угленосных отложений Шаорского бассейна, кроме гранитоидно-метаморфического субстрата Дзирульского массива и байосской андезит-базальтовой вулканогенной толщи (порфиритовая свита), является также кислый эффузивный — кварцпорфирово-альбитофирный комплекс периферии Дзирульского массива.

Проведенные исследования угленосных отложений Шаорской площади позволили нам дополнить и фактическим материалом подтвердить некоторые предположения, высказанные предыдущими исследователями [3, 6], а также на основании новых данных уточнить вопросы, касающиеся состава и питающего субстрата кластического материала угленосных отложений Шаорской площади.

Существование двух источников питания (гранитоидно-метаморфический субстрат и байосская вулканогенная толща) убедительно показано в исследованиях Г. С. Дзюценидзе и Н. И. Схиртладзе; наличие терригенного материала кислых эффузивов, наблюдаемое нами в угленосных отложениях Шаорской площади, отмечалось и ранее предыдущими исследователями в отложениях Ткибульского месторождения [3, 6], но в отмеченных работах авторы считали, что кислый эффузивный материал привносился вместе с аркозовым с Дзирульского массива. Распределение терригенного материала на Шаорской площади и его сравнение с Ткибульской частью позволили выделить кислый эффузивный комплекс как самостоятельный (третий) источник питания и вместе с этим наметить основные направления сноса этого материала в Ткибули-Шаорский бассейн.

Результаты подсчета процентного состава терригенного материала в песчанниках подсказывают, что в угленосной свите наблюдается смешанный материал всех трех названных источников, при этом в северной и северо-западной частях Шаорской площади преобладают продукты размыва и основных средних эффузивов, в юго-восточной части — аркозовый материал, в юго-западной же части — кластический материал кислого эффузивного комплекса. Графическое отображение распределения терригенного материала на Шаорской площади и количественное соотношение разновидностей песчаников представлены на рис. 1. Сопоставление этих данных с Ткибульским месторождением

показало, что в единый Ткибули-Шаорский угленосный бассейн кластический материал основных эффузивов андезит-базальтового состава поступал с воздымающейся на севере байосской вулканогенной тол-

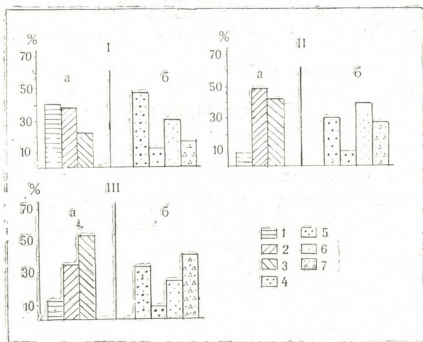


Рис. 1. Распределение терригенного материала в псаммитолитах угленосной свиты и количественное соотношение основных разновидностей песчаников на Шаорской площади. Участки: I—северный, II—юго-восточный, III—юго-западный; количественное соотношение: а—продуктов размыва кластического материала—1—байосской вулканогенной толщи, 2—гранитоидно-метаморфического субстрата, 3—кислого эффузивного комплекса, 4—основных разновидностей песчаников, 5—кварцево-грауваккового, 6—грауваккового, 7—кварцево-фельзито-порфиорового

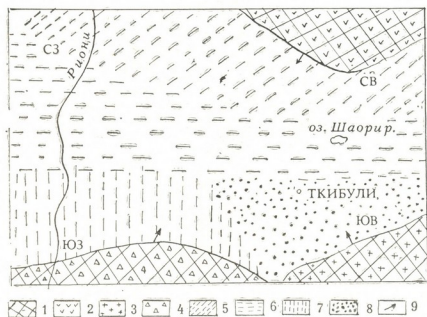


Рис. 2. Схема расположения источников питания и направление сноса материала в период накопления угленосной свиты: 1—суша, 2—байосская вулканогенная толща, 3—гранитоидно-метаморфический субстрат, 4—кислый эффузивный комплекс, 5—граувакковые песчанники, 6—смешанные породы, 7—аркозовые песчанники, 8—фельзит-порфиоровые песчанники, 9—направление сноса материалов



ში, с юго-востока привносился аркозовый материал с обломками пород метаморфического комплекса — продукты размыва Дзирульского кристаллического массива, а материал кислых эффузивов и их вулканокластов поступал с юго-запада с обнаженного на северо-западной периферии Дзирульского массива кислого эффузивного комплекса (рис. 2).

Производственное геологическое  
управление

(Поступило 24.12.1987)

ლითოლოგია

ე. ლებანიძე, ლ. გიორგობიანი, ე. ჰიაბრიშვილი

ტყიბულ-შაორის მკანახშირის საბადოს შაორის ფართობის ნახშირბადოვანი წყების კლასტოლითების ნივთიერის შემადგენილობა და კვების წყაროები

რეზიუმე

შაორის ნახშირბადოვანი წყების კლასტოლითები წარმოდგენილია პოლიმიქტური ქვიშაქვებით. კლასტოლითების კვების წყაროს ჩრდილო მიმართულებით ახვეებული ანდეზიტ-ბაზალტური შედგენილობის ბაიოსის პორფირიტული წყება, სამხრეთ-აღმოსავლეთით მდებარე ძირულის მასივის პერიფერიაზე განლაგებული მკვე ეფუზიური კომპლექსი წარმოადგენდა.

LITHOLOGY

E. S. LEBANIDZE, L. A. GIORGOBIANI, E. G. CHIABRISHVILI  
MATERIAL COMPOSITION AND FEEDING SOURCES OF  
COAL-BEARING SEDIMENTS OF THE SHAORI AREA OF  
THE TKIBULI-SHAORI COAL DEPOSIT

Summary

Clastolites of the coal-bearing formation of the Shaori area is mainly represented by polymictic, greywacke and arcose-greywacke sandstones of the mixed type, which consist of volcanogenic and persilic effusive (quartz-porphry-albitophytic) complexes of granitoid-metamorphic basement. The feeding sources of clastolites are represented by the andesite-basaltic Bajocian porphyritic suite which is uplifted northwards, with the Dzirula crystalline rock mass stripped south-eastwards, and persilic-effusive complexes located to the south-west of the periphery of the Dzirula massif.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. В. Бакрадзе. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1969.
2. М. Ф. Хучуа, Э. С. Лебанидзе. Аннотации докл. науч. сессии КИМСа. Тбилиси, 1960, 33—34.
3. Г. С. Дзоценидзе, Н. И. Схиртладзе. Литология и палеогеография пологих среднеюрских угленосных отложений Западной Грузии. Тбилиси, 1961.
4. С. Г. Балаంచивадзе. Литология и полезные ископаемые, № 4, 1983, 93—101.
5. С. Г. Балаంచивадзе. Литология и полезные ископаемые, № 1, 1987, 124—128.
6. Г. С. Дзоценидзе, Н. С. Схиртладзе, И. Д. Чечелашвили. Литология байосских отложений Окрибы. Тбилиси, 1956, 185.
7. Г. Ф. Крашенинников. Условия накопления угленосных формаций СССР. М., 1957.
8. Г. С. Дзоценидзе. Изв. Геол. о-ва Грузии, т. 111, вып. 1, 1963, 31—47.



Н. В. ГЕЛАШВИЛИ

## НЕКОТОРЫЕ ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПИРРОТИНОВ ЗЕСХОЙСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (Н. СВАНЕТИ)

(Представлено академиком Г. А. Твалчрелидзе 21.9.1987)

В основу исследования положена методика минералогического анализа прогнозирования пирротиновой минерализации, предусматривающая изучение типоморфных особенностей этого минерала (структуры и химического состава, геохимии Co и Ni и др.) Суть анализа — отличить унаследованно-стратиформные медно-пирротиновые руды от прожилковых с последующим обоснованием направления ведения поисково-разведочных работ. Этот экспресс-анализ, разработанный А. Г. Твалчрелидзе и М. К. Чичинадзе, освещен в ряде публикаций [1—3] и применен автором при изучении медно-пирротиновых рудопроявлений Зесхо и Лапури, расположенных в верховьях р. Цхенис-цкали в пределах Рача-Сванетской кулисы медно-пирротинового пояса Южного склона Большого Кавказа [4].

Изучение структурно-текстурных особенностей руд позволило выделить несколько минеральных типов, сложенных существенно пирротинитом: 1) брекчиево-вкрапленно-прожилковая пирротиновая руда, где мелкозернистый пирротин находится в тесном сростании с халькопиритом и сфалеритом, количественно резко преобладая над последними; 2) массивная, сплошная пирротин-халькопиритовая руда полосчатой текстуры; 3) вкрапленно-прожилковая пирротин-пирит-халькопиритовая руда, представленная сетью неориентированных кварц-сульфидных прожилков в окварцованных глинистых сланцах; 4) прожилково-вкрапленная гнездовидная кварц-пирротин-халькопиритовая руда, представленная кварц-халькопиритовой минерализацией, наложенной на пирротиновое оруденение; 5) массивная кварц-пирротиновая руда мелкозернистого сливного строения, где пирротин и кварц находятся в тесном сростании; 6) пирротин-халькопиритовый тип руды полосчатой текстуры, в которой на Лапурском участке в мелкозернистой пирротинитовой массе незакономерно чередуются полосы халькопирита и сфалерита.

Минераграфические исследования руд сопровождались изучением пирротинов в магнитной суспензии по методике М. А. Грабовского и О. Н. Жерденко [5], что выявило в рудах наличие как гексагональной, так и моноклинной фаз. Последняя менее распространена и развита вдоль кварц-карбонатных прожилков в дисульфидизированных участках пирротинов.

Из всех типов руд отобраны 25 монофракций пирротинов (19 — Зесхо, 6 — Лапури), проанализированных рентгеноструктурным методом в лабораториях КИМСа (Е. Хучуа) и ГИН (Р. Ахвледиани). Результаты анализов и произведенных пересчетов приведены в табл. 1 и 2.

Пирротиниты в зависимости от условий формирования характеризуются разной степенью железистости [1]: для унаследованно-стратиформных руд  $N_{FeS}$  моль.% варьирует в пределах 94,00—96,20, а для прожилковых руд — 92,54—95,80. Железистость пирротинов уч. Зесхо колеблется от 92,79 до 95,39 моль.%, а для уч. Лапури — 8. „Зем. Зб.“, с. 133, № 1, 1989



Структурные особенности пирротинов Зесхойского рудного поля

Рудопроявление	К-во определений	Сингония	Формула	$N_{FeS}$ моль. %
Зесхо	3	Моноклиная	$Fe_7S_8$	92,79—93,69
	4	Псевдогексагональная	$Fe_8S_9$	94,33—94,53
	2	"—"	$Fe_8S_9—Fe_9S_{10}$	94,71
	6	"—"	$Fe_9S_{10}$	94,82—95,20
	4	Гексагональная	$Fe_{10}S_{11}$	95,28—95,39
Лапури	3	Моноклиная	$Fe_7S_8$	93,02—93,24
	1	Псевдогексагональная	$Fe_9S_{10}$	94,82
	2	Гексагональная	$Fe_{10}S_{11}$	95,34

Таблица 2

Структурные типы пирротинов Южного склона Большого Кавказа [6]

Тип руды	Структурные типы пирротинов								
	Гексагональный			Псевдогексагональный			Моноклиный		
	Fe масс. %	$N_{FeS}$ моль. %	Встречаемость, %	Fe масс. %	$N_{FeS}$ моль. %	Встречаемость, %	Fe масс. %	$N_{FeS}$ моль. %	Встречаемость, %
Унаследованно-стратиформные руды	61,32	0,95	98,0	60,85	0,94	2,0	—	—	—
Прожилковые руды	61,11	0,94	51,65	60,84	0,94	19,48	60,48	0,93	28,87
Зесхо	61,23	0,95	21,05	60,93	0,94	63,15	60,24	0,93	15,80
Лапури	61,23	0,95	33,00	60,95	0,94	17,00	60,28	0,93	50,00

от 93,02 до 95,34 моль.%. Эти данные помещены в пределах вариации железистости пирротинов из прожилковых руд Южного склона Большого Кавказа (Кац-даг, рудопроявления Горной Кахетии) и явно понижены по сравнению с железистостью пирротинов унаследованно-стратиформных руд.

Частью исследований являлось изучение геохимии кобальта и никеля в пирротинах, так как было показано [2] существенное различие в содержаниях элементов-примесей и отношении  $Co/Ni$  в унаследованно-стратиформных и прожилковых рудах, что объяснялось различными механизмами их образования [2, 3]. Для сравнения в табл. 3 дано распределение  $Co$  и  $Ni$  в пирротинах Южного склона Большого Кавказа и Зесхойского рудного поля.

Отношение  $Co/Ni$  в пирротинах прожилковых руд в среднем равно 2,2, а в унаследованно-стратиформных рудопроявлениях — 3,8. Однако для рудопоявлений Зесхо и Лапури ограничена возможность использования распределения элементов-примесей как критериев прогнозирования, поскольку отношение  $Co/Ni$  здесь меняется в широких пределах — от 2,2 до 13,3, в среднем составляя 5,6. Содержание  $Co$  в пирротинах колеблется от 0,0014 до 0,0085 вес.% (среднее 0,0034), а

никель во всех пробах отмечается на пределе чувствительности аналитического метода —  $\leq 0,0006$  вес. % (количественные спектральные анализы пирротинов выполнены в лаборатории ГИН аналитиком Ж. Н. Абашидзе). Эти значения примерно равны кларку никеля в земной коре —  $5,8 \cdot 10^{-4}$  % [7], но на один порядок меньше, чем полученные для пирротинов других медно-пирротиновых рудопоявлений Южного склона Большого Кавказа [8], тогда как кобальтоносность пирротиновых руд — хорошо известный факт.

Таблица 3

Выборочные оценки параметров распределения содержания кобальта и никеля в пирротинах Южного склона Большого Кавказа [2]

Тип руды	K-во	$\bar{x}$ масс. %	$\bar{x} \lg$	S lg	$\gamma \lg$	$\pm \lambda_{90/0} \lg$	AI lg	EI lg
Унаследованно-старатиформные руды								
Аданге								
а) кобальт	17	0,0078	-2,3854	0,5160	0,9199	0,2453	3,3058	-0,9012
б) никель	"	0,0010	-2,9953	0,0190	0,0292	0,0091	0,5625	0,0000
Прижиковые руды								
Горная Кахетия								
а) кобальт	21	0,032	-1,6094	0,3583	0,5866	0,1533	0,8105	-0,2875
б) никель	"	0,0152	-2,1207	0,4677	0,8092	0,2000	0,1372	-1,6985
Зесхойское рудное								
а) кобальт	25	0,0034	-2,4911	0,2083	0,8535	0,0814	0,3376	-0,8605
б) никель	"	0,0006	—	—	—	—	—	—

Пониженное содержание никеля в пирротинах может быть объяснено его низкой концентрацией в исходном рудообразующем растворе и отсутствием последующих метаморфизирующих действий флюидов на пирротиновые руды, что, возможно, привело бы к перераспределению элементов-примесей между рудными минералами. При изучении штучных образцов и полированных шлифов под микроскопом не выявлены признаки метаморфизма или деформации пирротиновых руд.

Анализ вышеизложенного — распространение структурных типов пирротинов, их состав, особенности геохимии кобальта и никеля, отсутствие признаков метаморфизма пирротина — дает возможность отнести оруденение Зесхойского рудного поля к жильному эпигенетическому типу. Это обстоятельство необходимо учитывать при выборе методики разведки данного рудного поля.

## 6. ზელაშვილი

ზესხო-მადნეული ველის (ქვ. სვანეთი) პიროტინების გეოქიმიური თავისებურებები

## რეზიუმე

დადგენილია, რომ ზესხოა და ლაფურის (ქვ. სვანეთი) სპილენძ-პიროტინული მადნგამოვლინებების პიროტინები წარმოდგენილია ჰექსაგონური, ფსევდოჰექსაგონური და მონოკლინური ფაზებით და ხასიათდება დაბალი რკინიანობით როგორც ძარღვეული გამადნების პიროტინები. განხილულია პიროტინში კობალტისა და ნიკელის განაწილების თავისებურებანი.

## GEOCHEMISTRY

N. V. GELASHVILI

SOME GEOCHEMICAL FEATURES OF THE ZESKHO ORE FIELD  
(L. SVANETI) PYRRHOTITES

## Summary

It is ascertained that pyrrhotites of the Zeskho and Lapuri (L. Svaneti) copper-pyrrhotite shows of ore are represented by hexagonal, pseudohexagonal and monoclinic phase. They are characterized by a low iron content, like pyrrhotites from the vein copper-pyrrhotite ores. The peculiarities of cobalt and nickel distribution in pyrrhotites are considered.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. К. Чичинадзе, А. Г. Твалчрелидзе, Е. А. Хучуа. Сообщения АН ГССР, 103, № 1, 1981.
2. М. К. Чичинадзе, А. Г. Твалчрелидзе, Л. Г. Бакрадзе. Сообщения АН ГССР, 117, № 1, 1985.
3. В. З. Ярошевич, А. Г. Твалчрелидзе. Зап. ВМО, ч. 109, вып. 2, 1980.
4. Г. А. Твалчрелидзе. Эндогенная металлогения Грузии. М., 1961.
5. М. А. Грабовский, О. Н. Жерденко. Геология рудных месторождений, № 3, 1964.
6. М. К. Чичинадзе. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1984.
7. А. П. Виноградов. Геохимия, № 7, 1962.
8. Т. В. Иваницкий, М. И. Джанджгава. Геохимия сульфидных месторождений Грузии. Тбилиси, 1980.



Т. Н. НАЦВЛИШВИЛИ, Д. Т. БЕЖИТАДЗЕ, Г. Ф. ТАВАДЗЕ,  
 В. И. ЮХВИД, И. П. БОРОВИНСКАЯ

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ГОРЕНИЯ СИСТЕМЫ  $Nb_2O_5-Al-Sn$   
 ПРИ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 10.9.1987)

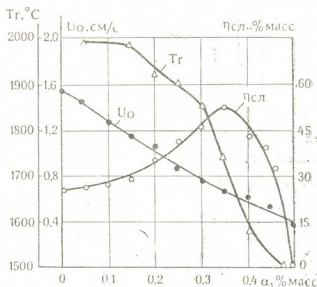
Горение смесей окислов металлов с восстановителем широко используется для получения сплавов, лигатур [1] и тугоплавких неорганических соединений [2]. Тем не менее, закономерности и механизм горения таких систем мало изучены.

В настоящей работе на трехкомпонентной системе  $Nb_2O_5-Al-Sn$  изучено влияние массового соотношения реагентов (Al, Sn), диаметра реакционной формы и плотности исходной смеси на скорость и пределы горения, на полноту фазоразделения.

В опытах использовали  $Nb_2O_5$  марки «ч», Al марки АСД-1 и марки ПОЭ. Перемешивание компонентов осуществляли в турбосмесителе в течение 30 мин. Для предотвращения растекания расплава сжимание проводили в кварцевых стаканчиках диаметром 5–60 мм, высотой 50 мм и толщиной стенки 1,5–2 мм. Масса смеси составила 5–160 г. Плотность исходной смеси менялась от 1,02 до 1,7 г/см<sup>3</sup>. Смеси сжигали при атмосферном давлении с помощью электроспирали.

Рис. 1. Влияние содержания олова ( $\alpha_1$ ) в исходной смеси на среднюю скорость горения ( $I$ ), температуры горения ( $T_r$ ) и относительный выход ( $\eta_{сл}$ ) стаида ниобия.

Исх. смесь:  $Nb_2O_5 + Al + Sn$ , где  
 $Nb_2O_5 : Al = 0,75 : 0,25$



В опытах регистрировали исходную массу смеси ( $M_0$ ), массу продуктов горения ( $M_R$ ), высоту слоя смеси в стаканчике ( $v$ ), время горения ( $t$ ), массу слитка ( $m$ ). Время горения определяли с помощью секундомера. Температуру горения смеси определяли с помощью термопары W—WRe.

Для описания процесса рассчитывали скорость горения ( $I$ ), глубину расброса ( $\alpha_p$ ), весовую долю металлического слоя ( $\eta_c$ ) по формулам

$$I = \frac{v}{t}; \quad \eta_p = \frac{M_0 - M_k}{M_0} \cdot 100\%; \quad \eta_{сл} = \frac{m}{M_0} \cdot 100\%.$$



Визуальные наблюдения продуктов горения показали, что для состава  $Nb_3Sn$  имело место стационарное горение. В остальных образцах вблизи пределов горения светящаяся зона распространялась в автоколебательном (пульсирующем) режиме.

Депрессионный период становился более длительным, а вспышки более резкими и сложными. Горение смеси сопровождается незначительным разбросом реагирующих компонентов из формы. Максимальная  $\eta_p$  не превышает 0,5% масс.

В первой серии экспериментов в исходной смеси  $(Nb_2O_5:Al) + \alpha_1 \cdot Sn$  при соотношении  $Nb_2O_5:Al=0,75:0,25$  варьировали весовую долю Sn ( $\alpha_1$ ) от 0,05 до 0,5. Во второй серии экспериментов при постоянном соотношении  $Nb_2O_5:Sn=0,75:0,25$  варьировали содержания Al ( $\alpha_2$ ) в составе  $(Nb_2O_5:Sn) + \alpha_2 Al$ .

Визуальные наблюдения и измерение показали, что для смеси (1) имеет место верхний предел горения при  $\alpha_1=0,5$ , а для смеси (2) — нижний и верхний пределы горения при содержании  $0,12 \leq Al \leq 0,45$  (рис. 2).

Сопоставление тенденции И и температуры горения ( $T_r$ ) при изменении  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  свидетельствует об их тесной связи и сильной за-

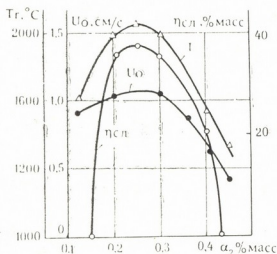


Рис. 2. Влияние содержания алюминия ( $\alpha_2$ ) в исходной смеси на среднюю линейную скорость горения (И), температуру горения ( $T_r$ ) и относительный выход ( $\eta_{сл}$ ) ста-  
нида ниобия.

Исх. смесь:  $Nb_2O_5 + Al + Sn$ , где  $Nb_2O_5 : Sn = 0,75 : 0,25$

висимости И от  $T_r$ . Такая связь характерна для горения с узкими зонами химического превращения исходной смеси в продукте горения и имеет вид [3]  $I^2 \sim lE/RT_r$ .

Исходя из этой связи, тенденция поведения скорости и температуры горения хорошо коррелируют между собой (рис. 1, 2).

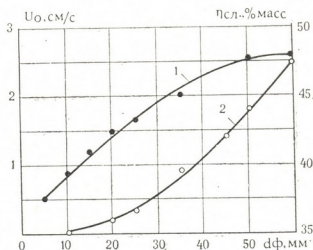
Одним из важнейших характеристик процесса является выход целевого продукта. Как видно из рис. 1, 2, при увеличении весовой доли Sn и Al в исходной смеси полнота фазоразделения (выход в слиток) проходит через максимум и вблизи пределов горения резко падает до нуля. Максимальный выход в слиток составляет  $\sim 50\%$  масс.

Прохождение полноты выхода целевого продукта в слиток через максимум при увеличении содержания Sn и Al в исходной смеси связано с уменьшением скорости фазоразделения.

В следующей серии экспериментов исследовали влияние диаметра реакционной формы ( $d_\phi$ ) и плотности ( $\rho$ ) исходной смеси на скорость горения и выход металлической фазы. Как следует из рис. 3, 4, с увеличением диаметра кварцевой формы, а также с уменьшением плотности исходной смеси скорость горения увеличивается. Предел горения по диаметру кварцевой формы достигается при диаметре 5 мм. При  $\rho = 1,7 \text{ г/см}^3$  скорость горения увеличивается почти в 4 раза, что свя-

зано с увеличением конечной температуры горения за счет понижения относительных теплотерь.

Рис. 3. Влияние диаметра реакционной формы ( $d_{\phi}$ ) на среднюю линейную скорость горения (1) и относительный выход стаида ниобия (2)  
Исх. смесь:  $Nb_2O_5:Al:Sn=0,6:0,2:0,2$



Анализ продуктов горения показал, что выход целевого продукта наиболее сильно зависит от диаметра реакционной формы и плотности исходной смеси. В интервале диаметров кварцевых оболочек

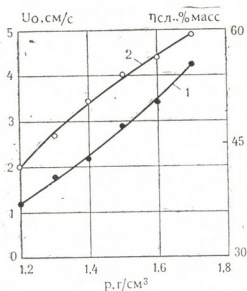


Рис. 4. Влияние плотности исходной смеси ( $\rho$ ) на среднюю линейную скорость горения (1) и относительный выход стаида ниобия (2).  
Исх. смесь:  $Nb_2O_5:Al:Sn=0,6:0,2:0,2$

$10 \leq d_{\phi} \leq 60$  мм  $\eta_{сл}$  возрастает до 50% масс. Увеличение плотности исходной смеси до 1,7 г/см<sup>3</sup> дает возможность увеличить выход в слиток до 60% масс.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт металлургии  
им. 50-летия СССР

(Поступило 22.10.1987)

მეტალურგია

თ. ნაცვლიშვილი, დ. ბაუტაძე, ზ. თაყაიძე, ვ. იშხვანი, ი. ბორჯინიანი  
სისტემის წვის კანონზომიერებანი ატმოსფერული წნევის პირობებში  
რეზიუმე  
სამკომპონენტური სისტემისათვის  $Nb_2O_5-Al-Sn$  შესწავლილია მორეა-  
ქტიურობის ნივთიერებათა (Al, Sn) ფარდობის დამოკიდებულება კაზმის სიმკვრი-

ვეზე, სარეაქციო ფორმის დიამეტრზე, წვის სიჩქარესა და ფაზათა გამოყოფის სიდიდეზე.

დადგენილია, რომ სარეაქციო ფორმის 10 მმ-დან 60 მმ-მდე გაზრდით სხმულის გამოსავალი იზრდება 35%-დან 50%-მდე. სარეაქციო კაზმის სიმკვრივის 1,7 გ/სმ<sup>3</sup>-მდე გაზრდით სხმულის გამოსავალი იზრდება 60%-მდე.

#### METALLURGY

T. N. NATSVLISHVILI, D. T. BEZHITADZE, G. F. TAVADZE, V. I. YUKHVID  
I. P. BOROVINSKAYA

### Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Al-Sn SYSTEM COMBUSTION MECHANISM UNDER ATMOSPHERIC PRESSURE

#### Summary

A study has been made of the influence of the agents (Al, Sn) mass ratio, reaction mould diameter and initial mixture density on the combustion rate and completeness of the phase splitting on a three-component system Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Al-Sn.

It is determined that the final product output in the quartz mould diameter interval of 10 mm—60 mm increases up to 50% of the mass. The augmentation of the initial mixture density up to 1.7 g/cm<sup>3</sup> makes it possible to increase the output into the ingot up to 60% of the mass.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. П. Лявншев, Ю. Л. Плинер, Г. Ф. Игнатенко, С. И. Лаппо. Люминотермия. М., 1978.
2. А. Г. Мержанов, В. И. Юхвид, И. П. Боровинская. ДАН СССР, 255, № 1, 1980.
3. А. Г. Мержанов, В. И. Юхвид, И. П. Боровинская. ДАН СССР, 255, № 1, 1980, 120—124.



УДК 621.762:669.018

МЕТАЛЛУРГИЯ.

Ф. Н. ТАВАДЗЕ (академик АН ГССР), В. В. КНЯНЕНКО,  
А. Г. МИКЕЛАДЗЕ, П. Г. ЧЕРЕМСКОЙ, А. Д. ШЕВЧЕНКО

### ИССЛЕДОВАНИЕ ДИСПЕРСНОСТИ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОРОШКОВ НИКЕЛЬ — ОКИСЬ АЛЮМИНИЯ

В последнее время широкое применение в создании новых композиционных материалов с особыми свойствами находят композиционные порошковые системы — металлические порошки с включениями частиц тугоплавких высокопрочных соединений. Однако для успешного использования создаваемых композиций и прогнозирования свойств получаемых из них материалов необходимо иметь наиболее полную информацию о дисперсности составляющих их компонентов.

В настоящей работе представлены результаты исследования дисперсности композиционных порошков никель-окись алюминия, полу-

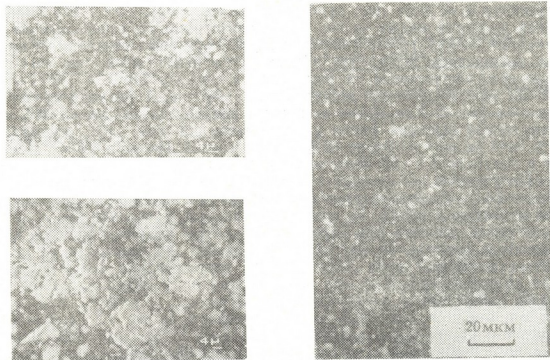


Рис. 1. Микроструктура композиционных порошков: а) Ni 25% вес.  $Al_2O_3$ , б) Ni 90% вес.  $Al_2O_3$ , в) темнопольное изображение порошка Ni 25% вес.  $Al_2O_3$  в оптическом микроскопе Неофот-21

ченных посредством окисления водных растворов хлоридов и последующим водородным восстановлением образовавшейся смеси окислов при 1300 К. Анализ рентгенограмм полученных композиционных порошков показал, что они состоят из никеля и  $\alpha$ -модификации окиси алюминия. Микроскопическими исследованиями установлено, что композиционные порошки представляют собой частички неправильной формы, в основном довольно мелкой фракции размером 2—10 мкм (рис. 1). Присутствует значительное количество частиц субмикронных размеров.



Исследование гранулометрического состава композиционных порошков никеля с содержанием частиц окиси алюминия 5, 25, и 90% весовых было проведено кондуктометрическим методом [1] на счетчике Культер-ТА-II. Перед измерениями, для диспергирования агломератов, композиционные порошки были подвергнуты ультразвуковой обработке в течении 5 минут на частоте 25 кгц непосредственно в используемом электролите Изотон-II. Гранулометрический состав порошков в пределах 3,8—120 мкм представлен на рис. 2. Показано, что

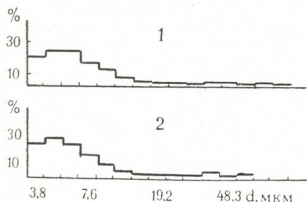


Рис. 2. Дифференциальное распределение по размерам частиц композиционных порошков Ni 90% вес.  $Al_2O_3$  (1) и Ni 5% вес.  $Al_2O_3$  (2)

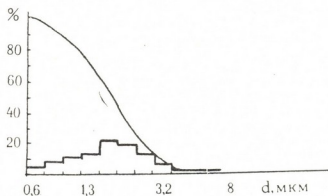
количественная доля частиц малых размеров (менее 10 мкм) практически не зависит от содержания в композиционном порошке окиси алюминия и во всех трех пробах составляет около 90%. Для определения размеров малых частиц и их количественного распределения по размерам тонкая фракция образца Ni 25  $Al_2O_3$  была отделена от крупной посредством осаждения последней и исследована на счетчике Культера, настроенном на измерения в тонкодисперсном диапазоне 0,6—20 мкм. Результаты исследования этой тонкой фракции представлены на рис. 3. Как видно из кривых распределения, около 90% частиц тонкой фракции имеют размер менее 3,2 мкм, что составляет 60% всей ее массы. Более 60% частиц тонкой фракции имеют размеры в пределах 1,3—2,5 мкм, около 30% — менее 1 мкм.

Полученные кондуктометрическим методом результаты дают информацию о гранулометрическом составе исследуемых композиционных порошков в целом, не позволяя разделить металлические и неметаллические частицы или определить размеры включений одной компоненты в матрице из другой. Исследования же прессовок из полученных композиционных порошков на рентгеновском микроанализаторе «Камека» показали, что окись алюминия в композиционном порошке распределена равномерно. По-видимому, в наших порошках, так же, как и в порошках, исследованных в работе [2], высокодисперсные частицы окиси алюминия находятся в металлической матрице в виде включений и ультразвуковое диспергирование, проведенное перед измерениями на счетчике Культера, не смогло их отделить от матрицы, так как силы связи между ними и матрицей достаточно сильны, — гораздо сильнее, чем силы механического сцепления.

Для выявления и оценки размеров присутствующих в порошках высокодисперсных оксидных включений был применен метод малоуглового рентгеновского рассеяния (РМР), заключающийся в дифракции рентгеновских лучей на мелких изолированных областях, отличающихся электронной плотностью от среды, в которой они диспергированы [1]. Был исследован композиционный порошок Ni 50%  $Al_2O_3$  (вес.). Съемки проводились на высоковакуумном малоугловом рентгеновском дифрактометре в излучении  $\lambda$  —  $CrK_{\alpha}$ . Степень дисперсности и объемную концентрацию локальных рассеивающих неоднородностей электронной плотности определяли способом Гинье по кривым рассеяния, свободным от коллимационных искажений. Измерение ин-

тенсивности первичного рентгеновского пучка производили при помощи калибровочного эталлона. Уровень интенсивности РМР порошка ми составляет  $\sim 10^{-3}$  от величины интенсивности первичного пучка, что свидетельствует о преимущественном совместном вкладе в рассеяние неоднородностей и свободной поверхности по сравнению с двойны-

Рис. 3. Дифференциальное и интегральное распределение по размерам частиц тонкой фракции композиционные порошков Ni 25%  $Al_2O_3$



ми вульф-брегговскими отражениями и другими факторами. Выявленные рассеивающие неоднородности электронной плотности, содержащиеся в порошке, условно разделены на несколько фракций по среднеквадратичной величине поперечного размера. Результаты расчетов представлены в таблице.

Удельный вклад фракций рассеивающих неоднородностей, содержащихся в порошке Ni 50% вес.  $Al_2O_3$  в условных единицах S

Размер фракции, нм	1,5	1,5—9	9—18	18—36
Объемный вклад, S	$1,95 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$3,6 \cdot 10^{-4}$	$11 \cdot 10^{-5}$

Из полученных результатов можно сделать следующий вывод: наибольшая объемная доля дисперсных неоднородностей приходится на неоднородности размером порядка 1,5 нм, неоднородности размером 1,5—18 нм занимают примерно втрое меньший объем. На долю более крупных неоднородностей размером 18—36 нм приходится наименьший объем. Следует иметь в виду, что в РМР вносит вклад также рассеяние поверхностью каждой из порошинок и полученные результаты могут частично характеризовать дисперсность самих порошков. Однако, с учетом результатов гранулометрического анализа кондуктометрическим методом и микроскопических исследований, приведенных выше, преимущественная информация должна быть отнесена к внутренним субмикроннеоднородностям электронной плотности.

В пользу неметаллической природы выявленных РМР высокодисперсных неоднородностей говорит оценка размера никелевых включений, проведенная по температурной зависимости магнитной восприимчивости композиционного порошка Ni 90%  $Al_2O_3$ . Температура Кюри порошка оказалась такой же, как у чистого никеля. Представляя исследуемый порошок диамагнитной матрицей из окиси алюминия, содержащей малые (порядка 1—10 нм) ферромагнитные однодоменные никелевые частицы и зная магнитное насыщение образца, можно определить размер этих частиц [3]. Проведенная оценка показала, что размер никелевых включений в порошке превышает 10 нм и на основании этого можно предположить, что выявленные в порошке высокодисперсные неоднородности меньших размеров не являются металлическими включениями.

Таким образом, наиболее вероятным представляется объяснение существования выявленных микронеоднородностей электронной плотности присутствием в композиционном порошке высокодисперсных включений окиси алюминия. Однако выявленные неоднородности можно связать и с наличием в порошке микропор, также являющихся областями с отличающейся электронной плотностью. Поэтому, надо полагать, что полную ясность в этот вопрос смогут внести исследования композиционных порошков методами просвечивающей электронной микроскопии.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт металлургии  
 им. 50-летия СССР

(Поступило 30.10.1987)

მეტალურგია

ფ. თავაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ვ. კიანენკო, ა. მიქელაძე,  
 პ. ჩერემსკოი, ა. შევჩენკო

დისპერსულობის კვლევა ნიკელ-ალუმინის ჟანგის კომპოზიციურ ფუნქციებში

რეზიუმე

წარმოდგენილია ჟანგულების წარღობის წყალბადური აღდგენით მიღებული ნიკელ-ალუმინის ჟანგის კვლევის შედეგები.

კვლევა ჩატარებულია მეტალოგრაფიული, რენტგენოგრაფიული მეთოდების გამოყენებით და ნაწილაკების გაზომვით კულტერის ანალიზატორში.

ნაჩვენებია, რომ კომპოზიციური ფუნქციები შედგება ალუმინის ჟანგულის ულტრადისპერსული ნაწილაკებისაგან. ამ ნაწილაკების საშუალო ზომაა 1,5—30 ნმ.

METALLURGY

F. N. TAVADZE, V. V. KIYANENKO, A. G. MIKELADZE,  
 P. G. CHEREMSKOY, A. D. SHEVCHENKO

## A STUDY OF THE DISPERSITY OF COMPOSITE POWDERS OF IRON-ALUMINIUM OXIDE

Summary

The paper presents results of the investigation of composite powders of iron-aluminium oxide obtained by hydrogen reduction of the mixture of oxides. The data were obtained using metallographic, SEM and X-ray methods, and by means of Coulter's particle size analyzer.

It is shown that composite powders consist of ultrafine particles of aluminium oxide. The average dimensions of the particles have been estimated as 1,5—30 nm.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Я. Буланов, Л. И. Кватер, Т. В. Долгаль. Диагностика металлических порошков. М., 1983.
2. О. В. Роман, Г. Н. Дубровская, М. Н. Кероткина. Прогрессивные способы изготовления металлокерамических изделий. Минск, 1971, 31—36.
3. Б. Г. Лифшиц, В. С. Крапошни, Я. Л. Линецкий. Физические свойства металлов и сплавов. М., 1980.



УДК 538.082/083.546

МЕТАЛЛУРГИЯ,

Э. Р. КУТЕЛИЯ, Д. М. АСАТИАНИ, Д. М. ЦИВЦИВАДЗЕ,  
Г. Ф. ТАВАДЗЕ, Д. Т. БЕЖИТАДЗЕ, Т. Н. НАЦВЛИШВИЛИ

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СВЕРХПРОВОДЯЩЕГО  
СОЕДИНЕНИЯ  $\text{ErBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6.69}$ , ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ СВС

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 15.6.1988)

Как было нами показано в работе [1], соединение  $\text{ErBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6.69}$ , полученное методом СВС, характеризуется высокими сверхпроводящими и резистивными характеристиками ( $T_c=95\text{K}$ ,  $\Delta T_c=1,2\text{K}$ ). В настоящей работе поставлена задача исследовать морфологию зерен композита и распределение компонентов в межзеренных границах.

Морфологию зерен изучали на свежих изломах компактных образцов в растровом электронном микроскопе (РЭМ) «Nanolab-7» фирмы «Оптон» ФРГ. Микроанализ элементарного состава внутри зерен и на границах стыка зерен определяли с помощью рентгеновского микроанализатора «Линк». Наблюдение проводилось в режиме эмитированных и отраженных электронов при ускоряющем напряжении первичного пучка 15кВ.

Наблюдение за различными изломами показало, что образец имеет компактное строение с разбросом зерен от единицы до десятков микрона (см. рис. 1). На изломах образца наблюдаются как



Рис. 1. РЭМ изображение излома соединения  $\text{ErBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6.69}$

межкристаллитный, так и транскристаллитные сколы. При этом характерной особенностью является то, что каждое зерно окутано тонкой диэлектрической прослойкой, создающих на РЭМ изображении в отраженных электронах, усиленные контрастом окантовки зерен. Толщина этих пленок, разграничивающих зерна, находятся в пределах  $\sim 10$ — $100$  нм. Характер окантовки указывает на то, что эти пленки находятся в аморфном или ультрадисперсном поликристаллическом состоянии.

Анализ химического состава пленки относительно к массиву (середине) зерна показало, что эти корки зерен, по сравнению к массиву зерна, обогащены ербием и алюминием. На рис. 2 приведены РЭМ изображения скола образца и соответствующие рентгеновские спектры микрообластей (отмечены крестиками) с межзеренной корки (см. рис. 2,б) и сердцевинки кристалла (см. рис. 2,г). Как показывает срав-

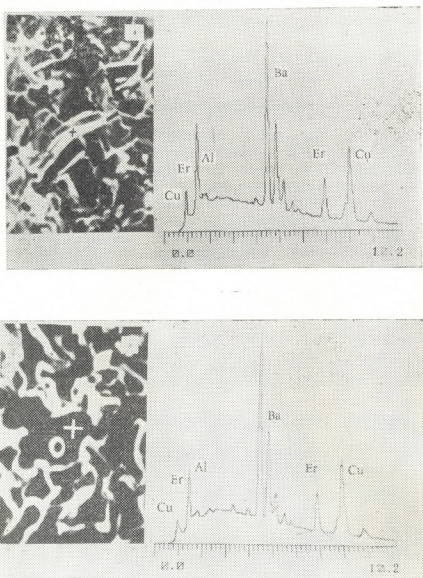


Рис. 2. а) РЭМ изображение скола образца  $\text{ErBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6,69}$ ; б) Спектр вторичного рентгеновского излучения с межзеренной корки (на рис. 2,а отмечено крестиком); в) РЭМ изображение транскристаллического скола образца  $\text{ErBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6,69}$ ; г) спектр вторичного рентгеновского излучения сердцевинки зерна (на рис. 2,в отмечено крестиком)

нение этих спектров, границы зерен обогащены алюминием и ербием. Очевидно, что корка является смесью окислов ербия и алюминия.

Таким образом, вышеописанная диэлектрическая корка, присутствующая вокруг всех зерен без исключения, является характерной морфологической особенностью исследуемого материала, имеющего высокие сверхпроводящие резистометрические характеристики [1].

Исходя из вышесказанного, можно предположить, что имеющаяся корка играет определенную роль в формировании сверхпроводящих свойств и соответствующих электрофизических параметров исследуе-

мого продукта. В связи с этим, управление параметрами (толщина, химический и фазовый состав) межкристаллитной окисной диэлектрической корки (межзеренной прослойки) и изучение его строения на атомарном уровне являются предметом наших дальнейших исследований.

Грузинский политехнический институт  
 им. В. И. Ленина  
 Республиканский центр структурных исследований

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт металлургии  
 им. 50-летия СССР

(Поступило 1.9.1988)

მეტალურგია

ე. კუთელია, დ. ასათიანი, დ. წივცივაძე, გ. თავაძე, დ. ბეჰიტაძე,  
 თ. ნაცვლიშვილი

თვითგავრცელებადი მაღალტემპერატურული სინთეზით მიღებული ზეგამტარი ნაერთის  $\text{ErBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6.69}$  მორფოლოგიური თავისებურებანი

რეზიუმე

შესწავლილია თვითგავრცელებადი მაღალტემპერატურული სინთეზით მიღებული ზეგამტარი ნაერთის  $\text{ErBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6.69}$  სტრუქტურა და კომპონენტების განაწილება მარცვალშორის საზღვარზე.

დადგენილია, რომ მარცვლების ზომა იცვლება ერთეული მიკრონიდან რამდენიმე ათეულ მიკრონამდე. თითოეული მარცვალი დაფარულია დიელექტრიკული ფენით, რომლის სისქე აღწევს 10—100 ნმ.

METALLURGY

E. R. KUTELIA, D. M. ASATIANI, D. M. TSVITSVADZE, G. F. TAVADZE  
 D. T. BEZHITADZE, T. N. NATSVLISHVILI

MORPHOLOGICAL PECULIARITIES OF THE SUPERCONDUCTIVE  
 $\text{ErBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6.69}$  COMPOUND OBTAINED BY SELF-PROPAGATING  
 HIGH-TEMPERATURE SYNTHESIS

Summary

The paper studies the structure and distribution of components at the inter-grain boundary of the superconductive  $\text{ErBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6.69}$  compound obtained by self-propagation high-temperature synthesis.

It has been established that the size of grains changes from one to several dozens of microns. Each grain is covered with a 10-100 nm.-thickness dielectric layer.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Ф. Тавадзе, Д. Т. Бежитадзе, Т. Н. Нацвлишвили, Д. М. Асатиани, Э. Р. Кутелия, Д. М. Цивцивадзе. Сообщения АН Грузинской ССР, 130, № 3, 1988.

Т. В. ХУХУНИ

## ДИНАМИКА МАЯТНИКОВОГО ДАТЧИКА КРЕНА С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. В. Хвინгия 15.9.1987)

В системах автоматической стабилизации вертикального положения остова склоноходов сельскохозяйственного назначения получили распространение маятниковые датчики крена, снабженные демпфером для обеспечения устойчивости системы. Однако при слабом демпфировании не обеспечивается предотвращение самопроизвольных колебаний маятника, при увеличении же демпфирования сам демпфер становится источником возмущений и ошибок системы. Поэтому ставится вопрос о замене демпфера другим устройством, например, обратной связью.

Для выявления целесообразности сказанного исследуем относительное движение маятника, изображенного на рис. 1. Здесь маятник

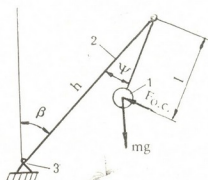


Рис. 1

1 подвешен на стойке 2, имитирующей остов склонохода. Стойка может качаться относительно шарнира 3. К центру масс маятника приложены сила тяжести и усилие обратной связи.

Используя метод Лагранжа, можно показать, что уравнение относительного движения маятника при малых значениях разности  $(\beta - \Psi)$  имеет вид

$$I\ddot{\Psi} + F_{oc}l + mgl\Psi = mgl\beta - (mlh - I)\ddot{\beta}, \quad (1)$$

где  $I$  — момент инерции маятника относительно оси подвеса;  $\Psi$  — угол отклонения маятника относительно стойки;  $F_{oc}$  — усилие обратной связи;  $l$  — расстояние от оси подвеса до центра масс маятника;  $m$  — масса маятника;  $g$  — ускорение свободного падения;  $\beta$  — угол крена



стойки;  $h$  — расстояние от шарнира крепления стойки до оси подвеса маятника.

Усилие  $F_{oc}$  обратной связи в реальных датчиках крена может изменяться по сложному закону в зависимости от нескольких параметров. В первом приближении рассмотрим частный случай, когда  $F_{oc}$  пропорционально углу  $\Psi$ . Тогда уравнение (1) после преобразования примет вид

$$\ddot{\psi} + k^2 \psi = a_1 \beta - a_2 \ddot{\beta}, \quad (2)$$

где  $k^2 = (mg + c\psi)l/I$ ;  $a_1 = mgl/I$ ;  $a_2 = (mlh/I) - 1$ .

Если  $\beta = \beta_0 - \omega t$  и  $\omega = \text{const}$ , то уравнение (2) примет вид

$$\ddot{\psi} + k^2 \psi = a_1 (\beta_0 - \omega t), \quad (3)$$

общим решением которого будет

$$\psi = (\beta_0 - \omega t) / (1 + c_\psi / mg). \quad (4)$$

Введем обозначения:  $\psi_{cb}$  — при отсутствии обратной связи и демпфирования;  $\psi_{oc}$  — при наличии обратной связи без демпфирования;  $\psi_d$  — при наличии демпфирования без обратной связи.

Из (4) получаем, что при  $c_\psi = mg$   $\psi_{oc} = 0,5 (\beta_0 - \omega t)$ , откуда следует, что обратная связь оказывает демпфирующее влияние на маятник при отклонении стойки от вертикального положения, так как  $\psi_{cb} = \beta_0 - \omega t$ .

При наличии демпфера без обратной связи уравнение динамики маятника имеет вид

$$\ddot{\psi} + 2n\dot{\psi} + k^2 \psi = a_1 \beta - a_2 \ddot{\beta}. \quad (5)$$

Если  $n = k$  (что имеет место в реальных конструкциях), общим решением уравнения (5) для случая  $\beta = \beta_0 - \omega t$  будет функция

$$\psi_d = \beta_0 + \omega [(2/k) - e^{-kt} (t + 2/k) - t]. \quad (6)$$

В реальных устройствах  $k > 6$ , вследствие чего второй член в квадратных скобках не оказывает существенного влияния на значения  $\psi_d$ . Поэтому в первом приближении

$$\psi_d \approx \beta_0 + \omega [(2/k) - t]. \quad (7)$$

При  $t = \beta_0/\omega$ ,  $\beta = 0$  и из (4)  $\psi_{cb} = \psi_{oc} = 0$ , тогда как из (7)  $\psi_d \approx 2\omega/k$ , т. е. в последнем случае система предрасположена к забросам.

При  $\beta = \beta_0 \cos \omega t$  уравнение (2) примет вид

$$\ddot{\psi} + k^2 \psi = (a_1 + a_2 \omega^2) \beta_0 \cos \omega t. \quad (8)$$

общим решением которого будет

$$\psi = \left( \psi_0 - \frac{a_1 + a_2 \omega^2}{k^2 - \omega^2} \beta_0 \right) \cos kt + \frac{a_1 + a_2 \omega^2}{k^2 - \omega^2} \beta_0 \cos \omega t. \quad (9)$$

Учитывая вышеуказанные соотношения, получаем

$$\psi_{cb} = \beta_0 \left[ \left( 1 - \frac{a_1 + a_2 \omega^2}{a_1 - \omega^2} \right) \cos \sqrt{a_1} t + \frac{a_1 + a_2 \omega^2}{a_1 - \omega^2} \cos \omega t \right], \quad (10)$$

и при  $c_\psi = mg$



$$\psi_{oc} = \beta_0 \left[ \left( 0,5 - \frac{a_1 + a_2 \omega^2}{2 a_1 - \omega^2} \right) \cos \sqrt{2 a_1} t + \frac{a_1 + a_2 \omega^2}{2 a_1 - \omega^2} \cos \omega t \right]. \quad (11)$$

При наличии демпфера в уравнении (5) правая часть соответствует правой части уравнения (8) и общее решение при  $n=k$ ,  $\Psi_0 = \beta_0$ ,  $\dot{\Psi}_0 = 0$  имеет вид

$$\psi_d = e^{-\sqrt{a_1} t} \{ \beta_0 - c_1 + [ \sqrt{a_1} (\beta_0 - c_1) - c_2 \omega ] t \} + c_1 \cos \omega t + c_2 \sin \omega t, \quad (12)$$

где

$$c_1 = \frac{(a_1 + a_2 \omega^2)(a_1 - \omega^2)}{4 a_1 \omega^2 + (a_1 - \omega^2)^2} \beta_0; \quad (13)$$

$$c_2 = \frac{2 \sqrt{a_1} \omega (a_1 + a_2 \omega^2)}{4 a_1 \omega^2 + (a_1 - \omega^2)^2} \beta_0. \quad (14)$$

На рис. 2 приведены графики, построенные по выражениям (10), (11) и (12) при следующих исходных данных, учитывающих конструктивные параметры одного из реальных датчиков крена [1]:

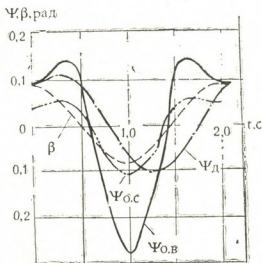


Рис. 2

$$a_1 = 39,6 \text{ с}^{-2}; \quad a_2 = 2,42, \quad \omega = 3,14 \text{ с}^{-1}, \quad \beta_0 = 0,0873 \text{ рад.}$$

Из рисунка видно, что и в данном случае лучший результат получается для варианта с обратной связью. Наличие демпфера обуславливает значительный сдвиг по фазе. При отсутствии демпфера и обратной связи имеет место значительное несоответствие углов  $\beta$  и  $\Psi$ .

Результаты исследования подтверждают целесообразность использования обратной связи в датчиках крена содержащих маятник, что доказано также испытаниями стабилизатора с гидравлической обратной связью [2].

თ. ხუხუნი

უკუკავშირით აღჭურვილი დაგვირდობის ქანქარისებრი  
 გადამწოდის დინამიკა

რეზიუმე

დადგენილია, რომ უკუკავშირი აუმჯობესებს დაგვირდობის ქანქარისებრი გადამწოდის დინამიკურ მახასიათებლებს.

MACHINE BUILDING SCIENCE

T. V. KHUKHUNI

DYNAMICS OF THE BANK PENDULUM SENSOR WITH FEEDBACK

Summary

It is established that feedback improves the dynamic characteristics of the bank pendulum sensor.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. T. V. Хухуნი. Механика трактора-склонохода. Тбилиси, 1983.
2. T. V. Хухуნი, Г. В. Пайлодзе, Г. И. Шаншмелашвили. Сб. «Механика машин». Тбилиси, 1985.



И. О. ХОМЕРИКИ, Е. В. ШУМАРОВ

## ОЦЕНКА МЕТОДИЧЕСКИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ В ОДНОКАНАЛЬНЫХ ЦИФРОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ МОЩНОСТИ

(Представлено академиком И. В. Прангшвили 29.8.1988)

Одной из актуальнейших проблем современности является уменьшение энергоемкости технологических процессов, причем преимущественное внимание уделяется сокращению расхода электрической энергии. Решение этой проблемы, в свою очередь, требует создания точного, простого и надежного преобразователя электрической энергии. Успехи в области полупроводниковой электроники и микропроцессорной техники открывают новые перспективы для решения этой задачи [1]. При этом весьма важна оценка методических погрешностей в одноканальном цифровом преобразователе электрической мощности.

Одним из источников методической погрешности в этом случае является замена непрерывного сигнала последовательностью его мгновенных значений [2]. К этой погрешности добавляется методическая погрешность, обусловленная одновременным измерением мгновенных значений тока и напряжения.

Оценка этой погрешности осуществляется для синусоидально изменяющихся во времени тока  $i(t)$  и напряжения  $u(t)$ . Последние подаются на один и тот же вход цифрового преобразователя последовательно во времени со сдвигом  $T_g/2$ , где  $T_g$  — период дискретизации сигналов.

Среднее значение электрической мощности определяется по выражению

$$P = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n u(t_k) \cdot i(t_k), \quad (1)$$

где  $n$  — число отсчетов мгновенных значений тока и напряжения.

Поскольку вход преобразователя одноканальный, то информация о мгновенном значении напряжения в момент  $t_k$  отсутствует. Поэтому в выражении (1) будем пользоваться аппроксимированным значением напряжения.

При аппроксимации напряжения полиномом нулевой степени значение средней мощности  $P_0$  определится из (1) подстановкой в него аппроксимированного значения напряжения и мгновенного значения синусоидального тока:

$$P_0 = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n I_m \sin \left[ \frac{2\pi}{n} (k-1) + \varphi \right] \cdot U_m \sin \frac{2\pi}{n} (k-1,5),$$

где  $\omega T_g = \frac{2\pi}{n}$ ;  $\varphi$  — угол сдвига фаз между током и напряжением.



После некоторых математических преобразований и упрощений можно представить абсолютную  $\Delta P_0$  и относительную  $\delta_0$  погрешности при аппроксимации напряжения полиномом нулевой степени следующими выражениями [3]:

$$\Delta P_0 \approx - \frac{I_m U_m}{2} \left[ \frac{1}{2} \left( \frac{\pi}{n} \right)^2 \cos \varphi + \frac{\pi}{n} \sin \varphi \right],$$

$$\delta_0 \approx - \frac{1}{2} \left( \frac{\pi}{n} \right)^2 - \frac{\pi}{n} \operatorname{tg} \varphi.$$

Аналогично при аппроксимации полиномом первой степени эти погрешности определяются выражениями

$$\Delta P_1 \approx - \frac{I_m U_m}{2} \left( \frac{\pi}{n} \right)^2 \cos \varphi,$$

$$\delta_1 \approx - \frac{1}{2} \left( \frac{\pi}{n} \right)^2.$$

При аппроксимации полиномом второй степени получаются выражения

$$\Delta P_2 \approx - \frac{I_m U_m}{2} \left[ \frac{1}{2} \left( \frac{\pi}{n} \right)^3 \sin \varphi + \frac{3}{8} \left( \frac{\pi}{n} \right)^4 \cos \varphi \right],$$

$$\delta_2 \approx - \frac{1}{2} \left( \frac{\pi}{n} \right)^3 \operatorname{tg} \varphi - \frac{3}{8} \left( \frac{\pi}{n} \right)^4.$$

Наконец, при аппроксимации полиномом третьей степени будем иметь

$$\Delta P_3 \approx - \frac{I_m U_m}{2} \cos \varphi \cdot \frac{3}{8} \left( \frac{\pi}{n} \right)^4,$$

$$\delta_3 \approx - \frac{3}{8} \left( \frac{\pi}{n} \right)^4.$$

В соответствии с полученными выражениями построены графики зависимости изменения абсолютной (рис. 1) и относительной (рис. 2) погрешностей измерения активной мощности от угла сдвига фаз  $\varphi$  при одновременных отсчетах мгновенных значений напряжения и тока и аппроксимации напряжения алгебраическими полиномами нулевой (кривые 0), первой (кривые 1), второй (кривые 2) и третьей (кривые 3) степеней для различных значений  $n$ . Из графиков следует, что даже при аппроксимации полиномом нулевой степени для  $n=100$  и  $\varphi=0$  погрешность  $\delta_0=0,05\%$ , что является очень высоким показателем. Видно также, что с повышением степени аппроксимирующего полинома погрешность существенно уменьшается, а аппроксимация полиномом нечетной степени предпочтительней по сравнению с аппроксимацией полиномом четной степени.

Оценка полученных погрешностей позволяет сделать вывод, что изменение лишь алгоритма обработки последовательности мгновенных значений напряжения (или тока), т. е. повышение степени аппроксимирующего полинома, позволяет снизить погрешность, обусловленную одновременностью отсчетов мгновенных значений тока и напряжения, до очень малых значений.

Отметим, что низкий уровень рассмотренной методической погрешности цифровых измерителей мощности может быть достигнут только в случае гладкости аппроксимирующего сигнала в пределах каждого

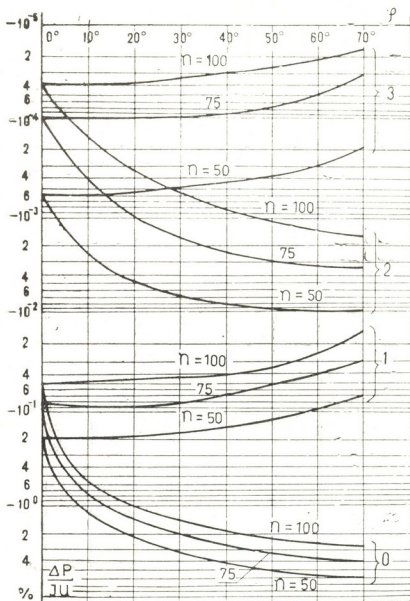


Рис. 1

периода дискретизации кривой напряжения —  $T_{\text{д}}$ . При резко искаженных формах кривых входных сигналов будет иметь место соответствующее возрастание погрешности. Сказанное эквивалентно возрастанию погрешности при уменьшении  $n$ . Так, при  $n=5$  и  $\phi=0$  относительная погрешность даже при аппроксимации полиномом третьей степени составляет  $\delta_3 = -5,8\%$ . Однако, как показал проведенный анализ, реальные искажения кривых напряжения в промышленных сетях приводят к изменению указанной выше погрешности не более чем на  $10\%$ , что несущественно при оценке общей погрешности измерения.

ი. ხომერიკი, ე. შუმაროვი

მეთოდური ცდომილებების შეფასება სიმკლავრის მართარხიან  
 ციფრულ გარდამქმნელებში

რეზიუმე

მიღებულია გამოსახულებები მეთოდური ცდომილებების გამოსათვლელად, რომლებიც წარმოიშობა ერთარხიან ელექტრული სიმკლავრის ციფრულ გარდამქმნელებში მყისი მნიშვნელობების ციფრული დამუშავებით.

ამ ცდომილებების შეფასება ხდება ერთ-ერთი შესასვლელი სიგნალის აპროქსიმაციის სხვადასხვა ხარისხებისათვის.

ELECTROTECHNICS

I. O. KHOMERIKI, E. V. SHUMAROV

## THE ESTIMATION OF PROCEDURAL ERRORS IN ONE-CHANNEL DIGITAL CONVERTERS OF ELECTRIC POWER

Summary

Expressions are deduced which determine procedural errors in digital converters of electric power with digital processing of instantaneous values given one input signal. The values of these errors are estimated at different degrees of approximation of one of the input signals.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. О. Хомерики. Тез. докл. VIII Всесоюз. науч.-техн. конф. ИИС-87, ч. II. Ташкент, 1987.
2. Э. И. Гитис, Е. А. Пискулов. Аналогово-цифровые преобразователи. М., 1981.
3. И. С. Градштейн, И. М. Рыжик. Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений. М., 1971.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

З. Е. КРУАШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР), К. Г. КАХЕЛАДЗЕ,  
Н. П. БУЛИЯ, Т. Б. ДЗАГАНИЯ, Н. Г. ЯШВИЛИ

К ВОПРОСУ ПОСТРОЕНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ  
СИНТЕЗАТОРОВ МАЛЫХ МАСС ПРИ АНАЛИЗЕ ОБРАЗЦОВ  
ПОЧВ И РАСТЕНИЙ

При работе полупроводниковых тензодатчиков (ПТД) определяющее значение имеет относительное изменение сопротивления от величины деформации [1, 2]. Зависимость вышеуказанных величин выражается следующим образом:

$$R_{птд} = \psi(T, \varepsilon, R_{0птд}, \rho_0, K_n), \quad (1)$$

где  $R_{птд}$  — сопротивление ПТД;  $T$  — абсолютная температура;  $\varepsilon$  — величина деформации;  $R_{0птд}$  — сопротивление ненагруженного ПТД при  $t = 25^\circ\text{C}$ ;  $\rho_0$  — удельное сопротивление ненагруженного ПТД;  $K_n$  — кристаллографическое направление в материале полупроводника.

Данная зависимость будет иметь вид

$$\frac{\Delta R_{птд}}{R_{0птд}} = \frac{298}{T} C_1(\rho_0) \varepsilon + \left(\frac{298}{T}\right)^2 C_2(\rho_0) \varepsilon^2 + \dots + \left(\frac{298}{T}\right)^n C_n(\rho_0) \varepsilon^n. \quad (2)$$

Уравнение (2) можно рассматривать как уравнение поверхности в трехмерном пространстве, для анализа которого следует использовать метод сечения поверхности плоскостями при различных температурах, так как использование ПТД предназначено для довольно узкого диапазона изменения температур  $+25^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ , следует рассмотреть работу ПТД при  $t = 25^\circ\text{C}$ , т. е. при  $T = 298^\circ\text{K}$ .

$$\frac{\Delta R_{птд}}{R_{0птд}} = C_1(\rho_0) \varepsilon + C_2(\rho_0) \varepsilon^2 + C_3(\rho_0) \varepsilon^3 \quad (3)$$

и при этом следует исключить  $C_3(\rho_0) \varepsilon^3$ , так как при значительных деформациях его величина не превосходит величины допустимой погрешности (0,5% от измерительной величины).

Зависимость (3) представляет собой квадратичную параболу с коэффициентами, определяемую удельным сопротивлением материала полупроводника.  $C_1$  — коэффициент, который можно считать основным коэффициентом, является тангенсом угла наклона касательной к кривой  $\frac{\Delta R_{птд}}{R_{0птд}} = f(\varepsilon)$  в точке, где  $\varepsilon = 0$ . Отсюда общее выражение для

$K$ -коэффициента тензочувствительности ПТД

$$K = \frac{d\left(\frac{\Delta R_{птд}}{R_{0птд}}\right)}{d\varepsilon} = C_1(\rho_0) + 2C_2(\rho_0)\varepsilon, \quad (4)$$

где коэффициенты  $C_1$ ,  $C_2$  — вполне определенные значения, полученные экспериментально для каждого ПТД.

Температурные воздействия на характеристику ПТД согласно уравнению (2) будут иметь вид

$$\frac{\Delta R_{\text{птд}}}{R_{0t}} = C_{1t}(\rho_0) \varepsilon + C_{2t}(\rho_0) \varepsilon^2, \quad (5)$$

где  $R_{0t}$  — сопротивление ненагруженного ПТД при температуре  $t$ ;

$$C_{1t}(\rho_0) = \frac{298}{T} C_1(\rho_0), \quad C_{2t}(\rho_0) = \frac{298}{T} C_2(\rho_0).$$

Зависимость  $R_{0t}$  от температуры для материала ПТД позволяет считать, что  $R_{0t} = R_{0,25} [1 + \beta(T - 298)]$ , а температурный коэффициент этих материалов находится в пределах (1,1—1,35) и как показывают исследования,  $C_{2t}$  определяет нелинейность характеристики  $\frac{\Delta R}{R_{0t}} = f(\varepsilon)$ .

При использовании ПТД, собранных в мостовую измерительную схему, каждый раз требуется определение характеристики ПТД для последующей компенсации нелинейности результирующей выходной характеристики. Последнее можно с успехом осуществить только при помощи автоматизированной системы (рис. 1), состоящей из системы

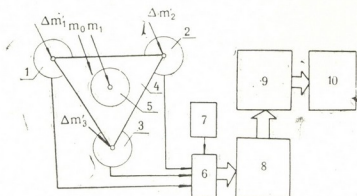


Рис. 1

ПТД 1, 2, 3, информации 4, на которой размещен приемный бункер 5, коммутатора 6 выходных сигналов ПТД, генератора 7 несущей частоты, измерительного преобразователя 8, электронных вычислительных устройств 9 и устройства 10 вывода измерительной информации. Наличие в системе общего измерительного преобразователя 8 исключают появление дополнительной погрешности в каналах измерения, а наличие ВЦ 9 обеспечивает все расчеты, связанные с определением компенсационных сигналов для направления наклонов характеристик, использованных ПТД.

Для этого в память ЭВМ вводятся все параметры мостовых схем всех ПТД, определяемые по следующей методике: в прямоугольных системах координат (рис. 2) по оси  $Y$  откладывается величина деформации  $\varepsilon$ , а по оси  $x$  — величина  $\frac{\Delta R}{R}$ , получаемые экспериментально



при исследовании каждого ПТД. По полученным данным строятся характеристики  $\frac{\Delta R}{R} = f(\epsilon) - I$ . После этого по оси  $x$  откладывается  $I_y = \frac{I_y}{I_{gmax}}$  — величина полученного потенциала в выходной диагонали.

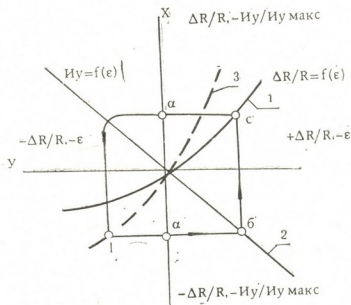


Рис. 2

При максимальной допустимой деформации ПТД строим характеристику  $I_y = f(\epsilon)$ . Затем графически определяются координаты искомой характеристики  $I_y = f(\frac{\Delta R}{R})$ , для чего дается величина точки  $i_y$ , и через эту точку проводим прямую параллельную оси абсцисс до пересечения с прямой 2. Из последней проводим прямую параллельную  $x$  до пересечения с кривой 1 (точка  $C$ ). Затем проводим параллельно  $Y$  из прямой до пересечения с  $x$  (точка  $C$ ). Для определения величины  $\frac{\Delta R}{R}$ , составляющей заданную характеристику измерительного комплекса (ПТД и блоки питания), строим нужную характеристику 3  $(I_j = f(\frac{\Delta R}{R}))$ , координаты которой вводят в память ЭВМ.

При появлении массы  $m_i$  система по данным  $\Delta m_i$  ПТД определяет общую массу образцов.

Погрешность измерения во всех диапазонах определения масс (от 150 мг до 20 г) не превышает 0,5%, что значительно выше точности серийно выпускаемых весов.

ავტომატური მართვა და გამომწვლითი ტექნიკა

ზ. ურუაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი), ძ. კახელაძე,  
 ნ. ბულია, თ. ძაგანია, ნ. იაშვილი

ნიდაგისა და მცენარეულობის ნიმუშების ანალიზისას მცირე  
 მასის ნახევარგამტარიანი სინთეზატორების აგების საკითხისათვის

რეზიუმე

ნაჩვენებია ნიდაგისა და მცენარეულობის ნიმუშების ანალიზის შემ-  
 თხვევაში მათი მცირე მასების ზუსტი განსაზღვრის ავტომატიზირებული სი-  
 სტემათა აგების შესაძლებლობა ნახევარგამტარიანი ტენზორეზისტორული  
 გარდამქნელების გამოყენებით.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

Z. E. KRUSHVILI, K. G. KAKHELADZE, N. P. BULIA, T. B. DZAGANIA,  
 N. G. IASHVILI

TOWARDS THE CONSTRUCTION OF SMALL MASS SYNTHESIZERS  
 FOR THE ANALYSIS OF PLANT AND SOIL SAMPLES

Summary

The paper deals with the construction of small mass synthesizers for  
 the analysis of soil and plant samples using semiconductor strain gauges.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. Г. Кахеладзе. Автоматизированные системы получения информации о параметрах проката. Тбилиси, 1978.
2. К. Г. Кахеладзе, З. Е. Круаშვილი, Т. Б. Дзаганиа. Элементы и узлы измерительных и вычислительных устройств систем автоматизации. Тбилиси, 1983.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

Ж. К. ШАРТАВА, Б. А. ГВАСАЛИЯ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСТРОЙСТВ И ОСНАСТОК, СРОКИ  
ВЫРАБОТКИ РЕСУРСА КОТОРЫХ ИСТЕКАЮТ В ЗАРАНЕЕ  
ЗАДАННЫЙ МОМЕНТ ВРЕМЕНИ

(Представлено академиком В. К. Чичинадзе 14.6.1988)

Выбор оптимального подмножества заказов [1], оптимальное распределение работ по рабочим местам [2] и обеспечение бесперебойной работы предприятия являются взаимосвязанными и весьма актуальными вопросами.

Настоящая работа посвящена вопросу обеспечения бесперебойной работы предприятия.

Одним из возможных решений этого вопроса является предупредительная замена устройств и узлов, т. е. замена до выхода их из строя. Подобные меры позволят значительно снизить время простоя устройств, оказать содействие службам главного инженера, планирования и снабжения в проведении работ, связанных с заменой и ремонтом устройств и их узлов.

В предлагаемой работе на примере одного предприятия, в частности Тбилисского производственного объединения «Электроаппарат», показано решение вышеуказанной задачи.

Допустим, имеются данные об устройствах и оснастках, а также параметры, характеризующие их работоспособность в определенные моменты времени.

Требуется определить устройства и оснастки, вероятные сроки выработки ресурса которых истекают в заранее заданные моменты времени.

Под данными об устройствах и оснастках подразумеваются значения следующих реквизитов: кода, заводского номера и даты ввода в эксплуатацию устройства и оснастки, кода завода-изготовителя, количества смен работы устройства.

Параметрами, характеризующими работоспособность устройств и оснасток, являются наработка на отказ и количество часов, проработанных устройствами и отдельными оснастками с момента ввода их в эксплуатацию.

Выходные документы содержат данные об устройствах и оснастках, сроки выработки ресурса (или капитального ремонта) которых истекают в заранее заданные моменты времени.

Для решения вышеуказанной задачи разработан комплекс программ (КП) ЗАМЕНА-1.

КП ЗАМЕНА-1 предназначен для повышения эффективности использования устройств и оснасток в части формирования плана по предупредительной замене устройств и оснасток, выработавших ресурс, что должно повлечь за собой улучшение качества выпускаемой продукции.

Основными функциями КП ЗАМЕНА-1 являются создание базы данных (БД) и получение следующих выходных документов:



1) перечень устройств, сроки выработки ресурса которых истекают \_\_\_\_\_ числа \_\_\_\_\_ месяца \_\_\_\_\_ года;

2) перечень устройств, сроки капитального ремонта которых истекают \_\_\_\_\_ числа \_\_\_\_\_ месяца \_\_\_\_\_ года;

3) данные по оснасткам, сроки выработки ресурса которых истекают \_\_\_\_\_ числа \_\_\_\_\_ месяца \_\_\_\_\_ года;

4) данные по устройствам и оснасткам, сроки выработки ресурса которых истекают \_\_\_\_\_ числа \_\_\_\_\_ месяца \_\_\_\_\_ года, по цехам.

Кроме того, КП ЗАМЕНА-1 обеспечивает выдачу полной информации, имеющейся в БД, и необходимую ее коррекцию.

Важную роль в решении поставленной задачи играет знание параметров: наработки на отказ и количества часов, проработанных устройствами и оснастками с момента ввода их в эксплуатацию, которые, как было отмечено выше, характеризуют работоспособность устройств и оснасток.

Параметр «наработка на отказ» можно определить по паспортным данным, а также в результате обработки статистической информации о работе устройств и оснасток. В последнем случае средняя наработка на отказ вычисляется по формуле [3]

$$T_n = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n},$$

где  $n$  — число отказов;  $t_i$  — временной интервал между  $(i-1)$ -м и  $i$ -м отказами.

Количество часов  $C$ , проработанных устройством или оснасткой с момента ввода их в эксплуатацию до момента затребования выходных отчетов, определяется по формуле

$$C = \{[(GT - GW - 1) \cdot 12 + MT + (11 - MW)] \cdot K + [DT + (P - DW - 1)] \cdot 8 \cdot S + ZT + (8S - ZW)\},$$

где  $GT$  и  $MT$  — текущий год и месяц соответственно;  $GW$  и  $MW$  — год и месяц ввода в эксплуатацию соответственно;  $DT$  и  $DW$  — текущее число и число ввода в эксплуатацию соответственно;  $ZT$  и  $ZW$  — текущий час и час ввода в эксплуатацию соответственно;  $S$  — количество смен;  $P$  — число календарных дней в текущем месяце;  $K$  — среднее число календарных дней в месяце.

Среднее число календарных дней в месяце вычисляется по формуле

$$K = \frac{\sum_{i=1}^{12} k_i}{12},$$

где  $k_i$  — число календарных дней  $i$ -го месяца года.

Для функционирования КП ЗАМЕНА-1 требуется проведение следующей последовательности операций:

- 1) составление логической структуры БД;
- 2) описание структуры БД и блоков спецификации комплекса программ;
- 3) осуществление загрузки БД;
- 4) в случае необходимости осуществление коррекции БД;

5) обеспечение получения выходных документов.

Логическая структура БД обуславливается получаемыми результатами. Описание БД и блоков спецификации КП выполняется в соответствии с требованиями систем управления базами данных (СУБД) ОКА.

Алгоритмы получения выходных форм построены на сравнении двух величин: наработки на отказ ( $T_{н}$ ) и количества часов ( $C$ ), проработанных устройствами или оснастками.

Если  $T_{н} - C \leq 0$ , то состояние соответствующих устройств и оснасток характеризуется как предельное.

Если  $T_{н} - C \leq E$  ( $E$  — заранее заданное положительное число), то ресурс данного устройства или оснастки, возможно, будет исчерпан в срок, указанный в заголовке формы.

Если  $T_{н} - C > E$ , то происходит переход на проверку вышеприведенных условий для следующего устройства или оснастки и т. д., пока не будет проанализирована информация о всех устройствах и оснастках, имеющихся в БД.

В случае, если в указанный срок не ожидается выхода из строя ни одного устройства или оснастки, на выходе вместо формы печатается сообщение: «В указанный срок выхода из строя устройств (оснасток) не ожидается».

Во всех вышеперечисленных случаях  $E$  определяется по формуле

$$E = 8 S \cdot \varepsilon,$$

где  $S$  — сменность;  $\varepsilon$  — точность вычисления.

Предварительная подготовка данных осуществляется с помощью специальной формы, а результаты выдаются в виде таблицы.

КП ЗАМЕНА-1 работает совместно с СУБД ОКА и операционной системой ОС ЕС издания 6.1 и последующих изданий в режимах с постоянным и переменным уровнями мультипрограммирования.

КП ЗАМЕНА-1 позволяет определить устройства и оснастки, вероятные сроки выработки ресурса которых истекают в заранее заданные моменты времени, и дает возможность перейти от регламентированного технического обслуживания на более прогрессивный метод обслуживания по состоянию.

В результате реализации КП ЗАМЕНА-1 значительно уменьшается время простоя устройств по техническим неисправностям и соответственно увеличивается количество и качество выпускаемой продукции.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

Грузинское НПО ВТИ

(Поступило 16.6.1988)

ავტომატური გართვა და გამომთვლითი ტექნიკა

შ. შარტავა, ბ. ზვანალია

მომწყობილოებად და ყალიბების განსაზღვრა, რომელთა მუშაობის რესურსები იწურება დროის წინასწარ მოცემულ მომენტში

რეზიუმე

განხილულია პროგრამების კომპლექსი ЗАМЕНА-1, რომელიც იძლევა შესაძლებლობას განისაზღვროს ის მოწყობილობები და ყალიბები, რომელთა მუშაობის რესურსების ამოწურვის მოსალოდნელი ვადები მთავრდება დროის წინასწარ მოცემულ მომენტში. მოცემულია ამოცანის ამოხსნის ალგორითმები.



J. K. SHARTAVA, B. A. GVASALIA

## DETERMINATION OF DEVICES AND RIGGING WHOSE EXPECTED LIFE-TIME ELAPSES AT A PRESPECIFIED MOMENT

## Summary

A complex of programmes ZAMENA-1 which allows for the determination devices and rigging, the expected life-time of which elapses at a prespecified moment, is suggested. The algorithms of solving the problem are given.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Н. Ломинадзе, Ж. К. Шартава. Труды ГПИ им. В. И. Ленина. Техническая кибернетика, т. 3, 1972, 124—129.
2. Н. Н. Ломинадзе, Ж. К. Шартава. Техническая информация, № 19. Тбилиси, ГрузНИИИТИ, 1973, 3—14.
3. Л. П. Глазунов, В. П. Грабовецкий, О. В. Щербаков. Основы теории надежности автоматических систем управления. Л., 1984.



УДК 631.523:631.527:634.51

ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

Г. Г. ДУМБАДЗЕ, Н. Д. ОКРИБЕЛАШВИЛИ

ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭТАНОЛА И АЦЕТАЛЬДЕГИДА НА УРОВЕНЬ  
СЕСТРИНСКИХ ХРОМАТИДНЫХ ОБМЕНОВ

(Представлено академиком А. Д. Зурабашвили 2.11.1987)

Литературные данные [1], а также результаты наших исследований показывают, что у больных алкоголизмом (АЛГ) увеличено число хромосомных абераций (ХА) в лимфоцитах периферической крови и при этом снижен уровень сестринских хроматидных обменов (СХО) и ХА при воздержании от приема этанола (Э).

Заслуживает особого внимания изучение генотоксичности Э, его метаболитов — ацетальдегида (АА), уксусной кислоты и т. д. Установлено [2], что Э не является мутагеном даже при его экзогенной метаболической активации. В лимфоцитах периферической крови человека *in vitro* отмечено, что Э не увеличивает частоту СХО по сравнению с контролем, тогда как АА и уксусная кислота повышают уровень СХО, однако статистически достоверен только эффект. Одновременно на том же экспериментальном материале показано [3], что в присутствии алкогольдегидрогеназы (АДГ) Э (1 об%) повышает число СХО на клетку (41,67±2,21) по сравнению с контролем (7,27±0,47), АА ( $1,5 \cdot 10^{-3}$  и  $2 \cdot 10^{-3}$ ) также активно индуцирует СХО, тогда как в присутствии АДГ активность АА падает.

В опытах применяли культивирование *in vitro* лимфоцитов периферической крови человека [4]. Для получения дифференциальной окраски сестринских хроматид материал окрашивали по методу Чеботарева и др. [5]. Э и АА использовали в разной концентрации и экспозиции: вариант 1 — длительное, в течение всего времени культивирования клеток, воздействие с концентрацией Э 0,5—2 об% и АА 0,2—10 об%; вариант 2 — кратковременное, в течение 5 часов (на 30-й час культивирования с последующей отмывкой и добавлением свежей среды с ФГА), с концентрацией Э 0,5—2 об% и АА 0,05 об%. Все варианты фиксировали на 72-й час культивирования клеток.

Для объективного учета СХО перед анализом препараты шифровали. Отбор метафазных пластинок и метод учета СХО соответствовали общепринятым. При обработке экспериментальных данных использовали методы статистического анализа, выбор которых определялся конкретными задачами.

В эксперименте применяли длительное и кратковременное воздействие Э и АА с определенными концентрациями на культуру клеток периферической крови человека. Условия обработки различных вариантов, а также контроль приведены в таблице, где представлены результаты опытов с Э и АА с двумя повторностями для каждого варианта (см. таблицу).

Число СХО на клетку при воздействии этанола и ацетальдегида *in vitro*  
 на культуру лимфоцитов человека

Растворы	Длительное воздействие (72 часа), $\bar{x} \pm m$	Кратковременное воздействие (5 часов), $\bar{x} \pm m$
К	6,52±0,21 (n) 6,48±0,26 (n) 6,50±0,16 (N)	6,16±0,26 (n) 6,32±0,20 (n) 6,24±0,16 (N)
Э	9,20±0,43 (n) 8,56±0,38 (n) 8,88±0,29 (N)	6,04±0,21 (n) 6,00±0,19 (n) 6,02±0,14 (N)
АА	25,30±0,66 (n) 26,28±0,77 (n) 26,22±0,50 (N)	34,76±0,57 (n) 36,56±0,50 (n) 35,66±0,40 (N)

$\bar{x} \pm m$  — среднее число СХО на клетку  $\pm$  стандартная ошибка, n и N — количество проанализированных клеток — соответственно 25 и 50, К — контроль, Э — этанол, АА — ацетальдегид.

Из таблицы следует, что для варианта с длительной обработкой Э наблюдается повышение числа СХО на клетку по сравнению с контролем в среднем на 2,02 СХО/кл и это повышение достоверно ( $P \leq 0,05$ ), тогда как при кратковременном воздействии Э (вариант 2), уровень СХО не отличается от контрольных показателей. В случае обработки культуры клеток АА независимо от экспозиции отмечается значимое повышение числа СХО на клетку ( $P \leq 0,05$ ) по сравнению с контролем. Гистограмма индукции СХО в опытах представлена на рис. 1.

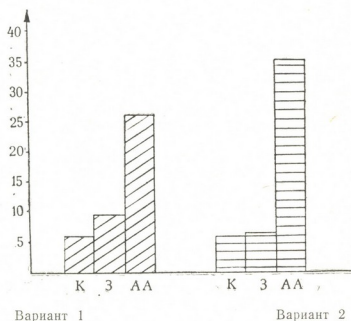


Рис. 1. Гистограмма индукции СХО этанолом и ацетальдегидом в культуре лимфоцитов периферической крови человека: К — контроль, Э — этанол, АА — ацетальдегид, вариант 1 — длительное воздействие (72 часа), вариант 2 — кратковременное воздействие (5 часов)

Сопоставление результатов различных вариантов эксперимента по критерию Стьюдента показало, что АА является мощным индуктором СХО независимо от применяемой в эксперименте экспозиции (ва-



риант 1— $t_{\phi}=36,8 \geq t_{st}$ ; вариант 2— $t_{\phi}=68,42 \geq t_{st}$ , при  $P=0,05$   $t_{st}=2,02$ ).  
 Обнаружено, что в отношении Е АА является более активным индукто-  
 ром СХО (вариант 1— $t_{\phi}=29,9 \geq t_{st}$ ; вариант 2— $t_{\phi}=70,55 \geq t_{st}$ , при  $P=$   
 $=0,05$   $t_{st}=2,02$ ). Что касается Э, показано, что длительное воздействие  
 им достоверно [повышает уровень СХО ( $t_{\phi}=7,21 > t_{st}$ , при  $P=0,01$   $t_{st}=$   
 $=2,70$ ), тогда как при кратковременной обработке Э число СХО на клет-  
 ку [не отличается от контрольного уровня ( $t_{\phi}=1,05 < t_{st}$ , при  $P=0,01$   
 $t_{st}=2,70$ ). Наблюдаемый повышенный уровень СХО при длительной экспози-  
 ции Э можно объяснить не действием самого Э, а как результат индук-  
 ции СХО его метаболитом АА. Тем самым возможно [предположить, что  
 мутагенными свойствами обладает не сам Э, а основной продукт его ме-  
 таболизма—АА.

НИИ психиатрии  
 им. М. М. Асагани  
 МЗ ГССР

(Поступило 26.11.1987)

გენეტიკა და სელექცია

გ. დუმბაძე, ნ. ოკრიბელაშვილი

ეთანოლისა და აცეტალდეჰიდის მოქმედება შვილეული  
 ქრომატიდთაშორისი გაცვლების დონეზე

რეზიუმე

განხილულია ეთანოლისა და აცეტალდეჰიდის მოქმედება შვილეული  
 ქრომატიდთაშორისი გაცვლებზე. ექსპერიმენტით დადგინდა, რომ შვილეული  
 ქრომატიდთაშორისი გაცვლების დონე იმატებს ეთანოლის ხანგრძლივი ექ-  
 სპოზიციისას. ჩვენი აზრით მუტაგენური თვისებები აქვს არა თვით ეთანოლს,  
 არამედ მისი მეტაბოლიზმის პროდუქტს — აცეტალდეჰიდს.

GENETICS AND SELECTION

G. G. DUMBADZE, N. D. OKRIBELASHVILI

THE EFFECT OF ETHANOL AND ACETALDEHYDE ON FREQUENCY  
 OF SISTER CHROMATID EXCHANGES

Summary

Exposure to ethanol produces sister chromatid exchanges in human  
 peripheral blood lymphocytes in vitro. Acetaldehyde is mutagenic, and it  
 increases the frequency of sister chromatid exchanges.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА -- REFERENCES

1. G. Obe. — Acetaldehyde not ethanol is mutagenic in A. Kappas (Ed.), Progress  
 in Environmental Mutagenesis and Carcinogenesis. Elsevier-Biomedical Press.  
 Amsterdam, (1981) pp. 19—23.
2. Butler *et al.* Mutat Res., (1981) 85, pp. 71—76.
3. G. Obe *et al.* Mutat. Res., 1986, 174 № 1., pp. 47—51.
4. P. S. Moorhead, P. C. Nowell *et al.* Exp. cell res 20: 3; 1960, pp. 613—616.
5. А. Н. Чеботарев и др. Булл. эксп. биол. и мед., т. 85, № 2, 1978, 242.

Г. Е. ЦЫБРОВ, Ю. А. ЕРШОВ, Т. В. ПЛЕТЕНЕВА,  
Г. Г. МАНДЖГАЛАДЗЕ, Е. Н. СОКОЛОВА

## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ ПРИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ АЭРОЗОЛЬНОЙ ОБРАБОТКЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ

(Представлено академиком Т. Н. Ошани 14.9.1988)

Способ ультразвуковой обработки (УЗО) биологических тканей, заключающийся в подаче в раневую полость лекарственного раствора, погружении в раствор колеблющегося волновода и озвучивании через него раневой поверхности, нашел широкое применение в клинике. Однако его применение затруднено при обработке ран, находящихся в вертикальном и «потолочном» положениях, а также обширных поверхностных ран.

Модернизацией способа УЗО биологических тканей является способ УЗ аэрозольной обработки [1]. При УЗ аэрозольной обработке на течение раневого процесса действуют акустические и гидродинамические течения, температура раствора. Но действием только этих факторов нельзя обосновать все явления, происходящие в ране, и объяснить сокращение сроков заживления раны на 5—7 дней.

В последнее время проведен ряд исследований по выявлению динамики изменения электрических потенциалов раневой поверхности и их связи с течением раневого процесса. В ходе заживления первичным натяжением отмечается достоверное снижение электропотенциала в области раны от 20—40 до 0—5 мВ [2].

Нами было высказано предположение о том, что при УЗ аэрозольной обработке в лекарственных растворах возникает заряд и они меняют свои физико-химические свойства. С целью выяснения этого вопроса были проведены эксперименты по изучению изменения проводимости  $j$  и поведения озвученной жидкости в электростатическом поле. Измерения проводились на физиологическом растворе и 5% растворе фурацилина.

С помощью кондуктометра КЭЛ-1М проводились динамические измерения проводимости озвученной жидкости, собранной под акустическим узлом, и аналогичные эксперименты для раствора, обработанного с погружением волновода (рис. 1).

Эксперименты показали, что более значительно проводимость изменяется при аэрозольной обработке—исходное значение  $j = 62 \cdot 10^{-3}$  см/м, максимальное  $j = 80 \cdot 10^{-3}$  см/м. Величина проводимости увеличивается с увеличением времени озвучивания и уменьшением расхода раствора. Максимальное значение проводимости имеет в момент прекращения озвучивания (0 с на графике), а затем ее величина убывает, стремясь к исходному значению. Аналогичные изменения проводимости происходят и при обработке раствора с погружением волновода. Однако ее максимальное значение при этом меньше, нежели при аэрозольной обработке —  $j = 72 \cdot 10^{-3}$  см/м.

Для изучения влияния электростатического поля на раствор, подвергнутый УЗ аэрозольной обработке, факел пропускался между вертикально расположенными пластинами плоскопараллельного конденсатора. На пластины конденсатора подавалось напряжение от 3 до 14 кв. При этом наблюдалось разделение потока аэрозольных частиц на две части, отклоняющиеся соответственно к положительной и отри-

цательной пластинам конденсатора, что свидетельствует о наличии в аэрозольном факеле частиц как с положительными, так и с отрицательными зарядами.

Нами проведено фотографирование аэрозольного факела в электростатическом поле при различных значениях напряжения на пла-

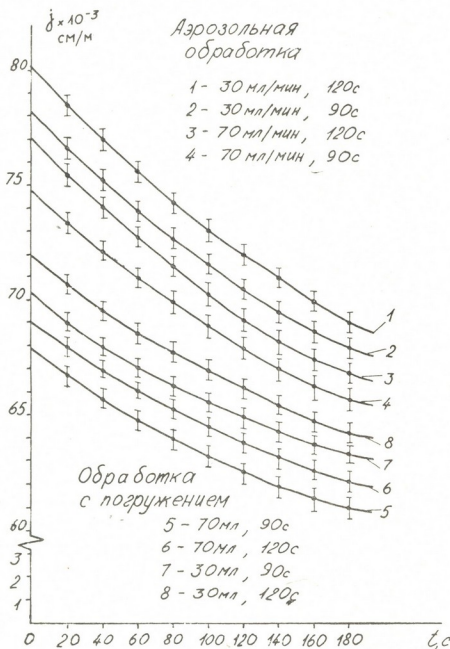


Рис. 1

стинах конденсатора. По отклонению аэрозольных частиц от вертикали на расстоянии 1 см от торца акустического узла определялся средний заряд одной частицы —  $\varphi = (1,6 \pm 0,02) \cdot 10^{-15}$  Кл.

На основании полученных данных нами выдвинута гипотеза о возможном механизме изменения проводимости и потенциала озвученных растворов.

Известно, что при воздействии ультразвука на жидкости выделяется большое количество энергии. При этом образуются продукты превращения молекул воды, в том числе реакционноспособных молекул, ионов и радикалов. Этот процесс условно, по аналогии с радиолизом, можно назвать сонолизом. Несмотря на то что частицы, образующиеся при сонолизе, неустойчивы, их существование может обус-

ловлять возникновение в озвученном растворе свободных зарядов [3]. Существование этих частиц и продуктов их взаимодействия со средой (например с  $O_2$ , растворенным в воде) может объяснить увеличение электропроводности различных жидкостей, подвергнутых УЗО.

Результаты экспериментов позволили нам предположить, что частицы, имеющие различный заряд, обладают антибактериальной активностью и их активность различна. Поэтому нами были проведены бактериологические исследования на колониях *Staphylococcus epidermidis* (рис. 2). Эксперименты проводились на трех типах раство-

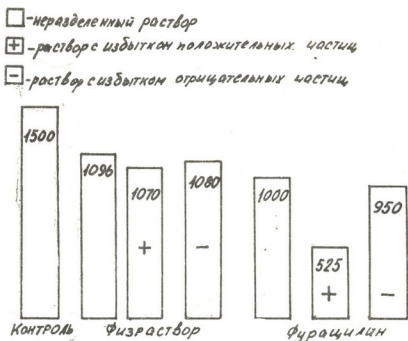


Рис. 2

ров: растворе, собранном под волноводом без воздействия электростатическим полем; растворе, частицы которого отклонились к положительной пластине конденсатора; растворе, частицы которого отклонились к отрицательной пластине конденсатора.

Растворы собирались в сосуды, а затем выливались на поверхность чашек Петри, покрытую агаром и засеянную бактериями в количестве  $1,5 \cdot 10^4$  микробных тел в 1 мл раствора. Раствор находился в чашке в течение 10 с, а затем сливался. Обработанные таким образом чашки ставились в термостат, после чего производился подсчет оставшихся колоний.

Результаты исследования показали, что после воздействия на бактерии озвученного физиологического раствора, не разделенного в электростатическом поле, количество *Staphylococcus epidermidis* уменьшилось до  $1096 \pm 12$ , после обработки физиологическим раствором с избытком положительно заряженных частиц — до  $1070 \pm 12$ , с избытком отрицательно заряженных частиц — до  $1080 \pm 12$ .

После воздействия на культуру *Staphylococcus epidermidis* раствором фурацилина, не разделенного в электростатическом поле, количество колоний уменьшилось до  $1000 \pm 12$ , раствором фурацилина с избытком положительно заряженных частиц — до  $525 \pm 12$ , с избытком отрицательно заряженных частиц — до  $950 \pm 12$ .

Таким образом, эксперименты подтвердили выдвинутую нами гипотезу о том, что аэрозольные частицы, имеющие заряд, обладают антибактериальной активностью, причем наиболее активные частицы заряжены положительно.

Центральный институт  
усовершенствования врачей

(Поступило 23.9.1988)

ბიოფიზიკა

ბ. ციბროვი, ი. ერშოვი, ტ. პლეტენევა, ბ. მანჯგალაძე, ე. სოკოლოვა

ბიოლოგიური ქსოვილების ულტრაბგერითი აეროზოლური  
დამუშავებისას წარმოქმნილი ელექტრული მოვლენები

რეზიუმე

ინფიცირებული ჭრილობების დამუშავების ერთ-ერთი მეთოდია ულტრაბგერითი აეროზოლური დამუშავება.

გამოკვლეულია ულტრაბგერითი აეროზოლური დამუშავების შედეგად ხსნარის დამუხტვის ეფექტი. ექსპერიმენტული დანადგარის მეშვეობით გამოთვლილია ერთი აეროზოლური ნაწილაკის საშუალო მუხტი —  $\varphi = (1,6 \pm 0,02) \cdot 10^{-15}$ . *Staphylococcus epidermidis*-ის კოლონიებზე ჩატარებულმა ექსპერიმენტებმა გვიჩვენა, რომ დადებითად დამუხტულ ულტრაბგერით დამუშავებულ ხსნარს მეტი ანტიბაქტერიული აქტიურობა აქვს, ვიდრე ნეიტრალურს ან უარყოფითად დამუხტულ ხსნარს.

BIOPHYSICS

G. E. TSIBROV, Yu. A. ERSHOV, T. V. PLETENEVA,  
G. G. MANJGALADZE, E. N. SOKOLOVA

### ELECTRICAL EVENTS DURING SUPERSOUND AEROSOL TREATMENT OF BIOLOGICAL TISSUES

Summary

One of the methods for the treatment of infected wounds is supersonic aerosol treatment.

The problem of the charging effect of the solution following the supersonic aerosol treatment has been investigated. Using the experimental set the mean charge of one aerosol particle has been calculated  $\varphi = (1,6 \pm 0,02) \cdot 10^{-15}$ .

The experiments carried out on *Staphylococcus epidermidis* colonies have shown that the solution which was positively charged after the supersonic treatment has a more pronounced antibacterial activity than neutrally or negatively charged ones.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Е. Цыбров. Труды МВТУ, № 201, 1974.
2. М. И. Кузин, Б. М. Костюченко. Раны и раневая инфекция. М., 1981.
3. Ж. И. Абрамова, Г. И. Оксенгендлер. Человек и противокислительные вещества. Л., 1985.

Т. Р. УРУШАДЗЕ, Т. С. ХОМАСУРИДZE, Л. З. ГОГИЛАШВИЛИ

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ОПТИМАЛЬНОСТИ СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ БИОСИНТЕЗА ЦЕЛЛЮЛАЗ ГРИБОМ *Sporotrichum pulverulentum*

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. И. Квеситадзе 14.9.1987)

С помощью метода математического планирования эксперимента проверена оптимальность питательной среды для глубинного выращивания микромицета *Sporotrichum pulverulentum* продуцента целлюлолитических ферментов. Установлено, что среда состава (%) — микрокристаллическая целлюлоза (МКЦ) ЛТ-1;  $\text{NaNO}_3$ —0,3;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ —0,2;  $\text{MgSO}_4$ —0,05; кукурузный экстракт—4,1; кислотный гидролизат продуктов термофильного метанового брожения (КГ)-3—оптимальна.

Целью настоящей работы явилась экспериментальная проверка оптимальности состава питательной среды для биосинтеза целлюлаз микромицетом *Sporotrichum pulverulentum* с помощью математического планирования эксперимента. Исходная среда была подобрана ранее в лаборатории биотехнологии Института биохимии растений АН ГССР [1].

В настоящей работе использовали термофильную культуру *Sporotrichum pulverulentum*, выделенную из почв Грузии [2].

Культивирование штамма проводили глубинным методом в конических колбах, емкостью 250 мл на термостатируемой качалке в течение 36 часов при 200 об/мин и 40°C. В качестве посевного материала использовали суспензию конидий 10-суточных культур, выращенных на 8% сусло-агаре. Исходной, для проверки оптимальности, была среда следующего состава (%): микрокристаллическая целлюлоза ЛТ-1;  $\text{NaNO}_3$ —0,3;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ —0,2;  $\text{MgSO}_4$ —0,05; кукурузный экстракт—4,1; кислотный гидролизат—3; водопроводная вода pH 4,5.

В фильтрате культуральной жидкости (КЖ) определяли общую целлюлазную активность по гидролизу фильтровальной бумаги, условия гидролиза соответствовали модифицированному методу Манделса—Вебера [3], при этом количество восстанавливающих сахаров определяли по методу Шомоди—Нельсона [4, 5].

Проверку оптимальности состава питательной среды проводили по плану полного и дробного факторного эксперимента. Выбор матриц планирования и расчеты проводились в соответствии с указаниями, приведенными в литературе [6].

С целью подбора оптимальной концентрации компонентов среды для культивирования гриба *Sporotrichum pulverulentum* по плану полного факторного эксперимента в исходной среде (среда № 17) варьировали 4 основных компонента:  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , кислотный гидролизат, микрокристаллическую целлюлозу. Содержание остальных компонентов в питательной среде поддерживалось во всех опытах на основном уровне, равном: кукурузный экстракт—4,1% и  $\text{MgSO}_4$ —0,05. Концентрации каждого из факторов варьировали на двух уровнях: нижний и верхний. Интервалы варьирования были следующими (%): по  $\text{NaNO}_3 \pm 0,1$ ;  $\text{KH}_2\text{PO}_4 \pm 0,1$ ; по кислотному гидролизату  $\pm 1$ ; по МКЦ  $\pm 0,5$ .



План эксперимента, результаты опыта и рассчитанные значения коэффициента регрессии для каждого фактора приведены в табл. 1. Значимость коэффициентов регрессии равна дисперсии коэффициентов регрессии, помноженная на  $t$ -фактор и в этом опыте  $t_{0,95} \cdot s\{b_i\} = 0,016$ , т. е. значимы коэффициенты регрессии  $|b_i| > 0,016$ .

Таблица 1

Полный факторный эксперимент							
№ среды	$X_1$	$X_2$ $KH_2PO_4$	$X_3$ КГ	$X_4$ МКЦ	Активность Фермента, ед/мл ( $y_a$ )	Обозначение строк в матрице	Коэффициенты регрессии
	Код %	Код %	Код %	Код %	по ФБ		
1	- 0,2	- 0,1	- 2	- 0,5	0,11	$X_0$	0,08
2	+ 0,4	- 0,1	- 2	- 0,5	0,01	$X_1$	0,006
3	- 0,2	+ 0,3	- 2	- 0,5	0,1	$X_2$	0,020
4	+ 0,4	+ 0,3	- 2	- 0,5	0,13	$X_1 X_2$	0,016
5	- 0,2	- 0,1	+ 4	- 0,5	0,16	$X_3$	0,004
6	+ 0,4	- 0,1	+ 4	- 0,5	0,01	$X_4 X_3$	0,001
7	- 0,2	+ 0,3	+ 4	- 0,5	0,13	$X_2 X_3$	-0,001
8	+ 0,4	+ 0,3	+ 4	- 0,5	0,14	$X_1 X_2 X_3$	0,006
9	- 0,2	- 0,1	- 2	+ 1,5	0,05	$X_4$	-0,020
10	+ 0,4	- 0,1	- 2	+ 1,5	0,08	$X_1 X_4$	0,020
11	- 0,2	+ 0,3	- 2	+ 1,5	0,07	$X_2 X_4$	-0,015
13	- 0,2	- 0,1	+ 4	+ 1,5	0,04	$X_3 X_4$	-0,008
14	+ 0,4	- 0,1	+ 4	+ 1,5	0,08	$X_1 X_3 X_4$	0,010
15	- 0,2	+ 0,3	+ 4	+ 1,5	0,02	$X_2 X_3 X_4$	0
16	+ 0,4	+ 0,3	+ 4	+ 1,5	0,08	$X_1 X_2 X_3 X_4$	0,003
17	0 0,3 $\pm 1$	0 0,2 $\pm 0,1$	0 3 $\pm 1$	0 1,0 $\pm 0,5$	0,4		

Сравнение коэффициентов регрессии с величиной значимости коэффициентов регрессии (табл. 1) дает основание сделать вывод о незначимости коэффициентов регрессии, при всех членах уравнения (за

Таблица 2

Дробный факторный эксперимент 2 <sup>5-1</sup>													
№ среды	$X_1$		$X_2$ $KH_2PO_4$		$X_3$ КГ		$X_4$ МКЦ		$X^6$	Активность фермента, ед/мл ( $y_a$ ) по ФБ	Обозначение строк в матрице	Коэффициенты регрессии	
	код	%	код	%	код	%	код	%					
1	-	0,3	-	0,1	-	2	-	0,5	+	0,06	0,088	$X_0$	0,118
2	+	0,5	-	0,1	-	2	-	0,5	-	0,04	0,07	$X_1$	-0,005
3	-	0,3	+	0,3	-	2	-	0,5	+	0,05	0,06	$X_2$	0,007
4	+	0,5	+	0,3	-	2	-	0,5	-	0,06	0,085	$X_1 X_2$	0,004
5	-	0,3	-	0,1	+	4	-	0,5	+	0,04	0,11	$X_3$	0,002
6	+	0,5	-	0,1	+	4	-	0,5	+	0,06	0,11	$X_1 X_3$	0,004
7	-	0,3	+	0,3	+	4	-	0,5	-	0,06	0,12	$X_2 X_3$	-0,018
8	+	0,5	+	0,3	+	4	-	0,5	-	0,04	0,09	$X_1 X_2 X_3$	0,015
9	-	0,3	-	0,1	-	2	+	1,5	+	0,04	0,09	$X_4$	0,027
10	+	0,5	-	0,1	-	2	+	1,5	-	0,06	0,14	$X_1 X_4$	-0,003
11	-	0,3	+	0,3	-	2	+	1,5	-	0,06	0,22	$X_2 X_4$	0,003
12	+	0,5	+	0,3	-	2	+	1,5	+	0,04	0,18	$X_1 X_2 X_4$	0,008
13	-	0,3	-	0,1	+	4	+	1,5	-	0,06	0,2	$X_3 X_4$	-0,018
14	+	0,5	-	0,1	+	4	+	1,5	-	0,04	0,09	$X_1 X_3 X_4$	0,002
15	-	0,3	+	0,3	+	4	+	1,5	+	0,04	0,07	$X_2 X_3 X_4$	0,017
16	+	0,5	+	0,3	+	4	+	1,5	+	0,06	0,14	$X_1 X_2 X_3 X_4$	0,023
17	0	0,3	0	0,2	0	3	0	1,0	0	0,05	0,3		
	$\pm$	0,1	$\pm$	0,1	$\mp$	1	$\mp$	0,5	$\mp$	0,01			

исключением  $b_0=0,08$ ), что исключает необходимость изменения состава среды, т. е. выбранная среда является оптимальной.

Для проверки оптимальности среды в случае пяти переменных факторов был поставлен дробный факторный эксперимент (ДФЭ) (табл. 2).

За средний уровень дробного факторного эксперимента  $2^{5-1}$  был взят прежний состав среды.

План эксперимента и результаты опыта приведены в табл. 2. Интервалы варьирования  $\lambda_i$  были следующими (%):  $\text{NaNO}_3$ —0,1;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ —0,1; кислотный гидролизат (КГ)—0,5; микрокристаллическая целлюлоза—0,5;  $\text{MgSO}_4$ —0,01. Величина значимости коэффициентов регрессии в данном случае равна:  $t_{0,95} \cdot s^2\{b_i\} = 0,024$ , т. е. значимы,  $|b_i| > 0,024$  в нашем случае все коэффициенты уравнения незначимы, кроме  $b_0=0,118$ .

Таким образом, отсутствие значимых коэффициентов регрессии (превышающих 0,024), свидетельствует об отсутствии необходимости изменения концентрации среды как в сторону увеличения, так и уменьшения. Следовательно, выбранная среда оптимальна.

Для проверки адекватности уравнения регрессии, полученного по плану дробного факторного эксперимента, с его помощью проводили теоретические расчеты выхода продукта  $\hat{Y}_u$

При сопоставлении значений  $\bar{y}_u$  (экспер.) и  $\hat{Y}_u$  (теорет.) установили, что уравнение регрессии воспроизводит результаты, полученные экспериментально, с некоторой погрешностью. Погрешность определяется дисперсией неадекватности  $s^2_{ад} = 0,0024$ . Табличное значение критерия Фишера  $F_{0,95} = 3,0$  (число степеней свободы 15 и 9), так как дисперсия неадекватности 0,0024 при выбранном уровне значимости (0,95) не превышает величины  $F \cdot s^2\{y\} = 0,063$ , т. е.  $s^2_{ад} < F \cdot s^2\{y\}$ , то можно считать, что найденное уравнение модели адекватно описывает процесс («уравнение адекватно»).

Полученные результаты позволяют утверждать, что исходная среда для синтеза целлюлолитических ферментов культурой *Sporotrichum pulverulentum* оптимальна.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт биохимии растений

(Поступило 16.10.1987)

გოგონია

თ. ურუშაძე, თ. სომასურიძე, ლ. გოგილაშვილი

SPOROTRICHUM PULVERULENTUM სპოროთი ცელულაზამბის  
ბიოსინთეზის საკვების არის ოპტიმალური შემდგენილობის  
ექსპერიმენტული შემოწმება

რეზიუმე

ექსპერიმენტის მათემატიკური დაგეგმვის მეთოდით გაზომილ იქნა საკვები არის ოპტიმუმი ცელულაზური ფერმენტების პროდუცენტის — მიკრო-მიცეტური *Sporotrichum pulverulentum*-ის სიღრმული ზრდისთვის. დადგენი-



ლია, რომ შემდეგი შემადგენლობის საკვები არე ოპტიმალურია (%): მიკრო-  
 კრისტალური ცელულოზა LT-1;  $\text{NaNO}_3$ —0,3;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ —0,2;  $\text{MgSO}_4$ —0,05; სი-  
 მინდის ექსტრაქტი—4,1; მცაურის ჰიდროლიზატი KГ-3.

## BIOCHEMISTRY

T. R. URUSHADZE, T. S. KHOMASURIDZE, L. Z. GOGILASHVILI

### EXPERIMENTAL TEST FOR OPTIMAL COMPOSITION OF NUTRIENT MEDIUM FOR CELLULASE BIOSYNTHESIS BY THE FUNGUS *SPOROTRICHUM PULVERULENTUM*

#### Summary

The optimal composition of nutrient medium for deep growth of the micromycet of *Sporotrichum pulverulentum*—producer of cellulolytic enzymes was measured by the method of mathematical planning of the experiment. It is stated that the medium that the following composition (in%): microcrystalline cellulose LT-1;  $\text{NaNO}_3$ —0,3;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ —0,2;  $\text{MgSO}_4$ —0,05; maize extract—4,1; acidic hydrolysate—3—is optimal.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. Л. Квачадзе, Д. А. Чхартишвили, Э. Д. Мхлиш, Г. И. Квеситадзе. Прикл. биохим. и микробиол., 5, 1985, 624—629.
2. G. I. Kvesitadze *et al.* Acta Biotechnol., 6, 1, 1986, 101—106.
3. M. Mandels, I. Weber. Adv. Chem. Series, Washington. 95, 1969, 391—414.
4. M. Somogyi, 195, 1952, 19—23.
5. N. A. Nelson. J. Biol. Chem., 153, 1944, 375—380.
6. В. Н. Максимов, В. Д. Федоров. Применение методов математического планирования эксперимента. М., 1969, 112.



МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

З. В. ОРДЖОНИКИДЗЕ, Р. Г. САЛАКАЯ, В. Е. КУРАШВИЛИ

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ К  
АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫМ ПРЕПАРАТАМ И РАЗЛИЧНЫМ  
ИХ СОЧЕТАНИЯМ СТАФИЛОКОККОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ  
ПРИ ПИЕЛОНЕФРИТАХ И ХОЛЕЦИСТОХОЛАНГИТАХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Чаншвили 14.4.1988)

Для проведения целенаправленной и эффективной химиотерапии инфекции мочевыводящих путей и билнарной системы необходимо располагать сведениями о чувствительности возбудителей к антибактериальным препаратам и их сочетаниям [1, 2].

В связи с этим, цель нашей работы — изучение чувствительности стафилококков, выделенных при пиелонефрите и холецистохолангитах, к различным антибактериальным препаратам и их сочетаниям.

Исследовано 210 культур стафилококков (156 штаммов *S. aureus*, 56 — *S. epidermidis*), выделенных из мочи при пиелонефрите (100 штаммов, из них 76 — *S. aureus*, 24 — *S. epidermidis*) из желчи при холецистохолангите (110 штаммов, из них 78 — *S. aureus*, 32 — *S. epidermidis*). Их чувствительность определяли к 28 антибактериальным препаратам: бензилпенициллину, метициллину, оксациллину, диклоксациллину, ампициллину, карбенициллину, азлоциллину, ампиоксу, эритромицину, левомецетину, доксициклину, тетраолеану, цефалоридину, цефазолину, цефуроксиму, цефамандолу, цефотаксиму, цефтриаксону, рифампицину, стрептомицину, мономицину, канамицину, гентамицину, тобрамицину, сизомицину, амикацину, фурагину и бисептолу.

Была изучена активность сочетания антибиотиков аминогликозидов (гентамицин, тобрамицин, сизомицин, амикацин, канамицин, мономицин) с полусинтетическим пенициллинам (диклоксациллин, ампициллин, карбенициллин, азлоциллин), цефалоспорином (цефалоридин, цефазолин, цефуроксим, цефамандол, цефотоксим, цефтриаксон), рифимпицином, доксициклином, фурагином или бисептолом, а также сочетания полусинтетических пенициллинов или цефалоспорином, фурагином или бисептолом на 50 штаммов *S. aureus* и на 10 штаммов *S. epidermidis* (по 30 штаммов выделены из мочи и желчи) с различной степенью чувствительности к химиопрепаратам.

Чувствительность микроорганизмов к отдельным антибиотикам и их сочетаниям определяли методом серийных разведений в мясопептонном агаре (МПА) с использованием штамма-репликатора, плотность инокулята на пятно составляла  $10^2$ — $10^5$  КОЕ. Оценку комбинированного действия препаратов проводили методом шахматной доски [3].

Анализ антибиограммы показал, что наиболее высокой антимикробной активностью в отношении клинических штаммов стафилококков обладали антибиотики аминогликозидной группы II поколения (сизомицин, амикацин) и цефалоспорины II и III поколений (цефамандол, цефуроксим, цефанаксим, цефтриаксон). Частота чувствительных к этим антибиотикам культур составила 84—92%. МПК антибиотиков для большинства (64—72%) штаммов колебалась в пределах 0,2—1,6 мкг/мл.



Гентамицин, тобрамицин и цефалоспорины I поколения по активности значительно уступали вышеназванным препаратам. Частота устойчивых к этим антибиотикам культур составляла 29—34%. Еще меньший эффект дает мономицин и канамицин, к которым резистентны 51—69% штаммов.

Обнаружена высокая частота выделения устойчивых штаммов (78—92%) к бензилпенициллину, левомецитину и стрептомицину. В то же время к метициллину, оксациллину, диклоксациллину, ампициллину, карбенициллину и азлоциллину большинство (56—72%) штаммов сохраняли чувствительность. Большинство штаммов стафилококков (54—69%) были чувствительны к комбинированным препаратам ампиоксу и тетраолеану. Что касается остальных антибиотиков, частота обнаружения чувствительных к метациклину, диксидиклину, рифампицину, фурагину, бисептолу составляли 43—60% изученных культур.

По данным антибиограмм, среди стафилококков, выделенных из желчи и мочи, нет культур, обладающих чувствительностью ко всем препаратам; не было выделено ни одного штамма, имевшего менее 6 маркеров устойчивости. Значительная их часть имела 14 маркеров и более, а 8,5% были устойчивы ко всем изученным препаратам.

Сопоставление данных антибиограмм установило значительно большее количество устойчивых к изученным антибиотикам штаммов среди эпидермальных стафилококков. Вместе с тем выявлена несколько большая частота антибиотикоустойчивости среди уроштаммов стафилококков.

Одним из перспективных путей повышения эффективности антибиотиков, преодоления и предупреждения резистентности, а также снижения токсичности является комбинированное применение препаратов.

Сравнительное изучение антибактериальной активности вышеназванных сочетаний антибиотиков показало, что наиболее активными в отношении как лекарственночувствительных, так и устойчивых штаммов стафилококков обладают сочетания гентамицина, сизомицина, амикацина или мономицина с ампициллином, карбенициллином, цефалотоксином, цефтриаксоном или рифампицином. При указанных комбинациях выраженный синергизм (снижение МПК компонентом сочетания в 8—32 раз и более) обнаружен для 48—56% штаммов, для остальных штаммов действие комбинации носило в основном седативный характер; антагонизм ни в одном случае не наблюдался.

Эффективными оказались также комбинации тобрамицина или канамицина с ампициллином, карбенициллином и цефалоспорины III поколения, где сочетанное действие для 42—50% штаммов носило синергидный характер, но МПК компонентов сочетания для большинства (68—82%) штаммов уменьшился лишь в 4—8 раз. Поэтому эти комбинации антибиотиков практического значения, при лечении стафилококковой инфекции, вызванной умеренноустойчивыми штаммами, иметь не может.

Высокий процент синергизма (62—76%) со значительным снижением МПК (в 8—16 раз) и отсутствие или минимальный процент антагонизма наблюдались при сочетании диклоксациллина или доксициклина с гентамицином, сизомицином или мономицином.

Менее эффективными оказались сочетания аминогликозидов с цефалоспорины I и II поколений или с озлоциллином. В этих сочетаниях антагонизм в основном отсутствовал, но преобладающими были аддитивное (46—46%) и индифферентное (36—40%) действия; синергизм был установлен лишь для 14—16% штаммов с понижением МПК в 4—16 раз.

Снижение МПК антибиотиков в сочетаниях по сравнению с МПК отдельных компонентов наблюдалось в комбинации фурагина с полу-



синтетическими пенициллинами и цефалоспоридами III поколения, но уровень МПК для 58—62% штаммов уменьшался в 2—4 раза; МПК не изменился для 28—34% и увеличился для 8—10% культур.

Что касается действия бисептола в комбинации с амидогликозидами, полусинтетическими пенициллинами и цефалоспоридами в отношении лекарственноустойчивых штаммов стафилококков преобладающими в сочетаниях были аддитивное и индифферентное действия при достаточном проценте (10—12%) антагонизма. Исключение составляет комбинация бисептола с ампициллином, где в основном наблюдался синергидный (снижение МПК в 4—15 раз) и аддитивный эффекты при отсутствии антагонизма.

Остальные сочетания оказались неэффективными. Компоненты сочетаний чаще всего проявляли индифферентное или антагонистическое действие.

Таким образом, сравнительное исследование активности 28 антибактериальных препаратов в отношении клинических штаммов стафилококков показало, что наибольшей антибактериальной активностью обладают аминогликозиды II поколения и цефалоспорины II и III поколений. При комбинированном применении антибиотиков компоненты сочетания в отношении стафилококков проявляют различный характер взаимодействия от синергизма до антагонизма.

Синергизм в отношении штаммов специфичен и проявляется как для резистентных, так и для чувствительных штаммов к одному или обоим компонентам сочетания.

Следует отметить, что ни одно сочетание не является универсальным, однако среди изученных есть ряд сочетаний (гентамицин, сизомицин, амикацин с ампициллином, карбенициллином, цефотаксимом и цефтриаксоном), где взаимодействия антибиотиков характеризуются в основном синергизмом и суммацией, следовательно, эти сочетания препаратов, в экстренных ситуациях, можно назначать больным до определения его антибиотиграмм.

Тбилисский государственный институт  
усовершенствования врачей  
МЗ СССР

(Поступило 14.4.1988)

მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

ჟ. ორჯონიძე, რ. სალუჯია, ვ. უშრაშვილი

პიელონეფრიტების და კოლევცისტოქოლანგიტების დროს  
გამოყენებული სტაფილოკოკების შედარებითი მგრძობელობა  
ანტიბაქტერიალური პრეპარატებისა და მათი კომბინაციების  
მიმართ

რ ე ზ ი უ მ ე

შესწავლილი სტაფილოკოკების მიმართ მაღალ მგრძობელობას იჩენდნენ II თაობის ამინოგლიკოზიდები და II და III თაობის ცეფალოსპორინები. მათ მიმართ ეფექტური აღმოჩნდა გენტამიცინის, სიზომიცინის ან ამიკაცინის კომბინაცია ამპიცილინთან, კარბენიცილინთან, ცეფოტაქსიმთან და ცეტრიამქსინთან.

Z. V. ORJONIKIDZE, R. G. SALAKAIA, V. E. KURASHVILI

COMPARATIVE SENSITIVITY OF STAPHYLOCOCCI ISOLATED IN  
PYELONEPHRITIS AND CHOLANGIOCHOLECYSTITIS TO  
ANTIBACTERIAL PREPARATIONS AND THEIR VARIOUS  
COMBINATIONS

## Summary

Staphylococci isolated in pyelonephritis and cholangiocholecystitis showed the highest sensitivity to aminoglycosides of the 2nd and cephalosporins of the 2nd and 3rd generations. Among the combinations of antibiotics the combination of gentamicin, cisomicin or amicacin with ampicillin, cephatoxin and cephtriaxin appeared the most effective one.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Справочник по антибиотикам. М., 1982.
2. С. В. Воропаева, Н. Э. Соколова, А. И. Емельянова. Антибиотики, 6, 1987, 449—453.
3. L. D. Sabath. Antimicrob. Agents Chemother., p. 7, 1967, 210—217.

მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

მ. კირთაძე, თ. ზუმბურიძე, თ. შალაგბერიძე, ზ. ლულუნოვილი,  
ც. ბანისრაძე

ერთატომიანი ნორმალური სპირტების გარდაქმნა მემორეულ  
დუღილში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ს. დურშიშიძემ 4.1.1988)

ნახშირბადის სხვადასხვა წყარო არსებით გავლენას ახდენს საფუერების მეტაბოლურ აქტივობაზე [1]. საკვები არის შედგენილობა და დუღილის პირობები მნიშვნელოვნად ცვლის ქანგითი პროცესების ინტენსივობას, მიმართულებას და მათი რეგულაციის პირობებს [2]. სადღღარი არის მთელი რიგი ნაერთები ამასთანავე მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ღვინის ბუკეტისა და არომატის წარმოქმნაში. ეს ნივთიერებანი ნაწილობრივ ყურძნის წვენიდან ღვინოში გადადის, ნაწილობრივ კი საფუერების ცხოველმოქმედების შედეგად წარმოიქმნება. ამ ტიპის ნაერთებს ძირითადად მიეკუთვნება ყურძნის ეთერზეთების შემადგენლობაში შემავალი პირველადი ან მეორეული სპირტები და მათი ეთერები, დუღილის პროცესში ამინომჟავათა გარდაქმნის პროდუქტები — რახის ზეთები და ღვინის დაქველების დროს წარმოქმნილი მათი გარდაქმნის პროდუქტები.

სამუშაოს მიზანს შეადგენდა ერთატომიანი ნორმალური სპირტების გარდაქმნის პროდუქტების შესწავლა მეორეულ სპირტულ დუღილში. ცდებში გამოყენებული იყო პირველადი სპირტის ჯგუფში დანიშნული რადიოაქტიური მეთილის, პროპილის, ბუთილის, ამილის, ჰექსილის და ოქტილის სპირტი. სადღღარ არეში — 0,8 ლ ბოთლებში ჩამოსხმულ ტირაჟის ნახავეში ნიშანდებულ ნაერთების შეტანილი რადიოაქტივობა შეადგენდა 9,2 მბკ-ს. მადღღარ აგენტად გამოყენებული იყო საფუერის წმინდა კულტურა *Saccharomyces vini* „ავჭალა 2“. გამოყოფილი ნახშირორქანგის, საფუერის ბიომასის და იდენტიფიცირებული ნაერთების რადიოაქტივობის განსაზღვრა ხდებოდა სცინტილაციურ სპექტრომეტრზე SL-30.

ალკოჰოლური დუღილის პროცესში უმაღლესი სპირტების წარმოქმნის წყაროა სხვადასხვა ნაერთები [3,4]. სინთეზირებული სპირტების თვისობრივი და რაოდენობრივი შედგენილობა შესამჩნევად იცვლება გამოყენებული საფუერის შტამების, საკვები არის, დუღილის ტემპერატურის, pH-ის და სხვა მაჩვენებლების მიხედვით. უმაღლესი სპირტების წარმოქმნის მაქსიმალური ინტენსივობა შეინიშნება საფუერების პოპულაციის ზრდის ლოგარითმული ფაზაში [5]. ამასთანავე  $C_2$ — $C_{16}$  სპირტების რესპირატორული გაზომვის მეთოდებით შესწავლამ გვიჩვენა, რომ საფუერის ზოგიერთ შტამს გარკვეულ პირობებში უნარი აქვს დაეანგოს აღნიშნული ნაერთები კონსტიტუციური ფერმენტების მონაწილეობით შესამჩნევი ლატენტური პერიოდის გავლის გარეშე [6].

ჩვენს მიერ მიღებული შედეგები გვიჩვენებს, რომ როდესაც ერთატომიანი  $C_1$ — $C_8$  ნორმალური სპირტების ნაწილი სადღღარ არეში თავიდანვე არსებობს, მათი ნაწილობრივი გარდაქმნა დუღილის პროცესშივე ხდება. მეორეული სპირტული დუღილის დროს საფუერის ბიომასაში სხვადასხვა



ინტენსივობით ერთეობა შესწავლილი ნაერთების პირველადი სპირტის-ჯგუფის ნახშირბადები (ცხრილი 1). ბიომასაში ჩართვის მაღალი ინტენსივობით გამოირჩევა <sup>14</sup>C-ოქტილის და <sup>14</sup>C-ჰექსილის სპირტი. ნახშირბადოვანი ჩონჩხის ზრდასა და ბიომასაში ჩართვის ინტენსივობას შორის კორელაციური დამოკიდებულება არ ვლინდება. საფუერების მიერ ყველაზე სუსტად გამოიყენება <sup>14</sup>C-ამილის და <sup>14</sup>C-ბუთილის სპირტი.

ცხრილი 1

საფუერის ცილების ფრაქციაში იდენტიფიცირებული ამინომჟავები

არეში შეტანილი <sup>14</sup> C-ნაერთი	სუფერის ბიომასის აქტივობა აბსოლუტურად იმპ/წთ	იდენტიფიცირებულ ამინომჟავათა რადიოაქტივობა %-ით ფრაქციის საერთო აქტივობიდან										
		ლუცინი	ფენილალანინი	მეთიონინი	ალანინი	ასპარაგინმჟევა	გლუტამინმჟევა	გლუცინი	თიროზინი	ტრეპტოფანი	არგინინი	ლიზინი
1 <sup>14</sup> C-მეთილის სპირტი	1032		2,0		13,8	36,2		12,9	4,0	10,0	6,9	14,2
1 <sup>14</sup> C-პრობილის სპირტი	1261	1,3	0,7	0,4	4,5	24,3	1,7	34,1	15,5	1,1	2,1	14,3
1 <sup>14</sup> C-ბუთილის სპირტი	591	1,9	0,9		5,9	32,6	2,2	22,7	15,9	0,8	1,2	15,9
1 <sup>14</sup> C-ამილის სპირტი	254	1,0			9,5	28,4	1,4	26,9	13,9		3,3	15,6
1 <sup>14</sup> C-ჰექსილის სპირტი	1888	1,1			13,8	27,3	1,9	24,4	14,4	0,9		16,2
1 <sup>14</sup> C-ოქტილის სპირტი	4475	2,5	1,0	1,1	1,7	33,2	0,8	44,4	2,4		4,9	8,0

შესწავლილი ნაერთების პირველადი სპირტის ჯგუფის ნახშირბადები მონაწილეობს საფუერის როგორც ცილების, ისე თავისუფალ ამინომჟავათა სინთეზში. ჯამური ფრაქციების რადიოაქტივობის მიხედვით, ისევე როგორც ბიომასაში ჩართვასა ყველაზე მაღალაქტიურია ცილების ფრაქცია <sup>14</sup>C-ოქტილის და <sup>14</sup>C-ჰექსილის სპირტის შეთვისების დროს. თავისუფალ ამინომჟავათა ფონდის მაქსიმალური რადიოაქტივობა კი შეინიშნება <sup>14</sup>C-ბუთილის სპირტის შეთვისებისას. აღსანიშნავია, რომ შესწავლილი ნაერთების პირველადი სპირტის ჯგუფის ნახშირბადები ცილის ამინომჟავებიდან უპირატესად ასპარაგინმჟავისა და გლიცინის სინთეზში მონაწილეობს. თავისუფალ ამინომჟავათა ფონდის თვისობრივი და რაოდენობრივი შედგენილობა ცვალებადია, მაგრამ ჩვენი შედეგები გვიჩვენებს, რომ გამოკვლეული ნაერთები ამ მხრივ მნიშვნელოვნად არ განირჩევა ერთმანეთისაგან; თავისუფალ ამინომჟავებში ძირითადია ლეიცინი.

ერთატომიანი ნორმალური სპირტების გარდაქმნის პროდუქტები — ამინომჟავები და ორგანული მჟავები — მეორეულ დუდილის პროცესში ნაწილობრივ ლეინოში გადადის. იდენტიფიცირებული ამინომჟავების რადიოაქტივობების პროცენტული ურთიერთგანაწილება გვიჩვენებს (ცხრილი 2), რომ პირველადი სპირტის ჯგუფის ნახშირბადების ხარჯზე ძირითადად ალანინი და ფენილალანინი წარმოიქმნება. ორგანული მჟავების ფრაქციაში ყველა შემთხვევაში მაღალი რადიოაქტივობით გამოირჩევა ქარვამჟავა.

შესწავლილი ნაერთები მეორეულ დუღილის პროცესში ნაწილობრივ CO<sub>2</sub>-მდე იქანგება. უჯრედის სხვადასხვა სტრუქტურაში ლოკალიზებული ენზიმატური სისტემები ნახშირბადატომთა სხვადასხვა რიცხვის მქონე სპირტებს განსხვავებული ინტენსივობით ქანგავს [7]. ამასთანავე არსებობს გარკვეული კორელაციური დამოკიდებულება დასაყანგ სპირტსა და მის სპეციფიურ ალკოჰოლდეჰიდროგენაზას აქტივობას შორის [8]. ჩვენი მონაცემების მიხედვით C<sub>1</sub>—C<sub>8</sub> სპირტებიდან ყველაზე მაღალი ქანგვითი ინტენსივობით გამოირჩევა <sup>14</sup>C-პროპილის და <sup>14</sup>C-ამილის სპირტები. <sup>14</sup>C-ოქტილის სპირტის CO<sub>2</sub>-მდე დაქანგვა უმნიშვნელოა.

ცხრილი 2

ღვინოში იდენტიფიცირებული ამინომჟავები და ორგანული მჟავები

არეში შეტანილი <sup>14</sup> C-ნაერთი	იდენტიფიცირებული ნაერთების რადიოაქტივობა ფრაქციის საერთო აქტივობიდან, %												
	ა მ ი ნ ო მ ჟ ა ვ ე ბ ი							ორგანული მჟავები					
	ლუზინი	გლიცინი	სერინი	გლუტამინ-მჟავა	ალანინი	ფენილალანინი	ვალინი	ლეიცინი	ტროპტოფანი	ქარამჟავა	ფუმარმჟავა	გლუკონალ-მჟავა	გლიკოლმჟავა
1 <sup>14</sup> C-მეთილის სპირტი	26,1	15,7		21,1	26,1		11,0		71,7				28,3
1 <sup>14</sup> C-პროპილის სპირტი	13,1	11,2		17,7	37,0	10,2		10,8	57,1	26,6	16,3		
1 <sup>14</sup> C-ბუთილის სპირტი				31,7	51,1	17,2			62,5	31,7			5,8
1 <sup>14</sup> C-ამილის სპირტი				7,3	20,0	51,6	6,3	14,8	100,0				
1 <sup>14</sup> C-ჰექსილის სპირტი					56,6	43,4			100,0				
1 <sup>14</sup> C-ოქტილის სპირტი	19,5		35,0	8,3	12,0	14,0		11,2	95,5				4,5

მიღებული შედეგები გვიჩვენებს, რომ მიუხედავად რაოდენობრივად შეზღუდული ცვლილებებისა შესწავლილი სპირტების ნახშირბადატომი ჩონჩხი მნიშვნელოვან ცვლილებას განიცდის მეორეული დუღილის პროცესში. საფურის ციტოპლაზმური და მიტოქონდრიალური ფერმენტული სისტემების ფუნქციონირების შედეგად არეში გროვდება როგორც დისიმილაციის, ისე ასიმილაციის ის პროდუქტები, რომელთა შემდგომი გარდაქმნა ღვინის დაძველების დროს მიმდინარეობს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
მკვლევართა ბიოქიმიის ინსტიტუტი



Э. Г. КИРТАДЗЕ, Т. С. ЧУМБУРИДЗЕ, Т. Х. ШАЛАМБЕРИДЗЕ,  
 Г. Ш. ГУГУНИШВИЛИ, Ц. М. МАИСУРАДЗЕ

## ПРЕВРАЩЕНИЕ ОДНОАТОМНЫХ НОРМАЛЬНЫХ СПИРТОВ ПРИ ВТОРИЧНОМ БРОЖЕНИИ

### Резюме

Исследованы особенности превращения  $^{14}\text{C}$ -метилового,  $^{14}\text{C}$ -пропилового,  $^{14}\text{C}$ -бутилового,  $^{14}\text{C}$ -амилового,  $^{14}\text{C}$ -гексилового и  $^{14}\text{C}$ -октилового спиртов в условиях шампанизации вина. Установлено, что углероды первичных спиртовых групп изученных соединений частично включаются в биомассу дрожжей, принимают участие в биосинтезе белковых и свободных аминокислот, а также экстрацеллюлярных соединений дрожжей.

Превращение нормальных одноатомных спиртов сопровождается выделением углекислого газа.

### MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

---

E. G. KIRTADZE, T. S. CHUMBURIDZE, T. Kh. SHALAMBERIDZE,  
 G. Sh. GUGUNISHVILI, Ts. M. MAISURADZE

## CONVERSION OF MONOATOMIC NORMAL ALCOHOLS DURING SECONDARY FERMENTATION

### Summary

Peculiarities of  $^{14}\text{C}$ -methyl,  $^{14}\text{C}$ -propyl,  $^{14}\text{C}$ -butyl,  $^{14}\text{C}$ -amyl,  $^{14}\text{C}$ -hexyl and  $^{14}\text{C}$ -octyl alcohols conversion under conditions of vine champagnization have been studied. It is found that carbons of primary alcohols of the studied compounds are partly incorporated into the yeast biomass participating in the biosynthesis of protein and free amino acids as well as of extracellular yeast compounds. The conversion of monoatomic normal alcohols is attended with the release of carbon dioxide.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. О. Березина, Л. К. Хмелевская. Труды института микробиологии и вирусологии АН Каз. ССР, 1984, 29.
2. С. Н. Паршина. Тезисы Всесоюзн. конф. «Контроль и управление биотехнологическими процессами». Горький, 1985, 27.
3. И. М. Грачева, Н. Н. Гаврилова, Л. С. Ковалевич. Прикладная биохимия и микробиология. 1973, 9, № 4.
4. А. Н. Картель, М. М. Грущенко. Тезисы докладов конференции мол. ученых «Современные проблемы биотехнологии микроорганизмов». Рига, 1987, 125.
5. И. М. Грачева, Л. А. Иванова, Л. С. Ковалевич, Д. М. Макеев, Т. Г. Мухамеджанова. Микробиология, 1976, т. XLV, в. 4.
6. И. Т. Ермакова, А. Б. Лозинов. Микробиология, 1976, т. XLV, в. 4.
7. В. И. Краузова, Г. Н. Комарова, А. П. Ильченко, С. А. Гулевская. Микробиология, 1984, 53, № 4, 621.
8. R. Singh, R. Kunkse. Appl. and Environ. Microbiol., 1976, 32, № 5, 666

Ц. И. САМСОНИЯ, З. П. ЛОЛАДЗЕ, Г. С. ГИКОРАШВИЛИ

## ПРИМЕНЕНИЕ СЕЛЕКТИВНЫХ ПЕСТИЦИДОВ В ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЕ ПЛОДОВЫХ САДОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. Е. Курашвили 12.6.1987)

В системе защиты сельскохозяйственных культур от вредных организмов химический метод занимает основное место.

В высокоразвитых странах, в том числе и в СССР, возрастают производство и применение пестицидов, что усиливает опасность их накопления в биоценозах и продуктах питания человека. Большинство применяемых пестицидов губительно действует на полезную фауну и теплокровных, что создает предпосылки нарушения равновесия между составными компонентами биоценоза.

В интегрированной системе защиты растений учитываются экологические особенности вредных и полезных организмов. При этом преследуется цель эффективного сочетания использования пестицидов с биологической защитой растений в конкретных экологических условиях.

Интегрированная защита растений предъявляет ряд требований к применяемым пестицидам, среди них особое значение имеет избирательность их действия на вредные и полезные организмы.

Целью исследований являлось изыскание малотоксичных или нетоксичных по отношению к хищным клещам фитосейдам пестицидов, регулирующих численность тетраниховых клещей в естественных биоценозах плодового сада. Тетраниховые (паутинные) клещи при массовом размножении способны снижать урожай плодовых до 40—60 процентов [1]. Борьба с этими клещами затруднена тем, что они выработали резистентность к фосфорорганическим и хлорорганическим инсектоакарицидам, тогда как эти пестициды губительно действуют на фитосейдид.

В плодовых садах Восточной Грузии известно 14 видов хищных клещей семейства Phytoseiidae, относящихся к 7 родам [2]. Среди них основными являются два вида—*Kampimodromus aberrans* Oud и *Amblyseius finlandicus* Oud, которые встречаются в плодовом саду в течение всей вегетации и питаются в основном преимагинальными фазами тетраниховых клещей.

Нами изучалось влияние некоторых пестицидов на численность тетраниховых и хищных клещей. В лабораторных условиях критерием токсичности препарата считается величина  $СК_{50}$  — доза, вызывающая 50%-ную гибель клещей в опыте. Опыты производились по общепринятой методике ВАСХНИЛ [3]. Цифровые данные обрабатывались по Г. И. Доспехову [4].

Вышеуказанные пестициды нами были применены в природных условиях. Результаты опыта показали, что специфические акарициды, такие как омант, акрекс, пликтран, перопал, слабо- и среднетоксичны

по отношению к хищным клещам, тогда как против устойчивых к фосфорорганическим пестицидам популяций красного плодового и боярыш-

Сравнительная токсичность некоторых пестицидов по отношению к резистентным популяциям тетраниховых клещей и фитосейд

Препараты	Виды клещей			
	Боярышниковый	Красный плодовой	K. aberrans	A. finlandicus
Би-58	0,0031	0,0112	0,00004	0,00005
Фозалон	0,0043	0,0062	0,0007	0,0009
Этафос	0,0014	0,00003	0,00001	0,00003
Кельтан	0,0017	0,0032	0,016	0,0019
Омант	0,00034	0,0015	0,0829	0,0921
Акрекс	0,00036	0,0004	0,0082	0,0095
Пликтран	0,00019	0,0071	0,0075	0,0088
Перопал	0,00016	0,0007	0,0035	0,0033

никового клеща они дали высокую биологическую эффективность — 96—98%. Фосфорорганические пестициды и кельтан полностью уничтожают естественных врагов клещей фитосейд.

Таким образом, селективные акарициды омайт, пликтран, акрекс, перопал можно применять в интегрированной защите сада от тетраниховых клещей.

Грузинский институт  
защиты растений

(Поступило 24.6.1987)

ენტომოლოგია

ც. სამსონია, ზ. ლოლაძე, გ. გიკორაშვილი

სელექციური პესტიციდების გამოყენება ხეხილის ბაღების  
ინტეგრირებულ დაცვაში

რეზიუმე

განხილულია ზოგიერთი პესტიციდის ტოქსიკურობა მავნე და მტაცებელი ტკიპების (ფიტოსეიდო) მიმართ, რომელთაგანაც სპეციფიკური აკარიციდები — ომაიტი, პლიქტრანი, აკრექსი, პეროპალი შეიძლება გამოვიყენოთ ხეხილის ინტეგრირებულ დაცვაში.

ENTOMOLOGY

Ts. I. SAMSONIA, Z. P. LOLADZE, G. S. GIKORASHVILI

APPLICATION OF SELECTIVE PESTICIDES IN THE INTEGRATED  
CONTROL OF ORCHARDS

Summary

Toxicity of some pesticides for harmful and predatory [phytoseid] mites is studied. Specific acaricides can be used for the integrated control of fruit-bearing trees.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. В. Бондаренко, С. Г. Пегельман, А. В. Таттар. Практикум по нематодам, клещам, грызунам, Л., 1980.
2. Ц. И. Самсония. Труды ГрузНИИЗР, т. 29, 1978.
3. И. В. Зильберминц, А. З. Петрушов, И. Н. Климачев, Е. В. Зеленкова. Методика определения чувствительности и устойчивости энтомофагов к пестицидам (хищные клещи). М., 1977.
4. Г. И. Доспехов. Методика полевого опыта. М., 1965.

В. Г. ДОЛИН, Т. И. ЧАНТЛАДЗЕ

НОВЫЙ ВИД ЖУКА-ЩЕЛКУНА РОДА AMPEDUS DEJ  
(COLEOPTERA, ELATERIDAE) ИЗ ВОСТОЧНОЙ ГРУЗИИ

(Представлено членом-корреспондентом Б. Э. Курашвили 4.12.1987)

Жуки-щелкуны рода *Ampedus* Dej, по преимуществу развивающиеся в гнилой древесине, относятся к трудно дифференцируемым на видовом уровне вследствие однообразия строения и окраски. До последнего времени на Кавказе в целом не были известны полностью черноокрашенные виды этого рода. Черный *Ampedus erythrogonus* (Müll) характеризуется желто-красными задними углами переднегруди, темная аберрация *A. wachtangi* ab. *armeniacus* Dolin отличается коричнево-черными надкрыльями и отмечена в хвойных лесах Дилижанского заповедника и Севанского хребта.

При обследовании лесов в верховьях Боржомского ущелья нами в 1980 и 1987 гг. был обнаружен черный новый вид этого рода — первый полностью черный вид *Ampedus* Dej в фауне Кавказа, описание которого приводится ниже.

*Ampedus rimmae* Dolin et Chantladze sp. n.

Голотип-самец. Черный, блестящий, лапки коричневые. Верх и низ в черных полуприлегающих коротких волосках. Длина 9,5 мм, ширина надкрылий посередине 2,7 мм (рис. 1, а).

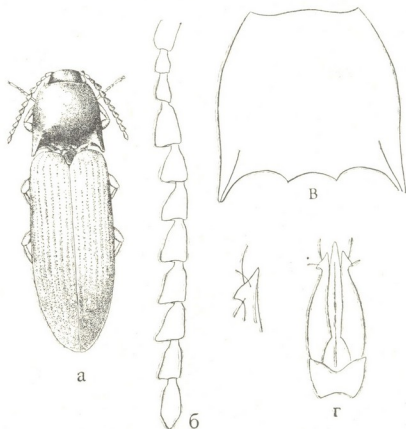


Рис. 1. *Ampedus rimmae* Dolin et Chantladze: а—голотип (самец), б—усик самца, в—контур переднегруди, г—эдеагус, г'—вершина параметры

Голова в умеренно грубой и густой пунктировке, точки неявственно пупковидные. Передний край лба широко округлен. Усики короткие, едва достигают вершин задних углов переднегрудного сегмента. Их 2-й членик уплощенно-цилиндрический, в 1,4 раза длиннее ширины, 3-й слабо конический, в 1,2 раза длиннее 2-го и в 1,4 раза длиннее своей ширины на вершине, блестящий, последующие членики матовые, вытянуто треугольные, 4-й членик в 1,7 раза длиннее 3-го, почти в полтора раза (в 1,43) длиннее своей ширины на вершине, 5-й заметно короче 4-го, такой же ширины, в 1,3 раза длиннее ширины, 6-й и 7-й членики в 1,45—1,5 раза, 8-й и 9-й членики в 1,6 длиннее ширины; длина 10-го членика больше его ширины на вершине в 1,8 раза (рис. 1,б).

Переднегрудной сегмент равномерно выпуклый, в задней трети несколько шире (в 1,1 раза) длины, перед задними углами очень слабо выемчатый, задние углы слегка расходящиеся (рис. 1,в). Пунктировка дорсальной поверхности почти равномерная, точки спереди такие же, как на голове, промежутки между точками соответствуют 1—2 диаметрам точки, лишь посередине диска на границе заднего ската точки несколько мельче и реже расположены: промежутки между ними равны 2,5 диаметра точки. Точки вдоль всего бокового края простые, овальные, лишь у передних углов неявственно пупковидные. Базальное вдавливание и срединная бороздка полностью отсутствуют. Проплевры много гуще и заметнее грубее пунктированы, чем переднегрудка.

Щиток языковидный, в 1,4 раза длиннее ширины, спереди выпукло-округленный, на вершине остро округлен, с более менее выраженным слабым продольным килем, редко мелко точечный.

Надкрылья почти на  $\frac{3}{4}$  длины параллельносторонние, в 3 раза длиннее переднегруды и в 2,6 раза длиннее своей ширины. Промежутки между бороздками зеркально блестящие, в редких неоднородных точках, без явственных морщинок или складок. Эдеагус представлен на рис. 1,г.

Самка почти не отличима от самца, но характеризуется более короткими усиками, на длину двух или полутора последних члеников не доходящими до вершин задних углов переднегруды, 3-й членик вдвое или почти вдвое длиннее ширины.

Переднегрудь в 1,2 раза шире длины. Длина 8,8—10,0 мм.

Личинка. Типичная для рода *Ampedus*. Покровы желтовато-красно-коричневые. Задняя лопасть лобной пластинки вытянуто-кувшиновидная, в 1,8—1,9 раза длиннее наибольшей ширины на границе передней трети. Тергит переднегрудного сегмента очень тонко равномерно пунктирован, средне- и заднегрудного — в крупной, грубой неравномерной пунктировке: крупные точки в средней части несколько крупнее или же такие же, как в базальном пояске, количество крупных точек не более 7—9. Мускульные вдавления на средне- и заднегрудном тергитах значительно короче половины ширины полутергита и до срединной линии не доходят больше, чем на свою длину. Пунктировка брюшных тергитов такая же грубая и неравномерная, крупные точки в средней части не меньше точек базального пояска. Крупных точек на передних тергитах 6—8, на средних — 7—10. Мускульные вдавления поперечно-овальные, в 2 раза длиннее ширины и в 1,5 раза шире длины дыхальца (рис. 2,а). Придыхальцевая щетинка расположена против середины дыхальца, длина дыхальца в 1,5 раза превышает ширину. Латеральная бороздка четкая, едва превышает середину длины сегментов. Базальный поясок на стернитах брюшных сегментов не выражен, лишь по краям просматриваются края единичных склеротизированных точек.

Каудальный сегмент не длиннее предыдущего, округленно-конусовидный, в 1,6 раза длиннее ширины у основания. Его боковые стороны

полого-округленные. Мускульные вдавления лентовидные, достигают середины расстояния между наружной и внутренней парой продольных бороздок. Вершинный шпик короткий, заостренный (рис. 2, б, в). Длина до 20 мм, ширина до 2,2 мм.

Материал. Голотип (♂) и 9 паратипов (2 ♂ и 7 ♀), 25.8.1987, ГССР, верховья Боржомского ущелья, Адигенский лесхоз, в гнилых стволах бука и пихты (Р. В. Андреева, В. Г. Долин); паратип (♂), 13.7.1980, там же (Т. И. Чантладзе); 7 личинок вместе с жуками типовой серии 12—14.5, 22—25.8.1987.

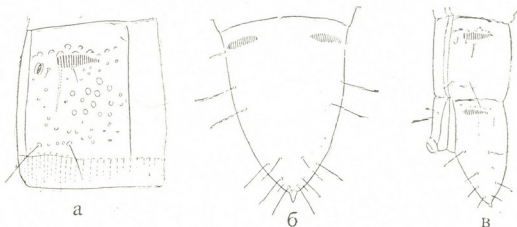


Рис. 2. Детали строения личинки *A. rimmae* Dol. et Chantl.: а—левый полутергит 3-го сегмента брюшка, б—каудальный сегмент (сверху), в—последний и предпоследний сегменты брюшка (сбоку)

Описываемый вид несколько напоминает *A. wachtangi* ab. *armeniacus*, но несколько крупнее размерами и отличается, кроме угольно-черной окраски, более короткими усиками (у ♂ *wachtangi* усики заходят за вершины задних углов переднегрудного сегмента 1—1,5 члениками), более округленными боковыми сторонами переднегрудки и значительно более густой и грубой пунктировкой ее диска, а также строением эдеагуса.

Личинка близка по признакам к *A. elongatulus* и *A. wachtangi*, отличается от обеих более широкими и короткими мускульными вдавлениями на брюшных тергитах и более неравномерной их пунктировкой, а также более коротким и реже пунктированным каудальным сегментом.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт зоологии

Академия наук Украинской ССР  
 Институт зоологии  
 им. И. И. Шмальгаузена

(Поступило 24.12.1987)

ენტომოლოგია

გ. დოლინი, თ. ჩანტლაძე

ბატონუნა ხომოს ახალი სახეობა AMPEDUS DEJ (COLEOPTERA,  
 ELATERIDAE) აღმოსავლეთ საქართველოდან

რეზიუმე

ახალი სახეობა *Ampedus rimmae*, *A. pomorum*-ის ჯგუფიდან პირველად აღწერილი ბორჯომის ხეობიდან.

ეს სახეობა გვაგონებს *A. wachtangi* *ab. armeniacus*-ს, მაგრამ ერთობ განსხვავდება მსხვილი ზომებით, ნახშირივით შავი შეფერილობით და უფრო მოკლე ულვაშებით, რომლებიც აღწევენ წინამკერდის სეგმენტის უკანა კუთხის მწვერვალს.

მათი მატლი ნიშნებით ახლოა *A. elongatulus* და *A. wachtangi*-თან, მაგრამ მათგან განსხვავდება მუცლის ტერგიტებზე უფრო ფართო და მოკლე კუნთოვანი ჩაზნექილობებით, არათანაბარი პუნქტირებით და მოკლე და იშვიათი კაუდალური სეგმენტის პუნქტებით.

ENTOMOLOGY

V. G. DOLIN, T. I. CHANTLADZE

A NEW SPECIES OF CLICK-BEATLES OF *AMPEDUS DEJ*  
GENUS FROM EASTERN GEORGIA

Summary

The first completely black new species *Ampedus rimmae* of *A. pomorum* from the upper reaches of the Borjomi canyon is described. The new species is similar to *A. Wachtangi ab. armenicus dol.*, but differs from it by carbon-black colour short antennae hardly reaching the ends of hind angles of pronotum and a bigger size. The larva is similar to *A. elongatus* and *A. Wachtangi*, but differs from them by a wider and shorter muscular impression on the abdominal tergites and shorter caudal segment and its poorer punctuation.





ЗООЛОГИЯ

Б. Е. КУРАШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР), Ж. Н. ФИДЛЕР,  
Ю. М. КАРАЧЕНЦЕВА

**ВЛИЯНИЕ СУТОЧНОЙ ЭКСПОЗИЦИИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ  
АКТИВИРОВАННОЙ ФЕРОМОНАМИ ЗЕРНОВОЙ ПРИМАНКИ  
С ФОСФИДОМ ЦИНКА**

В настоящее время общепринято, что возделывание сельскохозяйственных культур должно увязываться с природоохранными требованиями. На практике же такое увязывание наблюдается крайне редко. Так, в ряде районов СССР, где в борьбе с вредными грызунами применяются зерновые приманки с 8—20% содержанием фосфида цинка, отмечаются случаи массовой гибели птиц [1]. Подобные случаи нецелевого отравления приманками на основе фосфида цинка наблюдаются и в Грузии, но в меньших масштабах, вероятно, потому, что службы защиты растений ГССР используют лишь 5% содержание вышеупомянутого яда.

Однако при переходе на интенсивную технологию ведения сельского хозяйства может потребоваться дополнительная обработка родентицидами посевных площадей [2] и, следовательно, может возникнуть дополнительная опасность для птиц и некоторых полезных млекопитающих.

Ранее нами сообщалось о работе по уменьшению содержания фосфида цинка в зерновых приманках [3]. Было показано, что экстрагируемые подсолнечным маслом компоненты мочи самки *Microtus socialis binominatus* Ellerman, 1941, отделенные от воды и водорастворимых солей, при добавлении в отравленную приманку продолжают нести информацию о своем виде или, точнее, подвиде и тем самым маскировать осторожность по отношению к яду у общественной полевки данного подвида. Это позволило в лабораторных условиях уменьшить в 5 раз концентрацию фосфида цинка без понижения эффективности действия приманки.

Применение на практике подобного природоохранного мероприятия не потребует дополнительных капиталовложений. Наоборот, по предварительным подсчетам, только по Грузии экономия от сокращения расхода фосфида цинка при добавке в приманку экстрагируемых органических веществ мочи самки своего подвида может составить 15 тысяч рублей в год.

В естественных условиях полевки обнаруживают приманку с фосфидом цинка достаточно быстро — примерно в течение 1,5 часа [4]. Однако известно, что активно грызуны посещают приманки лишь в вечерние и ночные часы — от 19 до 6 часов. И хотя известно, что токсичность зерновых приманок с фосфидом цинка сохраняется длительное время, необходимо было выяснить, не теряют ли своих привлека-



тельных для полевок свойств органические вещества мочи при их суточном нахождении в приманке, учитывая возможность испарения и трансформации некоторых компонентов в окружающей среде.

Работа проведена на 20 особях закавказской общественной полевки *Microtus socialis goricusis* Argiropullo, 1935, отловленных в Горьском районе Грузии, которые после содержания на обычной лабораторной диете в течение 3 недель были разбиты на две группы по 10 полевок в каждой.

Приманки готовились согласно методике, описанной в работе [3]. После приготовления они выдерживались на воздухе при температуре 18—20°C и влажности 70% в течение суток. После окончания экспозиции ядовитые приманки предлагались в условиях свободного выбора группе животных. Методика проведения эксперимента ранее подробно описывалась в работе [5]. Второй группе животных предлагалась такая же ядовитая приманка, но без экспозиции во времени.

Результаты эксперимента, статистически обработанные по методу [6], представлены в таблице.

Эффективность для общественной полевки *M. s. goriensis* ячменной приманки, содержащей 1% фосфид цинка, с добавлением компонентов мочи самки своего подвида при экспозиции приманки в течение суток и без экспозиции

Экспозиция приманки, час	Среднечасовой вес съеденной приманки, г				Смертность, %	
	при первом скармливании		при повторном скармливании		после одного скармливания	после двух скармливаний
	с $Zn_3P_2$ и мочой	без $Zn_3P_2$ и мочи	с $Zn_3P_2$ и мочой	без $Zn_3P_2$ и мочи		
24	0,1126± 0,0359**	0,0864± 0,0148*	0,1088± 0,0372****	0,0618± 0,0117***	70	90
0	0,1323± 0,0268*	0,1052± 0,0239*	0,1584± 0,0156**	0,0832± 0,0152***	70	90

\* —  $p < 0,001$ , \*\* —  $p < 0,01$ , \*\*\* —  $p < 0,02$ , \*\*\*\* —  $p < 0,1$ , где  $p$  — вероятность возможной ошибки в оценке результатов.

Как видно из таблицы, в результате суточной экспозиции приманка становится незначительно менее привлекательной, однако, скорее всего, при температуре 18—20°C и влажности 70% это не сказывается на результатах применения, а кроме того, не изменяет эффективности приманки, выраженной в проценте смертности.

Следовательно, вышеописанная приманка может быть эффективно применена весной и осенью в недождливую погоду. Влияние повышенной влажности не изучалось.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт зоологии

(Поступило 22.10.1978)

ბ. შურაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი), შ. ფიშლერი,  
ი. კარაჩენტსევა

საღვლეამისო ექსპოზიციის გავლენა ფერომონებით გააქტივებულ  
თუთიის ფოსფიდის მარცვლოვან სატყუარას ეფექტურობაზე

რეზიუმე

განსაზღვრულია საზოგადოებრივ მემინდვრებზე *Microtus socialis goriensis* Argiropullo, 1935 ჭერის სატყუარას ეფექტურობა, რომელიც გააქტივებულია თავისავე ქვესახეობის მდედრი ინდივიდის შარდის კომპონენტებით და 1%-იანი თუთიის ფოსფიდით.

მემინდვრები გარკვეული დროის განმავლობაში უფრო აქტიურად ითვისებენ თუთიის ფოსფიდიან მარცვლოვან სატყუარას, გააქტივებულს მისივე ქვესახეობის სატყუარას და ანალოგიურ სატყუარას, გააქტივებულს მისივე ქვესახეობის მდედრი ინდივიდის შარდით. ეს უკანასკნელი არ კარგავს თავის ეფექტურობას განმეორებითი გამოყენებისას გაზაფხულისა და შემოდგომის მშრალ ამინდში. მაღალი ტენიანობის გავლენა შეუსწავლელია.

ZOOLOGY

B. E. KURASHVILI, Zh. N. FIDLER, Yu. M. KARACHENTSEVA

## THE INFLUENCE OF DAILY EXPOSURE ON THE EFFECTIVENESS OF GRAIN BAIT CONTAINING ZINC PHOSPHIDE AND ACTIVATED WITH PHEROMONES

Summary

The effectiveness of barley bait containing 1% zinc phosphide and activated by the addition of conspecific female urine components has been determined for *Microtus socialis goriensis* Argiropullo, 1935.

It is shown that during the most active discovering and taking of grain bait with zinc phosphide, this sort of bait activated with conspecific female urine does not lose its effectiveness and can be reused on rainless weather in spring and in autumn.

The effect of increased humidity has not been studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Л. Шевченко, М. А. Дубянский. Экология, 1, 1986, 85—86.
2. В. А. Быковский. Защита растений, 8, 1986, 13.
3. Б. Е. Курашвили, Ю. М. Караченцева, Ж. Н. Фидлер. Сообщения АН ГССР, 126, № 2, 1987, 429—432.
4. Л. И. Тимченко. Защита растений, 7, 1986, 44—45.
5. Б. Е. Курашвили, Ю. М. Караченцева, А. С. Кандауров, Ж. Н. Фидлер. Сообщения АН ГССР, 119, № 1, 1985, 185—187.
6. И. А. Ойвин. Пат. физиол. и эксп. тер., 4, 1960, 76.



УДК 597.81

ЗООЛОГИЯ

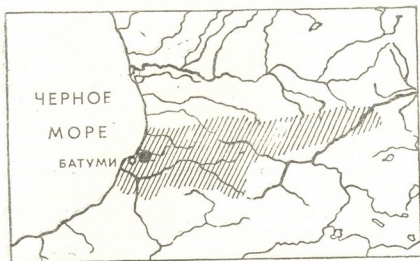
Р. В. ТАРТАРАШВИЛИ, М. А. БАКРАДЗЕ

## НОВЫЙ ПОДВИД КАВКАЗСКОЙ САЛАМАНДРЫ ИЗ ЗАПАДНОЙ ГРУЗИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Д. Туманишвили 2.3.1988)

Считается общепринятым, что род *Mertensiella* Wolterstoff, 1925 содержит два вида—*Mertensiella caucasica* (Waga, 1876) и *Mertensiella Iuschanii*; последний образует ряд подвидов в Малой Азии [1].

Кавказская саламандра *M. caucasica* — редкий, эндемичный вид Закавказья, ареал которого [1, 2] охватывает Боржомское ущелье, Месхетский, Шавшетский хребет и часть Арсианского хребта в пределах Грузии и пограничные с Аджарией районы северо-восточной Турции (см. рис. 1). Указание о ее находках в Восточной Грузии — в Лагодехи ставится под сомнение [3].



Карта 1. Распространение кавказской саламандры в Грузии.

▨ — *Mertensiella caucasica*  
● — *Mertensiella caucasica djanaschvili*

В августе 1986 г. экспедицией кафедры зоологии Тбилисского университета на горе Тирала в окр. Батуми была обнаружена популяция кавказской саламандры, имеющая четкие морфологические отличия от особей ранее известных популяций, которые дают основание выделить самостоятельный подвид кавказской саламандры, описание которого приводится ниже. Новый подвид назван в память грузинского зоолога А. Г. Джанашвили.

Русское название: саламандра Джанашвили.

Типовое местонахождение. Грузинская ССР, Аджария, окр. Батуми, поросшие лесом западные и юго-западные склоны горы Тирала, 700—800 м н. у. м.; коллекторы Р. В. Тартарашвили, М. А. Бакрадзе.

Голотип. Взрослая самка. Длина туловища с головой 65 мм, хвоста 101 мм.

Паратипы. Пять самок и один самец. Хранятся в коллекции ТГУ и ЗИН СССР (Ленинград).

Описание. *Mertensiella caucasica djanaschvilii* s. sp. nov.

Тело удлиненное, стройное, сверху коричнево-оранжевого цвета, обусловленного мельчайшими оранжевыми крапинками оранжевого цвета, образующими скопления на спине в виде двух светлых полос по обе стороны хребта, иногда распадающихся на ряд неясных пятен. Окраска снизу — серая с мелкими светлыми пятнышками, редкими к бокам тела и более частыми на брюхе; пальцы передних и задних конечностей без светлых подушечек на концах.

Указание на наличие кавказской саламандры на горе Тирала имеется у Обста и Роттера [4], однако никаких сведений об отличительных признаках этих саламандр не приводится.

Географическое распространение. Распространение *M. caucasica djanaschvilii* по предварительным данным ограничивается типовой территорией — горой Тирала в окр. Батуми — в западной части ареала номинативного подвида, причем область распространения последнего граничит с ареалом нового подвида со всех сторон (с запада Черноморское побережье).

Сравнение. Новый подвид отличается от *M. caucasica caucasica* коричнево-оранжевой окраской тела (у номинативного — черная или темно-коричневая с четкими оранжевыми пятнами), обусловленной мельчайшими крапинками оранжевого цвета, образующими скопления в виде двух светлых полос вдоль хребта, иногда распадающихся в задней части тела на ряд неясных пятен; светлые пятнышки на брюшной стороне тела мелкие и более часто расположены на светло-сером общем фоне, чем у номинативного подвида; пальцы передних и задних конечностей тоньше, без светлых подушечек на концах, в отличие от номинативного подвида. Изредка среди экземпляров номинативного подвида встречаются индивиды без пятен, однако они отличаются от нового подвида черной или темно-коричневой окраской без оранжевых крапинок и имеют светлые подушечки на концах пальцев.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 16.3.1988)

ჯიოგრაფია

რ. ტარტარაშვილი, მ. ბაკრაძე

კავკასიური სალამანდრას ახალი ქვესახე დასავლეთ  
საქართველოდან

რეზიუმე

ბათუმის მიდამოებში მთა ტირალზე აღმოჩენილია კავკასიური სალამანდრას პოპულაცია, რომლის მორფოლოგიურმა ნიშნებმა მოგვცა შესაძლებ-

ლობა აღგვეწერა კავკასიური სალამანდრას ახალი ქვესახე — ჯანაშვილის სალამანდრა *Mertensiella caucasica djanaschvilii* s. sp. nov.

ZOOLOGY

R. V. TARTARASHVILI, M. A. BAKRADZE

A NEW SUBSPECIES OF SALAMANDER FROM WESTERN  
GEORGIA

Summary

A population of Caucasian salamander has been discovered in Georgian SSR in the vicinity of mount Tirala (Batumi region), the morphological features of which allowed a description of a new subspecies—*Mertensiella caucasica djanaschvilii* s. sp. nov.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Г. Банников, И. С. Даревский, В. Г. Ищенко, А. К. Рустамов, Н. Н. Щербак. Определитель земноводных и пресмыкающихся фауны СССР. М., 1977.
2. ა. ჯანაშვილი. საქართველოს ამფიბიების სარკვევი. თბილისი, 1957.
3. А. М. Шугуров. Изв. Кавк. Музея, т. 5, вып. 4. Тифлис, 1911.
4. F. J. Obst, Jiri Rotter. Notizen zu *Mertensiella caucasica* (Waga 1876). Die aquarien und Terrarien zeitshrift (Datz); 15, № 2, 1962.

Н. А. ЖУКОВСКАЯ

## ОБ АНАТОМО-ГИСТОЛОГИЧЕСКОМ СТРОЕНИИ СЛУХОВОЙ ТРУБЫ У ЛЕСНОЙ МЫШИ (*APODEMUS (S) SYLVATICUS*)

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. Е. Курашвили 18.12.1987)

За последние годы стало очевидным значение слуховой трубы (СТ) в функционировании и возникновении патологии органа слуха [1]. Однако по ряду причин СТ остается одним из малоизученных органов человека и животных. Спорным является вопрос классификации туботимпанального пространства [2, 3], нельзя считать решенной проблемой исследования функции СТ [1—4], актуален вопрос выбора животного, являющегося удобной моделью для исследования СТ человека [2, 4]. В связи с этим перспективно изучение СТ у представителей различных видов млекопитающих, установление взаимосвязи между строением СТ и условиями обитания вида [4, 5]. Удобный объект (для изучения СТ — лесная мышь (*Apodemus S. sylvaticus*), вид, обладающий высокой морфологической изменчивостью и экологической пластичностью [6, 7].

Поэтому нами было проведено изучение анатомо-гистологического строения СТ лесной мыши. Для этой цели использовали взрослых зверьков, пойманных в окрестностях г. Тбилиси, в безлесном ландшафте с травянистой растительностью. Производили декаптацию, затем медиально-сагитальный разрез, который открывал доступ к глоточному устью СТ. Область, занятую СТ, вырезали и фиксировали в 10% формалине, после чего декальцинировали в 5% водном растворе азотной кислоты, обезвоживали с последующей заливкой в парафин. Делали серийные фронтальные, сагитальные и горизонтальные срезы толщиной 10 мкм. Срезы окрашивали гематоксилином Гейденгайна, гематоксилин-эозином и по Ван-Гизону.

Результаты исследований показали, что глоточное устье в виде косо направленной щели располагается на боковой стенке носоглотки на уровне нижней носовой раковины, окружено двумя мягкими слизистыми складками. Барабанное устье располагается в верхней передне-медиальной части барабанной полости в широко открытом воронкообразном углублении и имеет вид перевернутой занятой.

СТ лесной мыши представлена исключительно мембранно-хрящевой трубой (рис. 2). Это поддерживает мнение автора [3] о том, что костная труба приматов, возможно, является деформацией передне-медиального сегмента барабанной полости, вызванной инвагинацией внутренней сонной артерии. У разных видов млекопитающих хрящ в СТ варьирует от типично гиалинового к типично эластическому [5]. У исследованного нами вида наблюдается гиалиновый тип хряща со слабообразным межклеточным веществом и крупными лакунами (рис. 1, 2).

Особое внимание нами было уделено характеру эпителиальной выстилки и составу слизистой СТ, поскольку это порождает разногласия и важно знать для классификации тубо-тимпанальной области. Установлено, что на всем протяжении СТ лесной мыши выстлана однородным цилиндрическим мерцательным эпителием (рис. 1, 2), который продолжается на переднюю и медиальную стенки барабан-

ной полости, окружая тимпанальное устье трубы. В области крючка хряща *tunica plogria* отсутствует и эпителий лежит непосредственно на надхрящнице (рис. 1, 2). Латеральная стенка трубы граничит с

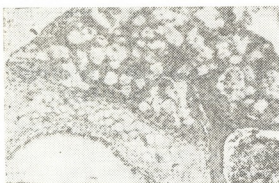
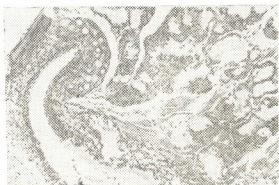


Рис. 1. Слуховая труба при входе в барабанную полость, фронтальный срез, 10 мкм, окраска по Ван-Гизону. Ов. 15, ос. 8

мышцами (*tensor veli palatini*, *levator veli palatini*), а вблизи барабанной полости с костными структурами и в последнем случае под эпителием наблюдается тонкий слой *tunica plogria*, богатый коллагеновыми волокнами и плотно срастающийся с периостом. Немногочисленные железы в латеральной стенке трубы наблюдаются только в области глоточного устья. В медиальной стенке глоточного конца трубы, свободной от хряща, видны продольные складки слизистой, в которые открываются протоки трубчато-альвеолярных желез (рис. 1). В тимпанальной части трубы складок и протоков желез не обнаружено. Железы расположены в *tunica plogria* ниже-медиальной части трубы и распространяются на наружную поверхность медиальной пластинки хряща (рис. 1). Скопления железистой ткани в ниже-медиальной части трубы особенно обильны в области глоточного устья, затем постепенно уменьшаются и исчезают примерно в средней части СТ. Напротив, железы, расположенные с наружной поверхности медиальной пластинки хряща, сопровождают трубу на всем ее протяжении, постепенно уменьшаясь в количестве по направлению к тимпанальному устью (рис. 2). Нами были обнаружены про-

Рис. 2. Слуховая труба в области глоточного устья, фронтальный срез, 10 мкм, окраска по Ван-Гизону.

Ов. 15, ос. 8



токи желез в область задней стенки глотки. Исходя из этого предположили, что железам СТ лесной мыши свойственны побочные функции, а именно, снабжение слизью для смазки задней стенки глотки, и, возможно, они служат дополнительной слюнной железой.

В заключение отметим, что хотя СТ лесной мыши представлена исключительно мембранно-хрящевидной трубой, воронкообразное углубление в передне-медиальной части барабанной полости, на дне которого расположено тимпанальное устье, можно считать прообразом костной трубы, более высокоорганизованных животных. Строение глоточного конца трубы, так же как у приматов и человека, обеспе-



чивает возможность изменения величины просвета за счет спадения мембранных стенок трубы. Напротив, просвет тимпанальной части трубы остается неизменным, так как верхне-медиальная часть трубы ограничена хрящем, а нижне-медиальная — костными структурами; слизистая в этом отделе тонкая, без подстилающего железистого слоя, не образует складок и плотно срастается с периостом и перихондром. Исходя из этого можно предположить, что строение СТ в области тимпанального устья сходно с таковым хрящевой части истмуса СТ приматов. Наблюдаемые у лесной мыши протоки желез в область задней стенки глотки можно рассматривать как приспособление к употреблению грызунами грубой растительной пищи.

Таким образом, анатомо-гистологическое строение СТ лесной мыши обнаруживает как различия, так и существенные черты сходства со СТ приматов.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт зоологии

(Поступило 18.12.1987)

ჰისტოლოგია

ბ. ზუკოვსკაია

ტყის თაგვის (*APODEMUS* (S.) *SYLVATICUS*) სასმენი მილის  
 ანატომიურ-ჰისტოლოგიური თავისებურებანი

რეზიუმე

განხილულია ტყის თაგვის სასმენი მილის ანატომიურ-ჰისტოლოგიური სტრუქტურების თავისებურებანი ტუბო-ტიმპანალური სივრცის კლასიფიკაციის დაზუსტებასთან დაკავშირებით.

HISTOLOGY

N. A. ZHUKOVSKAYA

A STUDY OF ANATOMICAL AND HISTOLOGICAL STRUCTURE OF  
 THE *APODEMUS* (S.) *SYLVATICUS* AUDITORY TUBE

Summary

The peculiarities of anatomical and histological structure of the *Apodemus* (S.) *sylvaticus* auditory tube have been considered in connection with the refinement of the tubo-tympanic space classification.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Т. Долгих. Вестник отоларингологии, № 2, 1984.
2. В. Proctor. Arch. Otolaryngol., 86, 1967.
3. A. Schwarzbart. Ann. Otol. Rhinol. Laryngol., 67, № 1, 1958.
4. N. Albin *et al.* Acta otolaryngol., 98, Suppl. 414, 1984.
5. M. E. Sucheston, M. S. Cannon. Arch. Otolaryngol., 93, № 1, 1971.
6. В. М. Шидловский. Определитель грызунов Закавказья. Тбилиси, 1962.
7. И. Е. Моргилевская. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1975.

Н. Г. БАХТАДЗЕ, Т. Г. ЗЫБИНА, Н. Т. КИНЦУРАШВИЛИ

## ЦИТОЛОГИЧЕСКОЕ И МОРФОМЕТРИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ ООЦИТОВ В ПЕРИОД БОЛЬШОГО РОСТА У ЗИМНИХ НОРОК

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. Е. Курашвили 18.3.1988)

Период большого роста и созревания ооцитов сопровождается сложными преобразованиями их ядерных структур. Морфометрические данные относительно динамики роста ооцитов и фолликулов в сопоставлении с ходом ядерных преобразований в период большого роста у норок в литературе отсутствуют. Особый интерес представляет изучение морфофункциональных изменений ооцитов у зимних форм половозрелых норок.

Целью настоящей работы было одновременное исследование изменений размеров ооцита, его ядра и целого овариального фолликула, а также изменений структуры ядра ооцита в период большого роста ооцитов зимних норок. Особое внимание было уделено развитию



Рис. 1

ооцитов и фолликулов атипичной морфологии с целью выявления возможных закономерностей роста и преобразования ядра ооцитов, вступивших на путь дегенерации.

Яичники стандартных половозрелых норок, забитых в январе, фиксировали смесью Ценкер-формол и заливали в парафин. Срезы окрашивали гематоксилином Бемера с эозином. При анализе препаратов весь период большого роста ооцитов условно подразделен на 7 стадий по классификации Шуйнара [1]. Анализ морфологии ооцитов и овариальных фолликулов дополнен количественным исследованием размеров ооцитов, ядер ооцитов и целых фолликулов.

Яичники половозрелых самок зимних норок, как показали наши наблюдения, содержат ооциты, находящиеся на различных стадиях



роста и созревания: примордиальные фолликулы, растущие фолликулы с однослойным, двухслойным, трехслойным эпителием, а также многослойные фолликулы без антрума и с антрумом.

У зимней норки в ядрах ооцитов примордиальных фолликулов хромосомы типа ламповых щеток сильно деспирилизированы и рассея-

Показатели	Примордиальный фолликул		Однослойный фолликул		Двухслойный фолликул		Трехслойный фолликул	Многослойный фолликул		Атретические фолликулы
	обычной морфологии	с конденсированным хроматином в ядре	обычной морфологии	с увеличенным числом ЯПТ в ядре	обычной морфологии	с измененным фолликулярным эпителием		без антрума	с антрумом	
Площадь фолликула (мкм <sup>2</sup> )	448,03	366,89	1201,26	2882,21	5098,62	13969,17	12647,34	38319,77	54329,38	17696,65
Площадь ооцита (мкм <sup>2</sup> )	284,08	226,82	502,41	1161,75	1608,07	3753,41	3144,79	4017,6	4479,81	3026,65
Площадь ядра (мкм <sup>2</sup> )	82,78	99,17	110,03	191,73	285,59	468,69	363,11	559,58	417,35	519,28

ны по всему ядру. Имеется одно, иногда два небольших ядрышка (рис. 1). В некоторых примордиальных фолликулах ядра ооцитов имеют иной вид: хромосомы конденсированы и собраны в довольно компактное скопление в центре ядра или эксцентрично. Часто в таких ооцитах ядрышки маскируются чрезвычайно компактным хроматином. Ооциты такой измененной морфологии описаны и у других животных [2, 3]. Данные морфометрических измерений примордиальных фолликулов, ооцитов и их ядер приведены в таблице.

В ооцитах растущего однослойного фолликула хромосомы типа ламповых щеток претерпевают дальнейшую деконденсацию. В карноплазме, кроме ядрышек, появляются мелкие ядрышкоподобные тельца ЯПТ, количество которых в большинстве ооцитов равно 3—4. Морфометрические измерения показали, что размеры однослойного фолликула превышают размеры примордиального фолликула (таблица). Это свидетельствует о том, что в однослойном фолликуле, наряду с активным функционированием хромосом ламповых щеток, начинается рост целого фолликула, ооцита и его ядра. Среди однослойных фолликулов встречаются фолликулы, ооциты которых содержат увеличенное число ЯПТ — 20—30.

Увеличение количества ЯПТ, содержащих РНК, указывает на больший уровень транскрипционной активности ядра [3]. Большие размеры ооцитов однослойного фолликула с большим количеством ЯПТ, возможно, связаны с большей активацией в этих ооцитах процессов синтеза РНК и белка.

При переходе к стадии двухслойного фолликула хромосомы типа ламповых щеток претерпевают наибольшую степень деконденсации. Ядрышки крупные, возрастает число ЯПТ (до 10—15). Размеры ооцитов, их ядер и фолликулов значительно возрастают (таблица). В некоторых двухслойных фолликулах наблюдается отделение друг от друга слоев фолликулярного эпителия (рис. 2). Можно предположить, что наблюдаемое нами расслоение фолликулярного эпителия в некоторых двухслойных фолликулах приводит к преждевременному

образованию антральной полости. Морфометрические показатели таких фолликулов почти вдвое выше, чем в обычных двухслойных фолликулах (таблица). Не исключено, что данные фолликулы вступили на путь дегенерации, поскольку, как известно, дегенерирующие фолликулы характеризуются более быстрым ростом. Преждевременное

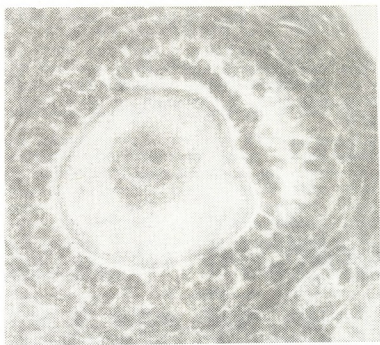


Рис. 2

начало образования антральной полости также является признаком начавшейся дегенерации [4].

На стадии трехслойного фолликула биваленты остаются в деконденсированном состоянии, ядрышко увеличивается, число ЯПТ достигает 20, продолжается интенсивный рост фолликул: площади ооцита, ядра и самого фолликула возрастают и почти вдвое превышают такие параметры двухслойных фолликулов (таблица).

В многослойном фолликуле без антрума хромосомы сохраняют вид ламповых щеток, ядрышко продолжает расти, число ЯПТ увеличивается до 40. Как видно из таблицы, продолжается интенсивный рост ооцита и фолликула, увеличивается число слоев фолликулярного эпителия. Увеличение ооцита, по-видимому, связано с наибольшей транскрипционной активностью хромосом типа ламповых щеток.

Стадия многослойного фолликула с антрумом характеризуется началом конденсации хромосом. Часть бивалентов собирается к ядрышку. Морфометрические данные показали, что продолжается рост фолликула, в то время как площадь ооцита заметно не увеличивается, более того, ядро оказывается даже несколько меньшим, чем на предыдущей стадии (таблица). Прекращение роста ооцита и его ядра, по-видимому, связано с постепенной инактивацией и конденсацией хромосом в конце диплономы. Наши данные подтверждаются данными автордиографии, полученными на соответствующих стадиях периода большого роста ооцита мыши. Согласно этим данным, в ооцитах многослойного фолликула с антрумом снижается синтез РНК и белка [5, 6].

Таким образом, отмечается соответствие между ростом ядра, ооцита и фолликула и функционированием хромосом ламповых щеток у зимних норок.

В яичниках зимних норок выявляются атретические фолликулы. В атретических фолликулах наблюдается дегенерация фолликулярных

клеток, а в случае глубокой атрезии — и дегенерация теки. Судя по морфологии фолликулярных клеток, дегенерация сопровождается сморщиванием ядер и лизисом клеток. В ооцитах антральных атретических фолликулов биваленты в ядрах более сильно конденсированы, чем в норме. В случае глубокой атрезии все хромосомы обычно образуют плотное скопление карниосферы, которая в норме характерна лишь для стадии Граафова пузырька [7]. Очевидно, структурные преобразования в атретических фолликулах протекают несколько быстрее, чем в норме.

Как показали наши наблюдения, в яичниках зимних норок ооциты на стадии Граафова пузырька отсутствуют, что дает основание заключить, что у зимних норок рост фолликулов прекращается на стадии многослойного фолликула с антрумом и не доходит до стадии Граафова пузырька.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт зоологии

(Поступило 14.4.1983)

ჰისტოლოგია

ბ. ბახტაძე, ტ. ზიბინა, ნ. კინცურაშვილი

ოოციტის განვითარების დინამიკის ციტოლოგიური და  
 მორფომეტრული გამოკვლევა წაულას ზამთრის ფორმებში

რეზიუმე

შესწავლილია ოოციტის ბირთვული სტრუქტურების ცვლილებები სქეს-მწიფე წაულას ზამთრის ფორმებში. პარალელურად ჩატარებულია მთელი ფოლიკულის, ოოციტის და მისი ბირთვის მორფომეტრული გამოკვლევა. გამოვლენილია შესაბამისობა ლამფის ჯავრისის ქრომოსომების ფუნქციონირებასა და გამოკვლეულ სტრუქტურათა ზომებს შორის. ნაჩვენებია, რომ ორშიაინი ფოლიკულის სტადიაზე და შემდგომშიც ვლინდება ატრუხიული ფოლიკულუ-ბი.

HISTOLOGY

N. G. BACHTADZE, T. G. ZYBINA, N. T. KINTSURASHVILI  
 CYTOLOGIC AND MORPHOMETRIC STUDY OF OOCYTE  
 DEVELOPMENT DYNAMICS DURING THE LARGE GROWTH  
 IN THE MINK

Summary

A simultaneous study has been made of changes in oocyte size, its nuclei and the whole ovarian follicle as well as of changes in the oocyte nucleus during the large growth period in the mink. According to morphometric measurement a correlation is observed between the growth of the nucleus, oocyte and follicle, and the Lampbrush type chromosome functioning.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. L. A. Chouinard. J. Cell. Sci., 17, 1975, 589—615.
2. Е. В. Зыбина. Цитология, т. II, № 1, 1969, 25—31.
3. Е. В. Зыбина, Т. Г. Зыбина, А. Р. Далмане. Цитология, т. 22, № 4, 1980, 381—386.
4. А. Р. Далмане. Автореферат докт. дисс. Рига, 1967.
5. Е. В. Зыбина. Цитология, т. 10, № 1, 1968, 36—42.
6. Е. В. Зыбина. Цитология, т. 13, № 6, 1971, 768—775.
7. И. И. Кикнадзе, Т. Г. Зыбина, Е. В. Зыбина, А. И. Железова. Цитология, т. 22, № 2, 1980, 127—133.



УДК 616.85:616.45

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Б. И. МГАЛОБЛИШВИЛИ, С. К. ЧИРКОВА

ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕСТРОЙКИ НЕЙРОЭНДОКРИННОГО БАЛАНСА ПРИ НЕВРОЗАХ

(Представлено академиком А. Д. Зурабашвили 28.5.1986)

На современном этапе развития клинических исследований по проблеме изучения биохимических основ нервно-психических заболеваний особое место отводится внедрению комплексного подхода к анализу деятельности различных нейрогормональных систем организма и раскрытию роли изменений нейроэндокринного баланса в процессе формирования невротических расстройств [1—3]. Исходя из данных литературы о важном значении эмоционального стресса в становлении и развитии многих психопатологических состояний, а также учитывая феноменологическое сходство нейрогуморальных проявлений стресса и неврозов [2—4], для анализа характера и особенностей, складывающихся при неврозах нейроэндокринных взаимоотношений, нами у большой группы больных неврозами (301 больной) были исследованы показатели функционального состояния ведущих «стрессорных» систем организма — опиоидной, симпатико-адреналовой, энтерохромаффинной и гипофизарно-адренкортикальной.

Все больные — женщины в возрасте от 22 до 55 лет — в соответствии с ведущим симптомокомплексом были разделены на следующие группы: больные истерическим неврозом (109), неврастений (121) и неврозом навязчивых состояний (71). Биохимические исследования проводились на 5-й день с момента поступления больных в стационар, в период, когда медикаментозные и другие виды лечения не проводились. В качестве контроля обследовались 24 здоровые женщины той же возрастной группы. Содержание дофамина (ДА) и серотонина (5-ОТ) в крови и экскреция адреналина (А), норадреналина (НА), ДА с мочой определялись с помощью спектрофлуориметрических методов [5] на спектрофлуориметре МПФ 4 «Хитачи», концентрация  $\alpha$ -,  $\gamma$ -эндорфинов, кортизола и циклических аденозинмонофосфата (цАМФ) и гуанетидинмонофосфата (цГМФ) — с помощью радиоиммунологических методов [6—8], а экскреция ванилил-миндальной кислоты (ВМК) и 5-оксинидолуксусной кислоты (5-ОИУК) — с помощью колориметрических методов [9, 10]. Исследование активности симпатико-адреналовой системы в суточном аспекте проводилось путем определения содержания катехоламинов (КА) в порциях мочи, собранной в соответствующие временные интервалы: от 8—12, 12—16, 16—20 и 20—8 часов.

Приведенные в таблице данные о содержании КА и 5-ОТ, их метаболитов, циклических нуклеотидов и показатели относительной активности отдельных этапов обмена биогенных аминов у больных основными формами неврозов свидетельствуют о наличии выраженных изменений функциональной активности симпатико-адреналовой и энтерохромаффинной систем и качественном своеобразии профиля нейрогуморальных нарушений в зависимости от нозологической принадлежности заболевания. Так, характерным для больных истерическим неврозом и неврастений явилось повышение уровня ДА в крови соответственно на 19 и 42% по сравнению с контрольной группой здоровых испытуемых при одновременном и значительном увеличении вы-

деления НА у больных истерией (на 59%) и тенденции к повышению экскреции КА при неврастении. У больных обсессивно-фобическим неврозом обнаружено резкое возрастание экскреции А (на 99%) на фоне неизменного уровня ДА в крови и нормальных величин выделения ДА и НА с мочой. Данная форма невроза характеризуется также наибольшим уровнем 5-ОТ в крови и значительным снижением величин соотношений ДА/5-ОТ и цАМФ/цГМФ, что, наряду с анализом показателей относительной активности обмена биогенных аминов у этих больных, указывает на значительные сдвиги в механизмах нейрогуморальной регуляции — снижение резервных возможностей симпатико-адреналовой системы (САС) при одновременном увеличении выброса

Сравнительная характеристика нейрогормональных показателей у больных с основными клиническими формами неврозов

Показатели	Группы обследованных больных			Здоровые (n-24)
	Истерический невроз (n-109)	Неврастения (n-121)	Обсессивно-фобический невроз (n-71)	
Концентрация в крови:				
Дофамин (нмоль/л)	741,0±81,6	886±66,4	705,1±56,1	623,9±126,8
Серотонин (нмоль/л)	0,69±0,10	0,69±0,09	1,34±0,10 p 0,01	0,44±0,02
ДА/5-ОТ	1074	1284	526	1416
цАМФ (нмоль/л)	30,18±5,2	22,3±2,3	33,0±1,2	24,5±4,1
цГМФ (нмоль/л)	3,21±0,44	2,19±0,58	5,38±1,78	2,87±0,69
цАМФ (цГМФ)	9,40	10,18	6,13	8,54
α-эндорфин (фмоль)	357±41 p 0,05	225±39	299±49	196±42
γ-эндорфин (фмоль)	19,5±2,4	14,9±3,2	15,0±3,9	12,9±3,9
Кортизол (нмоль/л)	315±36	364±47	332±35 p 0,05	252±46
Экскреция с мочой:				
Дофамин (нмоль/сут)	1103±108	899±57	1190±123	1115±69
Норадреналин (нмоль/сут)	87,4±10,1 p 0,02	58,3±12,8	55,1±7,9	55,2±8,9
Адреналин (нмоль/сут)	31,9±4,8	37,6±8,9	55,9±2,1 p 0,05	26,6±3,3
ВМК (мкмоль/сут)	42,2±3,4 p 0,001	33,5±2,6 p 0,01	35,5±2,1 p 0,01	15,1±3,7
5-ОИУК (мкмол/сут)	41,4±4,9	37,1±3,2	53,3±14,4	32,8±2,8
Показатели относительной активности отдельных этапов обмена биогенных аминов:				
НА/А	2,74	1,55	1,04	2,07
ДА/НА	12,58	15,42	21,59	20,25
А+НА/ДА	0,108	0,107	0,137	0,073
ВМК. 1000/А+НА	354	349	329	185
5-ОИУК/ВМК	1,02	0,90	0,66	0,46

p--достоверность различий относительно группы здоровых

А и нарастании серотонинергических и холинергических компонентов активности. При всех формах неврозов обнаружены разнообразные нарушения суточных ритмов экскреции КА и существенное повышение экскреции их основного метаболита — ВМК (таблица). По характеру выделения КА за сутки в целом всех больных можно разделить на четыре типа: адреналовый (преимущественное выделение А), нор-



адреналовый (преимущественное выделение НА), смешанный (увеличение выделения А и НА) и нивелированный (выделение А и НА в пределах нормы с отсутствием статистически достоверных различий между величинами суточной экскреции А и НА). Нивелированный тип (Н-тип) оказался наиболее многочисленным и составил 47,2%, НА-тип — 24,6%, А-НА-тип — 13,3% и А-тип — 6,3% от всех больных неврозами. Следует отметить, что НА- и Н-тип симпатико-адреналовой активности обнаруживаются при всех клинических формах неврозов, смешанный — при неврастении и истерическом неврозе, а А-тип — только при обсессивно-фобическом неврозе. Наиболее высокий уровень кортизола в крови обнаружен у больных неврастением, а наиболее высокая концентрация  $\alpha$ - и  $\gamma$ -эндорфинов в крови — у больных истерическим неврозом (табл.). При этом обращает на себя особое внимание большая индивидуальная вариабельность в концентрациях  $\alpha$ - и  $\gamma$ -эндорфинов как у больных неврозами, так и у группы здоровых испытуемых.

При сопоставлении величин содержания кортизола в крови с показателями активности симпатико-адреналовой и энтерохромаффинной систем выявлены положительные коррелятивные связи между уровнем кортизола и ДА в крови у группы больных неврастением ( $\langle r \rangle = +0,76 \pm 0,16$ ,  $p < 0,05$ ) и между кортизолом и адреналином при обсессивно-фобическом неврозе ( $\langle r \rangle = +0,71 \pm 0,07$ ,  $p < 0,05$ ). Следует отметить также положительную корреляцию между концентрацией  $\alpha$ - и  $\gamma$ -эндорфинов в крови, выявленную не только у здоровых женщин ( $\langle r \rangle = 0,90 \pm 0,1$ ,  $p < 0,001$ ), но и по всей выборке больных неврозами ( $\langle r \rangle = \pm 0,75 \pm 0,14$ ,  $p < 0,001$ ). Вместе с тем, только у группы больных истерией обнаружена коррелятивная связь между уровнем  $\alpha$ - и  $\gamma$ -эндорфинов в крови и величиной экскреции НА ( $\langle r \rangle = +0,83 \pm 0,12$ ,  $p < 0,05$ ).

Результаты проведенного исследования указывают на сложный и полиморфный характер изменений нейрогормонального баланса при неврозе и, вместе с тем, свидетельствуют о перспективности комплексного подхода к оценке обмена медиаторов, секреции  $\alpha$ -,  $\gamma$ -эндорфинов и кортизола с целью верификации отдельных нозологических форм невротических расстройств.

АМН СССР  
Республиканская психоневрологическая  
больница  
АбхАССР

Институт экспериментальной  
патологии и терапии  
Сухуми

(Поступило 4.10.1988)

მაკაბრიშენაშვილი მამიკონი

მ. შალვაშვილი, ს. ჩიკოვაძე

ნეიროენდოკრინული ბალანსის გარდაქმნის თავისებურებანი  
ნევროზების დროს

რეზიუმე

ნევროზების სხვადასხვა ფორმებით დაავადებულთა 301 შემთხვევაში სიმპატო-ადრენალური, სეროტონინერგიული და ჰიპოფიზალურ-ადრენო-კორტიზონული სისტემების კომპლექსური შესწავლის შედეგებმა შესაძლებლობა მოგვცა, რომ გამოგვეჩინა სპეციფიური და ინფორმატიული ცვლილებები ისტერიის, ნევრასთენიისა და აკვიატებული მდგომარეობის ნევროზის დიაგნოზისათვის, ამ ნეიროენდოკრინული სისტემების ფუნქციონალური



ცვალებადობა კატეხოლამინების ექსკრეციის სადღელამო რითმის პარამეტრების მიხედვით, ბიოგენური ამინების ცვლა და კორტიზონის შემადგენლობა სისხლში.

EXPERIMENTAL MEDICINE

B. I. MGALOBlishVILI, S. K. CHIRKOVA

PECULIARITIES OF NEUROENDOCRINE BALANCE CHANGES IN NEUROSES

Summary

Results of a comprehensive study of sympathoadrenal, serotonergic as well as hypophysioladrenocortical systems in 275 patients with principal forms of neurosis (hysteria, neurasthenia and obsessive neurosis) revealed both specific and informative changes relevant for the diagnostics of the mentioned diseases, function variability of the neuroendocrine systems under discussion according to the parameters of catecholamine excretion diurnal rhythm, as well as biogenic amine metabolism and a cortisol content in the blood.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Г. Айрапетянц, А. М. Вейн. Неврозы в эксперименте и в клинике. М., 1982.
2. В. Н. Васильев, В. С. Чугунов. Симпатико-адреналовая активность при различных функциональных состояниях человека. М., 1985.
3. Б. Д. Карвасарский. Неврозы. М., 1980.
4. Ю. М. Губачев, Е. М. Стабровский. Клинико-физиологические основы психосоматических соотношений. Л., 1981.
5. Б. М. Коган. Лаб. дело, № 4, 1980.
6. А. Д. Дмитриев, Ю. И. Голикова, А. Г. Кобылянский и др. Нейрохимия, т. 1, № 1, 1982.
7. Н. П. Гончаров, С. Чекал, А. В. Антоничев и др. Вопр. мед. химии, т. 25, № 1, 1979.
8. Н. А. Федоров. Биологическое и клиническое значение циклических нуклеотидов. М., 1979.
9. Т. Д. Большакова. В кн.: «Методы исследования некоторых гормонов и медиаторов». М., 1965.
10. В. С. Камышников. Здравоохранение Белоруссии, № 6, 1969.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

А. М. ГАГУА, Л. Л. ГУГУШВИЛИ

ОСОБЕННОСТЬ ПЕЧЕНОЧНОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ И  
ПРИНЦИПЫ ЛЕЧЕНИЯ ПОРТАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ И  
ОСТРОЙ ПЕЧЕНОЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. К. Пагава 5.6.1987)

Особенность кровообращения печени и роль портального кровообращения в развитии портальной гипертензии и печеночной недостаточности в предлагаемой работе рассматриваются не сами по себе, а в неразрывной связи с физиологической функцией, степенью участия данного органа в общих реакциях организма и т. д. Индивидуальные черты функции и регуляции сосудистого русла печени рассматриваются как способ обеспечения ее специфической функции. Изучение этих особенностей в каждом органе, особенно в печени, представляет собой большой интерес.

Настоящее экспериментально-клиническое исследование принято с целью раскрытия сущности этиопатогенеза портальной гипертензии и печеночной недостаточности и разработки их патогенетического лечения.

Произведено 280 экспериментальных исследований и анализируются данные обследования 466 больных. Для характеристики функционального состояния печени использовались методики определения в сыворотке крови белков, билирубина, его фракций, холестерина, щелочной фосфатазы и др. Магистральная органная артериальная и портальная гемодинамика исследовалась с помощью датчиков давления аппарата «Mingograph-82» фирмы «Elena-Siemens», а также датчиков определения скорости кровотока с помощью флуометра фирмы «Vihon Kohden». Кровоток печени исследовался у 12 здоровых собак.

Особенность перестройки воротно-печеночного кровообращения при допеченочной, внутрипеченочной и смешанной формах портальной гипертензии. При изучении воротного русла у собак с портальной гипертензией обращало на себя внимание неравномерное расширение вен. Наибольшему расширению подвергались сосуды путей порто-кавального и порто-портального сброса. В то же время дилатация вен, не участвующих в коллатеральном кровообращении, отмечалась редко и в значительно меньшей степени.

Таким образом, очевидно, что расширению и варикозным изменениям подвергаются те вены, по которым увеличен кровоток. Известно, что давление на стенку сосуда определяется по статистическому и динамическому давлению. В условиях портальной гипертензии статистическое давление во всех участках воротной вены, т. е. в системе дистальнее блока, одинаково, скорость же кровотока больше в сосудах, по которым осуществляется разгрузка зоны застоя, поэтому и динамическое давление в этих венах больше. Отсюда следует, что в механизме варикозного расширения вен при портальной гипертензии решающая роль принадлежит фактору интенсивного кровотока.

Изменение гепатовенозного русла, как и внутрипеченочного отдела портального тракта, более выражено в поздних стадиях заболевания. У больных с постсинусоидным блоком выявлено существенное



у реципиента, 5) исключает необходимость предварительного определения уровня жизнеспособности трансплантата, применение которого в клинической практике облегчит дальнейшее выполнение данной операции [4—7].

НИИ экспериментальной и  
клинической хирургии  
им. К. Д. Эристави  
МЗ СССР

НИИ скорой помощи  
им. Н. В. Склифосовского  
МЗ РСФСР

(Поступило 23.10.1987)

მაშპარიმენტული მედიცინა

ა. გაგუა, ლ. გუგუშვილი

ღვიძლის სისხლმიმოქცევის თავისებურება და აკრტული  
ჰიპერტენზიის და ღვიძლის მწვავე უკმარისობის გამართლობა

რეზიუმე

კომპლექსური გამოკვლევების შედეგად დადგენილ იქნა: 1) პორტული სისხლმიმოქცევა ღვიძლის ფუნქციური მდგომარეობის ინტეგრალური კრიტერიუმის მაჩვენებელია. 2) სხვადასხვა ტოქსინები იწვევენ მწვავე პორტულ ჰიპერტენზიას და პორტული სისხლმიმოქცევის ორგანოში დაზიანებას. 3) ღვიძლის მწვავე უკმარისობის მკურნალობა დაწყებულ უნდა იქნას პორტული სისტემის დეკომპრესიითა და დეზინტოქსიკაციით. და 4) ჩვენს მიერ მოწოდებული ღვიძლის გადაწერვის მეთოდის უპირატესობა, დღემდე მოწოდებულ მეთოდებთან შედარებით, შემდეგია — ა) გადასანერგი ორგანოს სიცოცხლისუნარიანობა შენარჩუნებულია, ბ) მისი ტროფიკის დარღვევის შემთხვევაში შესაძლებელია მისი კორექტირება, გ) არაა საჭირო გადასანერგი ორგანოს რთული და ნაკლებეფექტური პერფუზიის მეთოდების გამოყენება, დ) ოპერაცია გამართიებულია და სხვ.

EXPERIMENTAL MEDICINE

A. M. GAGUA, L. L. GUGUSHVILI

## SPECIFICITIES OF HEPATIC CIRCULATION AND THE PRINCIPLES OF TREATING PORTAL HYPERTENSION AND ACUTE HEPATIC INSUFFICIENCY

### Summary

As a result of a comprehensive study of considerable roentgenovasographic, anatomico-physiological, experimental and clinico-sectional data, the anatomical basis and pathophysiological mechanisms of the genesis of acute hepatic insufficiency have been ascertained and a new concept of its pathogenesis formulated. The treatment of acute hepatic insufficiency should start with the decompression of the portal system along with measures aimed at the detoxication of the portal blood.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. Л. Гугушвили, А. М. Гагуа. Сообщения АН ГССР, 78, № 1, 1975.
2. А. М. Гагуа. Сообщения АН ГССР, 84, № 1, 1976.
3. А. М. Гагуа, Л. Л. Гугушвили. Материалы НИИЭиКХ МЗ ГССР, посв. памяти К. Д. Эристави. Тбилиси, 1977.
4. А. М. Гагуа. Сб. «Трансплантация органов и тканей». Тбилиси, 1979.
5. А. М. Гагуа. Хирургическая патология органов брюшной полости. Тбилиси, 1983.
6. ა. გაგუა. მეცნიერება და ტექნიკა, № 9, 1984.
7. А. М. Гагуа, Л. Л. Гугушвили. Сообщения АН ГССР, 122, № 3, 1986.
8. А. М. Гагуа, Л. Л. Гугушвили. Сообщения АН ГССР, 123, № 3, 1986.
9. А. М. Гагуа, Л. Л. Гугушвили. Сообщения АН ГССР, 124, № 1, 1986.



УДК 902.6

მნათმეცნიერება

ბ. წირითელი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი)

### არამეული წარწერა ურბნისიდან

ურბნისის ნაქალაქარში წარმოებული არქეოლოგიური გათხრების დროს ექსპედიცია (ხელ-ლი პროფ. ლ. ჭილაშვილი) წააწყდა სამაროვანს, რომლის ტერიტორიაზე ან მის მახლობლად ოდესღაც იყო მცირე ნაგებობანი, საიდანაც ჩვენამდე შემოინახა ალიზის ნახევრად გამომწვარი აგურების ნატეხები, ასევე ქვევრების ნატეხებიც [1, გვ. 54]. მათ შორის ექსპედიციის განსაკუთრებული ყურადღება მიიპყრო პატარა ქვევრის პირ-გვერდის ნატეხმა, რომლის პირზე ამოკაწრულია ოთხი ასოსაგან შემდგარი სიტყვა. ლ. ჭილაშვილი იძლევა წარწერის მონახაზს და ხსენებული ქვევრის ნატეხის ფოტოს. იქვე სტატიის ავტორი შენიშნავს, რომ ეს წარწერა წაიკითხა აკად. გიორგი წერეთელმა და მისი თქმით იგი ნიშნავს „სამხვერპლოს“, „შესაწირს“. აქედან კეთდება დასკვნა, რომ „წარწერის აზრი რელიგიურია“ და რომ ქვევრისა და ნაგებობის სახით საქმე უნდა გვქონდეს ურბნისის წარმართული ღვთაების სამლოცველოსთან [1, გვ. 54]. არქეოლოგიური თვალსაზრისით, წარწერის ფენა ახ. წ. II—IV სს. განეკუთვნება. ამასვე ეთანხმება წარწერის პალეოგრაფიული თავისებურებანიც გ. წერეთლის აზრით (იქვე). სავსებით მართებულად არის აღნიშნული, რომ მოკემული წარწერა შესრულებულია არამეული დამწერლობით, ე. ი. არამეული დამწერლობის იმ სახეობით, რომლითაც შესრულებულია არამეში აღმოჩენილი წარწერები ქვის სტელეზე (მონოლინგვა, ბილინგვა) და რომელსაც გიორგი წერეთელმა „არამეული“ უწოდა.

17 | 3

წარწერის პირველი ასო  $\aleph$  უდაოდ არამეული  $d$  არის. ასეთად გვხვდება იგი მონოლინგვასა და ბილინგვაში [2, გვ. 4]. მომდევნო ნიშანი  $\lambda$  ასევე კარგად თავსდება არამეულ ასოთა ცხრილში. იგი მთლიანად ემთხვევა არამეულ  $w$ -ს [2, გვ. 4]). ასეთი ჩანს  $w$  მონოლინგვაშიც [3, გვ. 173]. მესამე ასო უფრო ჰგავს ბილინგვისა და მონოლინგვის  $r$ -ს, ამასთანვე აქ სხვა შესაძლებლობაც არ არის გამორიცხული. მაგალითად,  $k$  ასოსი, თუმცა  $k$ -ს ვერტიკალური ბუნი უფრო გრძელია ბილინგვასა და მონოლინგვაში (7). რაც შეეხება ე. წ. ქუდს (ამ ასოს ჰორიზონტალურ ელემენტს), მართალია, ჩვეულებრივ იგი მოკლეა, მაგრამ მონოლინგვაში დასტურდება საკმაოდ განიერი ქუდი. ჩანს იგი ბილინგვაშიც (შდრ. მონოლინგვის ფოტო, [3, გვ. 173]). მეოთხე ასო თუმცა ჰგავს ბილინგვისა და მონოლინგვის  $n$ -ს, მასაც არა აქვს გრძელი ფეხი (ე. ი. ვერტიკალური ხაზი სტრიქონს არ სცილდება), რაც დამახასიათებელია არამეული  $n$ -სათვის (თუმცა აქ გასათვლისწინებელია ის, რომ სტელაზე ასოების წერა ვაშლით უფრო შესაძლებელია: აქ კი ჭურჭლის პირი შესაძლოა ამის საშუალებას არ იძლეოდეს, შდრ. ამავე წარწერაში  $k$ -ს (?) შემთხვევაც). ამასთანვე, ხაზი უნდა გაესვას იმ გარემოებასაც, რომ ერთი შეხედვით ეს ნიშანი წარწერის მეორე ასოს ჰგავს, მაგრამ მისგან მაინც განსხვავდება, რის გამოც მას  $w$ -დ ვერ მივიჩნევთ.

ზემოთქმულის საფუძველზე აქ შეიძლება მივიღოთ ორი შესაძლებლობა: *dwrn* და *dwkn*. ბოლო ასოს სხვა წაკითხვა (მაგალითად, *w-დ*), ე. ი. *dwkw* ან *dwrw* სასურველ შედეგს არ იძლევა: ასეთი სიტყვები არამეულში არ ჩანს.

გ. წერეთელი, ლ. ჭილაშვილის თქმით, სიტყვას კითხულობდა როგორც *dyry* და თარგმნიდა როგორც „სამსხვერპლო“, „შესაწირი“ (სამწუხაროდ, გ. წერეთელს ეს მოსაზრება არ გამოუქვეყნებია და იძულებული ვართ მის ზებირ ახსნას დავეყრდნოთ). მაგრამ მოცემული სიტყვის წაკითხვას როგორც *dyry* გარკვეული წინააღმდეგობანი ახლავს: (1) წარწერის მეორე ასო და მეოთხე ასო, როგორც ეს უკვე ითქვა, განსხვავებულია, არ არის იდენტური. მეორე ასო ზუსტად გადმოსცემს ბილინგვისა და მონოლინგვის *w-ს*. არმაზული *y w-საგან* განსხვავდება (შდრ.  $\gamma - y$  და  $\zeta - w$ , [2, გვ. 4). (2) წარწერის მესამე ასო ახლოსაა არმაზულ *r-სთან*. ამდენად, გ. წერეთლის წაკითხვა ამ ასოსი სავსებით დასაშვებია, მაგრამ სიტყვა *dyry* სახელმწიფო არამეულსა და იუდეურ-არამეულში არ დასტურდება. იგი გვხვდება სირიულში (*dayrā-*, აქედან I პ. კუთვნილებითი ნაცვალსახ. სუფიქსით — *dayr(y)*, ან რელაციურ სუფიქსთან — *dayri*). *dayrā* „მონასტერი“, *dayrī* „მონასტრისეული“. ასეთი მნიშვნელობა არ ემთხვევა გ. წერეთლის „სამსხვერპლოს“ ან „შესაწირს“.

ეფიქრობთ, აქ უნდა იყოს *dwrn*, რაც, შესაძლებელია, იგივეა რაც იუდეურ-არამეული *dōron* (*dwrwn*), რაც „ძღვეს, საჩუქარს“, ასევე „შესაწირავ მსხვერპლს“ ნიშნავს [4, გვ. 188]. ეს არის ნასესხები სიტყვა ბერძნულიდან ( $\langle \delta \acute{\omega} \rho \omicron \nu \rangle$ ), სადაც იგივე მნიშვნელობა აქვს. რაც შეეხება იმას, რომ ჩვენს წარწერაში მესამე ასოს შემდეგ *n-ს* წინ *w* არ არის, ეს არ უნდა ქმნიდეს დიდ დაბრკოლებას. ჯერ ერთი, მოკლე *o* ბერძნულიდან შესაძლებელია არამეულში არ აისახოს (როგორც ცნობილია, ვოკალური ასოები *w* და *y* პირველ რიგში და ძირითადად გრძელ ხმოვნებს გადმოსცემენ:  $\bar{o}$ ,  $\bar{u}$  და  $\bar{e}$ ,  $\bar{i}$  ხმოვნებს). ამიტომაცაა, რომ ბერძნული  $\omega$ -სათვის აქ *w* გვაქვს (=  $\bar{o}$ ), ხოლო *o*-მიკრონი აღარ გადმოსცეს, თუმცა იუდეურ-არამეულში აქაც *w* გვხვდება: *dwrwn*. მაშინ, ასეთი ვაგება ემთხვევა გ. წერეთლის მოსაზრებას სიტყვის შინაარსის თვალსაზრისით.

შესაძლებელია მოცემული სიტყვის წაკითხვა *k* ასოთი (ნაცვლად *r-სი*): *dwkn*. ამ უკანასკნელ შემთხვევაში იგი უნდა წაკითხოს როგორც *dūkān*. ასეთი სიტყვა დადასტურებულია იუდეურ-არამეულში და ნიშნავს „შემოსაზღვრულ ადგილს, გამოყოფილ ადგილს, ამალეებულ ადგილს“, და შემდეგ — „ადგილი, განსაკუთრებით საკურთხეველის აღმოსავლეთ მხარეს ამალეებულო, შემოღობილი ესტრადა, რომელზეც დგებოდნენ ქურუმები კურთხევის წარმოსათქმელად, ან ლევიტები მსხვერპლთან გალობის დროს“ [4, გვ. 164—165]. საინტერესოა, რომ ამ მნიშვნელობით გვხვდება ეს სიტყვა იონათანის თარგუმში (იერუსალიმის თარგ.): ფსალ. 134,2 — *khny<sup>o</sup> ʿl dwkn qwd<sup>o</sup>* „ქურუმები წმინდა ღუქანზე [იდგნენ]“ [4, გვ. 165], შდრ. ქართ. „რომელნი სდგათ სახლსა უფლისასა“ [5, გვ. 372, C, ფსალ. 134,2]. ასევე ებრაულ ორიგინალშიც: *bet ʾaḏōnāy*. ამრიგად, ორიგინალის „უფლის სახლისათვის“ არამეულ თარგუმში გვაქვს *dūkān*, რომელიც, როგორც ჩანს, სალოცავ, კულტის დანიშნულების მქონე შენობას უკავშირდება, მის გარკვეულ ადგილზე მიუთითებს, რომელზეც მღვდლები (ქურუმები) თავის გარკვეულ რიტუალს ასრულებდნენ. იგი ნაწარმოებია *-ān* სუფიქსით სიტყვისაგან *dwk*, საინტერესოა, რომ ამ სიტყვას პალმირულ წარწერებში

აქვს მნიშვნელობა „წმინდა ადგილისა (ოთახში) [6, გვ. 44], ხოლო ჰათორის წარწერებში — „ადგილი, სადაც კლავენ“ [7, გვ. 57], ალბათ „სამსხვერპლო, სადაც მსხვერპლს სწირავენ ღმერთს“. შესაძლებელია ამან მისცა საფუძველი გ. წერეთელს მოცემული სიტყვა ეთარგმნა როგორც „სამსხვერპლო“ თუ „შესაწირი“, როგორც ამას ლ. ჭილაშვილი გვამცნობს. (არამეულში სიტყვები „სამსხვერპლო“ და „შესაწირი, მსხვერპლი“ შესაძლებელია იწარმოებოდეს ერთი ძირიდან, მაგრამ იგი — *dbḥ* — სულ სხვაა, ვიდრე ჩვენს წარწერაში მოცემული სიტყვა, როგორც ეს ზემოდან ჩანს: გარდა პირველი ასოსი — *d*, აქ ამ ძირს წარწერის მომდევნო სამ ასოსთან არაფერი აქვს საერთო). ის ფაქტი, რომ სახელი აქ *st. emphaticus*-ის *-ā* (?) დაბოლოების გარეშეა, მიუთითებს მის ენობრივ სიახლოვეზე ბილინგვის არამეულ ტექსტთან შედარებით, სადაც სახელის ეს ფორმა არ გვხვდება, თუმცა არამეული ენის თვალსაზრისით ამის საჭიროება არის. ყველა სათანადო შემთხვევაში არტიკლი *-ā* სახელს აკლია და იგი *st. absolutus*-ის ფორმის შთაბეჭდილებას ტოვებს.

იმავე ნატეხზე შეინიშნება კიდევ ორი ნიშანი  $|>$ , რაც არამეულ დამწერლობაში რიცხვს 11-ს აღნიშნავს ( $>=10$ ,  $1=1$ ) (ამაზე ჩვენი ყურადღება გაამახვილა არქეოლოგმა იულონ გავოშიძემ).

ამრიგად, როგორც ზემოთქმულიდან ჩანს, ურბნისის ქვევრის პირზე არსებული წარწერის წაკითხვის ორი შესაძლებლობა არსებობს: (1) *dwrn* [*dōron*] ან [*dōran*] (ბერძნ. *δῶρον*) „ძღვენი (ღვთაებისათვის); მსხვერპლი (ღვთაებისათვის შესაწირი)“ და (2) *dwkn* [*dūkān*] „მსხვერპლის შესაწირავი ადგილი, სამსხვერპლო; წმინდა ადგილი, სარიტუალო ადგილი ტაძარში, სადაც ქურუმები ასრულებენ ძღვენისა თუ მსხვერპლის შეწირვას“. ორივე ეს შესაძლებლობა გვაუწყებს საკულტო ტერმინს, რომელთაგან ერთი *dwrn* (*dōron/dōran*) შესაწირის (ძღვენს, მსხვერპლს) ვარაუდობს, მეორე კი *dwkn* (*dūkān*) — იმ ადგილს, სადაც ღვთაებისადმი ძღვნის მიროთმევისა თუ მსხვერპლის შეწირვის რიტუალი სრულდებოდა. *dūkān* არ გამოირიცხავს იმ „წმინდა ადგილის“ აღნიშვნასაც, რომელიც გამოყოფილია ქურუმებისათვის აღნიშნული რიტუალის შესასრულებლად (ან ლოცვის წარმოსატქმელად). წარწერის ასეთი გაგება საესეებით ემთხვევა გ. წერეთლის მიერ მოწოდებულ მნიშვნელობებსაც („შესაწირი“, „სამსხვერპლო“), მაგრამ თვით სიტყვის გიორგი წერეთლისეული წაკითხვა (*dyry*) განსხვავებულია ჩვენი წაკითხვისაგან (*dwrn*, ან *dwkn*). განსხვავებულია *dyry* სიტყვის მნიშვნელობაც („ჩემი მონასტერი“, ან „მონასტრისეული“).

ისმის კითხვა: რასთან გვაქვს აქ საქმე, „შესაწირთან“, ე. ი. შეწირვის ობიექტთან, თუ შეწირვის ადგილთან („სამსხვერპლოსთან)? ან იქნებ აქ ივარაუდება „წმინდა ადგილი“ სამლოცველოში (ან თვით სამლოცველო)? ეს იმას ნიშნავს, რომ გასარკვევია ქვევრის წარწერის დანიშნულება: იგი მიუთითებდა იმაზე, რაც ამ ჭურჭელში ინახებოდა (შესაწირავი), თუ იმაზე, ვის ან რას ეკუთვნოდა იგი („წმინდა ადგილი“, სამლოცველო).

წარწერის თარიღი პალეოგრაფიული თვალსაზრისით, როგორც ეს შეუნიშნავს გ. წერეთელი, თავსდება არქეოლოგთა მიერ მოწოდებული თარიღის ფარგლებში II—IV სს. [1, გვ. 55]. ვფიქრობთ, იგი თავისუფლად შეიძლება მივაკუთვნოთ ახ. წ. II ს-ს (ე. ი. ბილინგვის დაწერის ხანას).

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

გ. წერეთლის სახელობის აღმოსავლეთმცოდნეობის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 22.4.1988)



К. Г. ЦЕРЕТЕЛИ (академик АН ГССР)

## АРАМЕЙСКАЯ НАДПИСЬ ИЗ УРБНИСИ

## Резюме

При раскопках городища Урбниси (Вост. Грузия) были обнаружены обломки кирпичей и черепки от винных кувшинов, среди которых особый интерес представляет черепок от винного кувшина с арамейской надписью. Последняя представляет собой слово из четырех букв, письмо которой, как это было замечено Г. В. Церетели, явно армазское и как по археологическим, так и по палеографическим данным следует отнести ко II в. н. э. Мы считаем возможным представить два варианта дешифровки надписи: *dwrn* «жертва; преподношение богу» (ср. иуд.-арам. *dwrw* < греч. *δῶρον*) и *dwkn* «место, где происходит жертвоприношение» (ср. иуд.-арам. *dwkn*). Таким образом, надпись указывает или на объект жертвоприношения (*dwrn*), который содержался в кувшине, или же на принадлежность кувшина ритуальному месту *dwkn*). На том же фрагменте кувшина имеются знаки, обозначающие число 11 (вес или «инвентарный» номер).

## LINGUISTICS

K. G. TSERETELI

## THE ARAMAIC INSCRIPTION FROM URBNISI

## Summary

In the course of excavations at Urbnisi (eastern Georgia) a fragment of a pitcher was found with an Aramaic inscription (one word consisting of four letters) in Armazic Aramaic script. It can be attributed to the II century A. D. The inscription can be read in two ways: *dwrn* (sacrifice; present to the God), or *dwkn* (place for the sacrifice). Thus, the inscription points either to the object of the sacrifice (*dwrn*), or to the pitcher being the accessory of the ritual place *dwkn*.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ლ. ქილაშვილი. ნაქალაქარი ურბნისი. (ისტორიულ-არქეოლოგიური გამოკვლევა)-თბილისი, 1964.
2. ბ. წერეთელი. არმაზის ბილინგვა. ენიმეს მოამბე, XIII, 1942.
3. Franz Altheim, Ruth Stiehl. Die zweite (aramäische) Inschrift von Mchjet'a. "Forschungen und Fortschritte", B. 35, Hf. 6, Juni 1961, Berlin.
4. J. Levy. Chaldäisches Wörterbuch über die Targumim, B. I. Köln, 1959.
5. ფსალმუნის ძველი ქართული რედაქციები X—XIII საუკუნეთა ხელნაწერების მიხედვით. გამოსცა მზექალა შანთქემ. ტ. I. ტექსტი. თბილისი, 1960.
6. Aramaic Handbook, ed. by Fr. Rosenthal. Vol. I, fasc. 2, Wiesbaden, 1967.
7. Charles-F. Jean, Jacob Hoftijzer. Dictionnaire des inscriptions sémitiques de l'ouest. Livr. I—II, Leiden, 1960.

Ц. Г. ЧАХНАШВИЛИ

## ОБ ОДНОМ КАРТВЕЛО-БАСКСКОМ СРАВНЕНИИ ЯНА БРАУНА

(Представлено академиком Ш. В. Дзидзигури 29.2.1988)

Обосновывая и развивая положение о наличии фонетического соответствия: баск. (s-) — карт. (t-) в начале слова, Ян Браун среди других своих сравнений приводит следующее:

Баск. *saṃar* «пучок волос и волосяного покрова, шерсть (животных); копна волос» — картв. груз. *tma* (по Брауну  $+tama$ ) «волосы», чан. *toma* (1) «волосы», сван. *pa-tw* «волосы» [1].

У Г. А. Климова [2] находим:  $+tma-$  «волос(ы)»; груз. *tma* «волос(ы)», мегр. *toma-*, мн. *tomal-*; чан. (n) *toma* — мн (n) *tomal* — «волос(ы), шерсть, перья», откуда видна допустимость того, что значение «шерсть», возможно, было в данном комплексе не менее древним, чем «волос», и то же видно по значению баскского слова.

В этой же статье своего словаря Г. А. Климов отмечает, что ввиду семантики данной основы в чанском языке исходное праязыковое ее значение было, возможно, «волосяной покров» (мы бы сказали, «волосы как человека, так и животного»).

Важно также, что ход мыслей Г. А. Климова не противоречит в данном случае реконструкту или исходной форме типа  $+tama$  (что так согласуется с баскской формой). Ср. «Остается неясным, имеем ли мы здесь дело с преодолением согласного комплекса *tm* лабиальным или с утратой в грузинской форме (a)  $+(tama \rightarrow tma-)$ , которому закономерно отвечает занское (O)» [2]. Ср. у акад. А. С. Чикобава: «Чан. *toma* — «волос, шерсть (животных)»; мегр. *tom-a* «волос, шерсть (животных)»; груз. *tm-a* «волос»... Чанская и мегрельская основа *tom* — позволяет нам предполагать для грузинского *tam-*; (a) эта основа потеряла при присоединении к ней суффикса  $-a$  (n/1): *tam -a* (n/1)  $\rightarrow tm -a$  (n/1) [3].

Наконец, в исходе привлеченной Брауном баскской формы имеем -ag, т. е. элемент, который многие исследователи интерпретируют как исторический показатель множественного числа [4], что особенно важно, поскольку, во-первых, речь идет о предмете явно собирательного характера — плюральном денотате, а во-вторых, аналогичный и притом колеблющийся исход отмечается как раз в занских формах множественного числа у Климова же (см. выше).

Приведенное сравнение Брауна, поскольку оно вписано в целый ряд других под указанным соответствием, во-первых, может быть отнесено к числу наиболее надежных и показательных, а во-вторых, принадлежит, несомненно, к наиболее разработанной части баскско-картвельской области сравнений.

Вместе с тем, очень многое в этой связи остается неясным, порождает всевозможные вопросы и во всяком случае здесь очевидна желательность любых уточнений и дополнительных материалов, особенно с семантической стороны. Как раз некоторые такие дополнения или уточнения мы и намереваемся дать в этой статье.

Если мы допустим для указанного картвельского прототипа исходное значение «шерсть», то на первый взгляд это будет противоречить тому факту, что для пракартвельского реконструируется другая

основа с этим значением: +mäṭq̄l — «шерсть (овцы), руно»; груз. maṭq̄l — «шерсть (овцы)»; мегр. monṭq̄or —; чан. monṭq̄o (r) —; сван. mäṭq̄ —, maṭq̄—[2]. Но, как считают, эта основа была связана с другой +ṭq̄aw — «шкура» [5]. В качестве обозначения слабого волосяного покрова человека и шерсти домашних животных (собаки, коровы, козы) в грузинском известно слово balani и существует еще термин beṭw, который связывается, например, с верблюдом, оленем и Н. Я. Марру был известен в значении «ресница, волосок» [6]. Кроме того, в грузинском существует слово banṭwli, применимое к животным с косматой шерстью и к человеку с густыми волосами на теле, и все это, а также множественность таких специальных грузинских терминов, как ṭanṭzi, ṭiswi, и т. п., показывает, что речь идет о языках народов, издревле занимавшихся и специализировавшихся на овцах и других животных, а это придает поднятой Брауном проблеме особую важность и перспективность, а с другой стороны, чрезвычайно ее осложняет. Здесь было бы исключительно важно и интересно рассмотреть весь соответствующий занский и сванский материал, но мы пока что лишены этой возможности.

Обращаясь к баскскому, мы обнаруживаем прежде всего тот факт, что наиболее известные обозначения человеческого волоса ille, ule, eile, ileki одновременно обозначают шерсть (всякого животного) и здесь показательны также следующие термины: ardile, artille, artule «шерсть овцы», где первым компонентом является ardi «овца», aṣurtile, arkumile, bildotsille «шерсть ягненка» и т. п. [7]. Именно компонент ille включают и многие другие баскские обозначения шерсти типа illari «клубок шерсти», которые приводятся под lana в [7] же и которые также (и уже) говорят о басках как о народе древнейших овцеводов и животноводов. Поскольку баск. ille обозначает не только слабый волосяной покров на теле человека, но и вообще все его волосы, а также шерсть, оказывается, что дистрибуция соответствующих значений по лексемам в нынешнем баскском имеет существенно иной характер, нежели в картвельских языках.

Уже в [7] под lana «шерсть» находим, однако, привлеченное Брауном слово samag. Здесь же под pelo (т. е. в значении «волос вообще» и «волос человека») находим гип. ṭiṭa, несомненно, того же происхождения, так как (ṭ) в баскском, заменяя (s-), показывает уменьшительность и постоянно просто употребляется вместо (s-). В словаре [8] для слова samag дается под номером 4. значение «состриженная шерсть, густой волос, космы и комки состриженной шерсти». Это значение для данного слова является, несомненно, важнейшим и древнейшим, а все остальные, приводимые здесь же, являются либо производными от данного, либо же относятся, строго говоря, к омонимам. В качестве первого значения для samag здесь приводится «куртка из грубой шерсти». В самом основополагающем из словарей [9] для того же слова samag в качестве третьего номера (для обоих наваррских ареалов, что соответствует и указанию [7]) находим «запутанный клок шерсти или волос, космы, шерсть мелко-рогатого скота, собранная вместе шерсть одной стрижки и т. п.». Здесь же под одиннадцатым номером обнаруживаем сул. «грива». Под ṭamagga здесь дается под номером 2 «мужская куртка». Однако из этимологических разъяснений данного источника видно, что в этом значении, а также в значении «кожа» данное слово может восхо-

дить к араб. сапмог «мужская блуза, грубая куртка», которое отразилось и в исп. *šamağa* с тем же значением<sup>1</sup>.

Оставляя в стороне все, что может иметь арабское происхождение, а также возможные производные и т. п., мы из этого все же получаем несомненный наваррский реликт *šamağ* с древним значением «шерсть (овцы, козы)», а с подключением сул. *šamağ* «грива» и *šita* «волосы» в [7] — праформу с чередующимся первым гласным и со значением не только «шерсть», но и «волосы на голове человека», причем чередование гласных (а/и) напоминает явление грузино-занского вокализма. Такое значение, как полагаем, было и у исходного пракартвельского коррелята.

Таким образом, как значение «волосы на голове», соответствующее основам в грузинском и мегрельском, так и «шерсть» в чанском должны восходить одинаково к значению этой основы в пракартвельском. На картвело-баскском уровне в этой основе соединялись по каким-то причинам значения «шерсть» и «волосы на голове» в оппозиции, вероятно, к другому комплексу, типа совр. груз. *balani*, где должны были соединиться значения «волосы на теле человека» и «шерсть нешерстных животных». Очевидно, что такая оппозиция семантических комплексов может существовать только у овцеводческого народа. Очевидно также, что семантическое развитие внутри данной основы в картвельских языках было связано с появлением специального обозначения для шерсти овец *+mağ q1*, производного от *+tqaw* «кожа».

Тбилисский государственный университет

(Поступило 4.3.1988)

შენათმეცნიერება

ც. ჩახნაშვილი

იან ბრაუნის ერთი ქართველურ-ბასკური შედარების შესახებ

რეზიუმე

სტატიაში მოცემულია ზოგიერთი დამატება და დაზუსტება იან ბრაუნის ერთ-ერთი ქართველურ-ბასკური შედარებისათვის.

LINGUISTICS

Ts. G. CHAKHNASHVILI

ABOUT ONE KARTVELO-BASQUE COMPARISON OF JAN BROWN

Summary

A Kartvelo-Basque comparison of Jan Brown is precisied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Jan Braun, *Iker*—I, Bilba, 1981.
2. Г. А. Климов. Этимологический словарь картвельских языков. М., 1964.
3. А. С. Чикобава. Чанско-мегрельско-грузинский сравнительный словарь. Тбилиси, 1938.
4. А. Товар. W von Wartburg zum 70 Geburstag (18 mai 1958), Tübingen, 1958.
5. G. Deeters. *Gorolla linguistica* Wiesbaden, 1955.
6. Н. Я. Марр. Избранные работы, т. V. Л., 1935.
7. P. Múgica Berrondo. *Diccionario Castellano—Vasco*, Bilbao, 1965.
8. X. Kintana *eta col.* *Hiztegia* 80, Bilbao, 1980.
9. R—m. De Azkue. *Diccionario Vasco—español—francés*, 2—ed., II, Bilbao, 1969.

<sup>1</sup> Здесь, как в картвельском мире, прослеживается близость этимонов «шерсть» и «кожа», но эта близость в данном случае может быть и случайной.



თ. თოღაშა

არინანს „პერიპლუსის“ შრამი და ლამი ტერმინების  
განმარტებისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ა. აფაქიძემ 22.5.1988)

ახ. წ. II ს. პირველი ნახევრის შავიზღვისპირეთის სანაპიროების ეკონომიკურ-პოლიტიკური მდგომარეობის გასათვალისწინებლად დიდი მნიშვნელობა ენიჭება არიანს „პერიპლუსის“ [1] ყოველ ცნობასა თუ ტერმინს და მათ სწორ გაგება-განმარტებას. ამჟამად ჩვენ „პერიპლუსის“ შრამი და ლამი სიტყვები გვაინტერესებს, რომლებიც სხვადასხვა ტიპის ნავსადგურთა აღმნიშვნელ ტერმინებად გამოიყენება.

„პერიპლუსის“ მე-12 პარაგრაფში არიან წერს, რომ Καλιης ლამი არის ამგვარი ადგილი და ისეთივე შრამი, „მასში ცივი და წმინდა წყლის წყაროა, რომ ზღვასთან არის ხომალდების ასაგებად გამოსაყენებელი ტყე“. არიანს მიერ ორივე სიტყვის ერთდროულად ხმარება ერთი და იმავე ადგილის მიმართ შემთხვევითი არ არის და ამ ტერმინებში გარკვეული შინაარსია ჩადებული. ხსენებული სიტყვების შინაარსის ახსნას არიან თვითონვე გვთავაზობს მე-16 პარაგრაფში, სადაც საუბარია ტრაპეზუნტის ნავსადგომის შესახებ. არიან წერს: „აქ შენი ბრძანებით კეთდება ნავსადგური (ლამენა). ძველად კი აქ იყო სადგომი ხომალდათათვის (შრამი), რომელიც აქ შემოდირდნენ ზაფხულობით“. ტექსტში ლამი არის ნავსადგური, რომელიც ადამიანის მიერაა აშენებული, მაშინ როცა შრამი არის ადგილი, სადაც ხომალდებს ლუზაზე დადგომა შეეძლოთ კარგი ამინდის შემთხვევაში და ისეთი სადგომი, რომელიც შესაძლოა ლამი-ად გადაკეთებულიყო. როგორც ირკვევა, აღრიანემდე ტრაპეზუნტში კეთილმოუწყობელი „ნავსადგური“ ყოფილა. ამიტომაც იმ დროს აქ რომაელთა მცირერიცხოვანი გარნიზონი იდგა, ხოლო ნავსადგურის აშენების შემდეგ რომაელებმა ტრაპეზუნტში I პონტიური ლეგიონი ჩააყენეს [2]. ტრაპეზუნტში კარგად გამართული ნავსადგურის აშენების შემდგომ შეიმჩნევა სწორედ სამოსატა — მელიტენე — სატალა — ტრაპეზუნტის სავაჭრო მაგისტრალის გამოცოცხლება [3].

ტრაპეზუნტის შრამი მსგავსი ნავსაყუდელი უნდა ყოფილიყო არიანს დროს პიტიუნტშიც (შრამი ἐν Πιτυνται), რომელიც შეიძლება ლამი-ად გადაკეთებულიყო. მართლაც, II—III სს. ბიჭვინტაში შესაძლებელი გამხდარა ლამი ტიპის ნავსადგურის აშენება. ახ. წ. III ს. შუა ხანებში, ზოსიმეს სიტყვით. ბიჭვინტას უკვე ჰქონდა „კარგად მოწყობილი ნავსადგური“ (Zosim. Hist. nova, I, 31—32).

არიანე არაფერს ამბობს დასავლეთ საქართველოს მეორე მნიშვნელოვანი პუნქტის — სეზასტოპოლისის ნავსადგურის ავკარგიანობის შესახებ, მაგრამ ის გარემოება, რომ იქ „დიოსკურიიდან პიტიუნტში ნავსადგომი ყოფილა“, არიანე სეზასტოპოლისში ლამი უნდა გულისხმობდეს. ამას მხარს უჭერს ანო-

ნიმი გეოგრაფოსის-ცნობაც. ანონიმი წერს: „მდინარე ასტელეფიდან ქალაქ დიოსკურიამდე, რომელსაც ნავსადგური აქვს (λαγήνα ξεχασαν) და რომელსაც ახლა სებასტოპოლისი ეწოდება: (Ανον. PPE, 6). მოტიანილი ცნობიდან ჩანს, რომ ამ დროს სებასტოპოლისის ჰქონია ლაგუნის ტიპის ხომალდთსადგომი. არიანეს დროს სებასტოპოლისში ხელოვნური ნავსადგურის არსებობა არქეოლოგიური მონაცემებითაც დასტურდება. 1896 წ. სანაპიროს მშენებლობისას სოხუმის ციხის ტერიტორიაზე შემთხვევით აღმოჩნდა ნავსადგურის დამცავი ქვის ჯებირის ნაშთი [4], რომლის აშენება არიანეს მეცადინეობას უნდა მიეწეროს. ამას მოწმობს ჯებირის კედლის წყობაში დაფიქსირებული კირქვის ფილა წარწერით HADR. PER. FL. A. LEG, რომელიც აშკარად მიუთითებს დიოსკურიამში არიანეს მიერ ჩატარებული სააღმშენებლო საქმიანობის შესახებ [5].

არიანესთან ზრმის და ლაგუნ ტერმინებს რომ სხვადასხვა მნიშვნელობა აქვს, ეს კიდევ უფრო მკაფიოდ ჩანს აბუნოტიეხოსის ნავსადგომის მაგალითზეც. მე-14 პარაგრაფში ავტორი საუბრობს მის შესახებ როგორც ხომალდებისათვის არასაიმედო (ὁὐκ ἀσφαλής) სადგომზე, ვინაიდან გემებს შეეძლოთ აქ უვნებლად ყოფნა სუსტი ღელვის დროს. შემდგომ იმავე პარაგრაფში არიანე აღნიშნავს, რომ სწორედ კინოლოისი არის ისეთი ადგილი, სადაც შესაძლოა ხომალდების დგომა უხიფათოდ წელიწადის განსაზღვრულ დროს, ე. ი. ზაფხულის პერიოდში. მართალია, აქ ორივე სიტყვა ერთნაირი მნიშვნელობით იხმარება, მაგრამ თუ გავითვალისწინებთ იმ ფაქტს, რომ ეს ორი სიტყვა უშუალოდ ერთმანეთს მოსდევს, შესაძლოა არიანე ვარაუდობდა ზრმის არსებობას კინოლოისთან. გარდა ამისა, ორსავე შემთხვევაში ზრმის-ად წოდებული ადგილები ხომალდებისათვის საიმედო არ ყოფილა (ὁὐκ ἀσφαλής), ვინაიდან იქვე არიანე ახსენებს ზრმის Στεφάνης და დასძენს, რომ იგი საიმედო სადგომია გემებისათვის (ზრმის ναυσίην ἀσφαλής).

საინტერესოა, რომ არიანე ანალოგიურ ტერმინს იყენებს ფაზისის „ნავსაყუდელის“ მიმართაც. ის წერს: „რადგან ნავსადგომი უშიშარი, საიმედო თავშესაფარი (τὸν ზρμιον ἐχρήην ἀσφαλής) უნდა ყოფილიყო ხომალდთათვის... გადავწყვიტე, რომ გამეყვანა თხრილი, რომელიც გარს შემოუვლიდა ნავსაყუდელს“ (PPE, 9). როგორც ჩანს, არიანემდე ფაზისის „ნავსადგური“ თუ „ნავსადგომი“ არასაიმედო (ხმელეთის მხრიდან) ყოფილა, რომელიც არიანეს „მეცადინეობით“ გამხდარა უხიფათო ἀσφαλής „სადგომი“ ხომალდთათვის.

ამრიგად, არიანე ხმარობს სიტყვა ზრმის და ამ ტერმინით აფასებს ადგილს, რომელიც წარმოადგენდა საიმედო თუ არასაიმედო (როგორც ზღვიდან, ისე ხმელეთის მხრიდან) სადგომს გემებისათვის. ორსავე შემთხვევაში ადგილები, ზრმის-ად სახელდებული, ადამიანთა შრომის შედეგად კი არ იყო მოწყობილი, არამედ წარმოადგენდა ბუნებრივ ნავსაყუდელს, რომელიც შეიძლებოდა საბოლოოდ გადაკეთებულიყო ხელოვნურ ნავსადგურად, რასაც არიანე ლაგუნ უწოდებს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 ივ. ჯავახიშვილის სახ. ისტორიის, არქეოლოგიისა და  
 ეთნოგრაფიის ინსტიტუტის არქეოლოგიური კვლევის ცენტრი

(შემოვიდა 22.6.1988)





УДК 902.6(47.922)

АРХЕОЛОГИЯ

Н. Э. ШАНШАШВИЛИ

## ЗНАКИ И СИМВОЛЫ НА ГЛИНЯНОЙ ПОСУДЕ КУРО-АРАКСКОЙ КУЛЬТУРЫ

(К интерпретации знаков на миске из Озни)

(Представлено членом-корреспондентом Академии О. М. Джапаридзе 20.1.1988)

На территории Грузии обнаружено несколько сосудов куро-араксской культуры, орнамент которых отличается от традиционного. Орнамент этих сосудов не имеет ритма и повторяемости элементов. Видимо, эта посуда изготовлялась для определенной цели, а знаки имели не только декоративное назначение.

Один из таких сосудов — миска из Озни, обнаружена в 1947 г. на глинобитной площадке, которую руководитель раскопок Б. А. Куфтин считал святилищем [1]. На миску первым обратил внимание Б. А. Куфтин; он считал, что на ней изображены пиктографические знаки, похожие на протоэламские [1]. Г. Гобеджишвили считал, что эти знаки имеют сходство с хетто-лувийским иероглифическим письмом, а надпись на миске сделана табальской письменностью [2]. Пиктографическими знаками считали их К. Х. Кушнарева и Т. Н. Чубинашвили [3].

Четыре знака с миски из Озни встречаются в орнаменте куро-араксской керамики. Эти знаки-символы расположены подряд (рис. 1—4), за ними следует группа знаков, которая положена т. н. квадратом (рис. 5—7). Таким квадратом располагались иероглифы в древних письменностях, в частности древнеегипетские [4]. Именно эти знаки имеют большое сходство с древними иероглифическими письменностями, в которых они имели приблизительно одно и то же значение. Например, знак 6 имеет аналогию в хетто-лувийской иероглифической письменности и обозначает дорогу [5]. Очень похожий на этот знак в египетской иероглифической письменности обозначает глагол «идти» [6]. Знак 7 также схож со знаком в хеттской иероглифической письменности и означает «дом» [5]. Спираль, знак 5 в обоих вышеуказанных письменностях имеет фонетическое значение [5].

Первые четыре знака-символа встречаются в орнаменте куро-араксской керамики. Двойная спираль на треугольнике имеет аналогию из Пулура, где этот символ имеет антропоморфный облик [7]. Иногда встречаются изображения двойной спирали из прямоугольника [8] или двух соединенных вершинами треугольников [3].

В древних изобразительных традициях треугольник символизировал женское начало, плодородие, рождаемость. В шумерской иероглифической письменности треугольник, из которого вырастает растение, считался символом рождения [9]. В хетто-лувийской иерогли-



фической письменности двойная спираль означала «большой, великий», а треугольник — «добро, благо, богатство» [5]. Для нас особый интерес представляет именно хетто-лувийская иероглифическая письменность, так как Анатолия территориально и культурно близка к Закавказью. Однако эти аналогии могут играть лишь вспомогательную роль.

Спираль на треугольнике хеттскими иероглифами может быть интерпретирована как «великое благо», что по хеттским ритуальным текстам соответствует священному руно [10], а священное руно имеет отношение к умирающему и воскресающему богу плодородия Телепинусу [10].

Вообще изображение двойной спирали очень часто встречается в куро-араксской культуре. Консервативность, многообразие и территориальная распространенность позволяют предполагать, что двойная спираль — символ верховного божества, а двойная спираль на треугольнике — один из многочисленных знаков-символов того же божества.

Изображенная на миске из Озни двойная птица также встречается в орнаменте куро-араксской культуры [11]. Вообще птицы часто изображались на керамике отдельно или парно [3].

На керамике куро-араксской культуры повсеместно изображена птица одного типа — длинношеяя, длинноногая, с треугольным туловищем. Это изображение имеет большое сходство с аистом, который до сих пор пользуется большим почетом у сельского населения Малой Азии. По представлениям многих народов, аист символизировал плодородие, с прилетом аистов связывалось наступление весны. По армянской мифологии аист — это птица Ара прекрасного — умирающего и занового возрождающегося персонажа. Аист в своей стране являлся земледельцем, в какое-то определенное время у него отрастали крылья и он летел в Армению, а во время возвращения на родину он убивал одного из своих птенцов — приносил его в жертву богу.

Аист почитался также среди иранского населения Средней Азии. По веропретставлениям бухарских узбеков, аисты в свою страну летят осенью, там умирают, а весной в Бухару на прежние гнезда возвращаются их дети.

По представлениям древних народов и по этнографическим данным, птица часто олицетворяла душу умершего [12]. По-видимому, перелет аистов на родину можно перефразировать как перелет душ предков на первородину, в потусторонний мир. Возможно, аисты символизировали души предков. Их перелет на родину — это возврат в вечную обитель, где они обитают в человеческом облике.

На керамике куро-араксской культуры птицы часто изображались вместе с двойной спиралью, что, видимо, означало их зависимость от верховного божества.

По грузинскому фольклору, вершители судеб («бедисмцერлеби») фигурируют в образе птиц. Они зависят от верховного божества [13]. Видимо птицы, изображенные вместе с двойной спиралью, имеют аналогичное значение.

Изображение птиц чаще всего встречается в святилищах и в могилах. По мнению Л. Глонти, эти изображения имеют отношение к культуре предков [14].

Видимо, птицы олицетворяли души предков и являлись посредниками между земными жителями и верховным божеством.

Два схожих знака (рис. 1 и 3), возможно, символизировали вечное движение. Вероятно, знак, обращенный влево, обозначал движе-

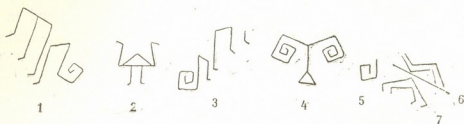


Рис. 1

ние космической птицы на запад, в вечную обитель, а знак вправо — в настоящее, в земную обитель.

Таким образом, четыре знака-символа, встречающиеся в орнаменте куро-араксской керамики (рис. 1—4), могут быть осмыслены как символы верховного божества, который ведает как небесами, так и подземельем, чьим посредником является космическая птица, олицетворяющая души предков.

В целом, знаки, изображенные на миске из Озни, можно прочесть следующим образом: «Дорога Великого Бога в храм».

Академия наук Грузинской ССР  
Центр археологических исследований  
Института истории, археологии  
и этнографии  
им. И. А. Джавахишвили

(Поступило 28.1.1988)

არქეოლოგია

### ბ. შანუაშვილი

ნიშნები და სიმბოლოები მტკვარ-არაქსის კულტურის კერამიკაზე

#### რეზიუმე

განხილულია სოფ. ოზნისთან აღმოჩენილ თიხის ჯამზე გამოსახული ნიშნები. ნიშნები 1—4 მსგავსებას იჩენს მტკვარ-არაქსის კულტურის კერამიკის დეკორთან. ნიშნები 5—7 კი ახლო პარალელებს პოულობენ უძველეს იერო-გლიფურ დამწერლობებთან. ჩვენი აზრით, ოზნის ჯამზე გამოსახული ნიშნები შემდეგნაირად შეიძლება იქნეს გააზრებული: „უზენაესი ღვთაების გზა ტაძრისაკენ“.

N. E. SHANSHASHVILI

 SIGNS AND SYMBOLS ON CERAMICS OF THE  
 KURA-ARAKS CULTURE

## Summary

The paper deals with signs inscribed on the bowl found in v. Ozni. Signs 1-4 seem to resemble the ceramic decor of the kura-Araks culture, whereas signs 5-7 have much in common with ancient hieroglyphic writings. It is suggested that these signs mean: Great God's way to the temple.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. А. Куфтин. Археологические раскопки 1947 года в Цалкинском районе. Тбилиси, 1948.
2. გ. გობეჯიშვილი. არქეოლოგიური გათხრები საბჭოთა საქართველოში, თბილისი, 1952.
3. К. Х. Кушнарера, Т. Н. Чубинишвили. Древние культуры Южного Кавказа (V—III тыс. до н. э.). Л., 1970.
4. А. А. Волков. Грамматология. М., 1982.
5. И. М. Дунаевская. Язык хеттских иероглифов. М., 1961.
6. М. И. Коростовцев. Египетский язык. М., 1961.
7. А. Р. Демирханян, Б. А. Фролов. ИФЖ АН АрмССР, № 3, 1986.
8. Р. М. Мунчаев. Древнейшая культура Северо-Восточного Кавказа. М., 1961.
9. А. Р. Демирханян. ИФЖ АН АрмССР, № 4, 1982.
10. М. Рорко. Mitologia hetyskey Anatolii, Warszawa, 1980.
11. ზ. ჯ. ხანტიშვილი. რამისი IV სტრატის 1969.
12. В. В. Иванов. Метаморфозы. Мифы народов мира. т. II. М., 1980.
13. ქართული ხალხური ზღაპრები. თბილისი, 1974.
14. „ქვემო ქართლის არქეოლოგიური ექსპედიციის შედეგები“. თბილისი, 1977.



## საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიაში В АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР

სესიები, კონფერენციები, თათბირები  
СЕССИИ, КОНФЕРЕНЦИИ, СОВЕЩАНИЯ

12—17 აპრილს თბილისში სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კავშირების 1988 წლის გეგმის მიხედვით საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორიის ქალაქის განყოფილებაში „ინტერკოსმოსის“ პროგრამით ჩატარდა სოციალისტური ქვეყნების თანამშრომლობის „კოსმოსური პლაზმა“ მუდმივმოქმედი მუშა ჯგუფის 22-ე თათბირი. თათბირი ჩაატარა სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის კოსმოსური გამოკვლევების ინსტიტუტმა და „ინტერკოსმოსის“ საბჭომ საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აბასთუმნის ასტროფიზიკურ ობსერვატორიასთან ერთად.

С 12 по 17 апреля в Тбилиси, в Городском отделении Абастуманской астрофизической обсерватории АН Грузинской ССР, в соответствии с Планом международных научно-технических связей на 1988 г. состоялось XXII совещание Постоянной рабочей группы социалистических стран «Космическая плазма» в рамках программы «ИНТЕРКОСМОС». Совещание было организовано Советом «ИНТЕРКОСМОС» и Институтом космических исследований АН СССР совместно с Абастуманской астрофизической обсерваторией.

26—29 აპრილს აბასთუმნის ობსერვატორიის თბილისის განყოფილებაში ჩატარდა სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის ასტრონომიული საბჭოს სექციის „მზე“ მუშა ჯგუფის სემინარი „რხევები და ტალღები მზეზე“, რომელიც მიეძღვნა მზის ფიზიკაში ექსპერიმენტული და თეორიული გამოკვლევების უახლესი შედეგების მიმოხილვას.

С 26 по 29 апреля в Тбилиси, в Городском отделении Абастуманской астрофизической обсерватории был проведен очередной 4-й Всесоюзный семинар Рабочей группы «Колебания и волны на Солнце» секции «Солнце» Астрономического совета АН СССР, целью которого являлось обсуждение новейших результатов в области физики Солнца.

В работе семинара приняли участие около 70 ведущих ученых и специалистов в области астрофизики, астрономии, геофизики, физики плазмы и математики из ряда научных учреждений Советского Союза.



6—8 სექტემბერს ობსერვატორიაში შედგა სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის ასტრონომიული საბჭოს სექციის „მზე“ მუშა ჯგუფის თათბირ-სემინარი „მზის რადიაცია და აგებულება“.

სემინარზე აღნიშნული იყო აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორიის მეცნიერ თანამშრომელთა სულ უფრო მზარდი წვლილი მზის ფიზიკის შესწავლაში, ახალი, აქტუალური ამოცანების დასმისა და გადაწყვეტილებაში.

С 6 по 8 сентября в Абастуманской астрофизической обсерватории состоялся очередной Всесоюзный семинар-совещание Проблемно-тематической группы «Радиация и строение Солнца» секции «Солнце» Астрономического совета АН СССР.

Совещание отметило возрастающий вклад астрономов Абастуманской астрофизической обсерватории в исследования по солнечной физике, постановке новых актуальных задач.

2—8 ოქტომბერს ქ. ბორჯომში მიმდინარეობდა საერთაშორისო სიმპოზიუმი „მათემატიკური მოდელები მიწისძვრის პროგნოზში“.

სიმპოზიუმის მუშაობაში მონაწილეობდა 80 მეცნიერი, მათ შორის 35 საბჭოთა კავშირის სხვადასხვა ქალაქიდან და 16 უცხოელი. მოსმენილ იქნა 40 მოხსენება. მიღებულია გადაწყვეტილება ძლიერი მიწისძვრების პროგნოზის და სეისმური პროცესის სივრცით-დროითი სტრუქტურის რაოდენობრივი ანალიზისათვის თანამედროვე ფიზიკის მიღწევების გამოყენება, განსაკუთრებით დისიპატიური პროცესებისა და მოუწესრიგებელი გარემოს თეორიები.

2—8 октября в г. Боржоме был проведен международный симпозиум «Математические модели в прогнозе землетрясений». В работе симпозиума приняли участие 80 ученых — 35 из разных городов Советского Союза и 16 зарубежных. Было заслушано 40 докладов. Симпозиум наглядно продемонстрировал необходимость применения достижений современной физики, в особенности теорий диссипативных процессов и неупорядоченных сред, для количественного анализа пространственно-временной структуры сейсмического процесса и прогноза сильных землетрясений.

17—22 ოქტომბერს ქ. სოხუმში ჩატარდა ამიერკავკასიის საკოორდინაციო თათბირი 0.50.01 პრობლემის (დედამიწის სიღრმული აგებულება) მიხედვით. თათბირში მონაწილეობდა 26 მეცნიერი, მათ შორის 12 საბჭოთა კავშირის სხვადასხვა ქალაქიდან. მოსმენილ იქნა 12 მოხსენება. მიღებულია გადაწყვეტილება: განზოგადდეს პალეომაგნიტური გამოკვლევების შედეგები კავკასიაში, შეიქმნას პალეომაგნიტური მონაცემების ბაზა აქტიური და არააქტიური რღვევების გადანაცვლების მიზნით.

17—22 октября в г. Сухуми состоялось координационное совещание Закавказских республик по проблеме 0.50.01 и Кавказского регионального центра. В работе совещания приняли участие 26 ученых, из них 12 из разных городов Советского Союза. Было заслушано 12 докладов. Было принято постановление обобщить результаты палео-

მაგნიტურის მკვლევარების კავკასიაში 1992 წ. ს მონაწილეობით გი ან აზსსრ, იგის ან არმსსრ, კიმსა, ტგუ, შექმნილია პალეომაგნიტურის მონაცემების და  $\gamma$ -ძოლი კავკასიაში 1992 წ. ს მონაწილეობით აქტიური და ინაქტიური მკვლევარების.

15—18 ნოემბერს თბილისში მიმდინარეობდა გაერთიანებული სიმპოზიუმი და გლობალური პროცესების ურთიერთკავშირი ატმოსფეროსა და ჰიდროსფეროში“ (КАПГ-ის ხაზით).

სიმპოზიუმის მუშაობაში მონაწილეობდა 87 მეცნიერი, მათ შორის 56 საბჭოთა კავშირის სხვადასხვა ქალაქიდან და 13 უცხოელი. მოსმენილ იქნა 94 მოხსენება. მიღებულია გადაწყვეტილება: გაძლიერდეს ყურადღება სამუშაოებზე, რომლებიც სრულდება „გლობალური ჯაჭვის“ პროგრამის ჩარჩოებში და ატმოსფერულ პროცესებზე ანტროპოგენული ზემოქმედების შესწავლისათვის.

15—18 ნოემბერს თბილისში კაპგ-ის ფარგლებში შედგენილია „საერთაშორისო სიმპოზიუმი „საერთაშორისო კავშირი რეგიონული და გლობალური პროცესების““. მონაწილეობდა 87 მეცნიერი, მათ შორის 56 საბჭოთა კავშირის და 13 უცხოელი. მოსმენილ იქნა 94 მოხსენება. მიღებულია გადაწყვეტილება: გაძლიერდეს ყურადღება სამუშაოებზე, რომლებიც სრულდება „გლობალური ჯაჭვის“ პროგრამის ჩარჩოებში და ატმოსფერულ პროცესებზე ანტროპოგენული ზემოქმედების შესწავლისათვის.

28 ნოემბრიდან 2 დეკემბრის ჩათვლით თბილისში ჩატარდა საერთაშორისო თათბირი „კოსმოსური სხივების კვაზიპერიოდული ვარიაციები“ (КАПГ-ის ხაზით).

თათბირში მონაწილეობდა 55 მეცნიერი, მათ შორის 40 საბჭოთა კავშირის სხვადასხვა ქალაქიდან და 6 უცხოელი. მოსმენილ იქნა 39 მოხსენება. დადგენილია კოსმოსური სხივების ფლუქტუაციის კვაზიპერიოდული ვარიაციების პლანეტაშორისო მაგნიტური ველის სტრუქტურის თავისებურებანი მზის აქტივობის სხვადასხვა ეპოქაში მსოფლიო ქსელის კოსმოსური სხივების მონაცემებით.

ს 28 ნოემბერს 2 დეკემბერს თბილისში კაპგ-ის ფარგლებში შედგენილია „საერთაშორისო კავშირი რეგიონული და გლობალური პროცესების““. მონაწილეობდა 87 მეცნიერი, მათ შორის 56 საბჭოთა კავშირის და 13 უცხოელი. მოსმენილ იქნა 94 მოხსენება. მიღებულია გადაწყვეტილება: გაძლიერდეს ყურადღება სამუშაოებზე, რომლებიც სრულდება „გლობალური ჯაჭვის“ პროგრამის ჩარჩოებში და ატმოსფერულ პროცესებზე ანტროპოგენული ზემოქმედების შესწავლისათვის.

28 ნოემბრიდან 1 დეკემბერამდე საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიკის ინსტიტუტში ჩატარდა ახალგაზრდა მეცნიერთა კონფერენცია. ინსტიტუტის ახალგაზრდა მეცნიერ-მუშაკების გარდა კონფერენციაში მონაწილეობდნენ მოსკოველი, კიეველი, მინსკელი, ნოვოსიბირსკელი ახალგაზრდა მეცნიერები.

კონფერენციის 4 დღის განმავლობაში მოისმინეს 44 მოხსენება. კონფერენციაზე წარმოდგენილი იყო შემდეგი ძირითადი თემატური მიმართულებები: ველის თეორია და ელემენტარული ნაწილაკების ფიზიკა, ბირთვის თეო-

რია და მაღალი ენერგიების ექსპერიმენტული ფიზიკა, ბიოფიზიკა. წაკითხულ იქნა აგრეთვე მოხსენებები პლაზმის ფიზიკაში, თხევადი ჰელიუმის ფიზიკაში, რადიაციულ მასალათმცოდნეობაში.

კონფერენციამ აჩვენა ინსტიტუტის ახალგაზრდობის მიერ წარმოდგენილი მოხსენებების მაღალი მეცნიერული დონე. ინსტიტუტის ახალგაზრდა მეცნიერთა საბჭომ ინსტიტუტის პრემიის მოსაპოვებლად მხარი დაუჭირა კონფერენციაზე წარმოდგენილ სამ ნაშრომს: „სუპერსიმეტრია და კვარკებისა და ლეპტონების რადიაციული მასები“ (გ. დვალი), „თავისუფალბოლოებიანი ინტეგრალური ფუნქციონალების მინიმზაციის ალგორითმი და მისი გამოყენება ზედენადი ჰელიუმის ფიზიკის ამოცანებში (ს. მიქელაძე) და „ინერტული შემანელებლების გავლენა ბირთვულ-ქიმიური პროცესების მიმდინარეობაზე“ (რ. სალუქვაძე).

С 28 ноября по 1 декабря в Институте физики АН ГССР проводилась конференция молодых ученых. Кроме молодых ученых института, в ней принимали участие молодые ученые из Москвы, Киева, Минска и Новосибирска.

На конференции было заслушано 44 доклада. Были представлены следующие основные тематические направления: теория поля и физика элементарных частиц, теория ядра и экспериментальная физика высоких энергий, биофизика. Были заслушаны также доклады по физике плазмы, физике жидкого гелия, радиационному материаловедению. Конференция показала высокий научный уровень представленных молодежью института работ.

Совет молодых ученых института поддержал представление трех работ на соискание институтской премии: 1) «Суперсимметрия и радиационные массы кварков и лептонов» (Р. Г. Двали), 2) «Алгоритм минимизации интегральных функционалов с незакрепленными концами и его применения в задачах физики сверхтекучего  $^3\text{He}$ » (С. В. Микеладзе), 3) «Влияние инертных замедлителей на течение ядерно-химических процессов» (Р. Г. Салуквадзе).

5—10 დეკემბერს თბილისში, ობსერვატორიის თბილისის განყოფილებაში მოეწყო სსრკ და ჩეხოსლოვაკიის სპეციალისტების თათბირი, მიძღვნილი „ინტერკოსმოსის“ პროგრამით ერთობლივი ექსპერიმენტის „ინტერშოკი“ წინასწარი შედეგების განხილვისადმი.

С 5 по 10 декабря в Тбилиси, в Городском отделении Абастуманской обсерватории было проведено Международное совещание по результатам советско-чехословацкого эксперимента «ИНТЕРШОК», проводимого по программе «ИНТЕРКОСМОС», посвященное изучению бесстолкновительных ударных волн в космической плазме.



მეცნიერთა იუბილეები  
ЮБИЛЕИ УЧЕНЫХ



საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსს **ირაკლი გრიგოლის ძე გვერდწითელს** 70 წელი შეუსრულდა.

Академику Академии наук Грузинской ССР **Ираклию Григорьевичу Гвердцители** исполнилось 70 лет.

ი. გვერდწითელი დაიბადა 1918 წ. 22 დეკემბერს ქ. თბილისში, მოსამსახურის ოჯახში. 1935 წ. დაამთავრა საშუალო სკოლა, ხოლო 1941 წ. — თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი ექსპერიმენტული ფიზიკის სპეციალობით. სხვადასხვა დროს მუშაობდა საქართველოს პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში (1941—1946 წწ.), ქ. მოსკოვის არაორგანული მასალების სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში (1952—1955 წწ.), სოხუმის ფიზიკა-ტექნიკის ინსტიტუტში (1946—1952 წწ.; 1955—1969 წწ.), ამასთან 1962—1969 წლებში იგი ამ ინსტიტუტის დირექტორი იყო. 1969—1976 წლებში ი. გვერდწითელი ხელმძღვანელობდა პოდოლსკის სამეცნიერო-კვლევით ტექნოლოგიურ ინსტიტუტს. 1976—1984 წლებში იყო საქართველოს სსრ მეცნიერებისა და ტექნიკის სახელმწიფო კომიტეტის თავმჯდომარე. 1978—1982 წლებში მოღვაწეობდა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ვიცე-პრეზიდენტის ოანამდებობაზე

ამჟამად ი. გვერდწითელი კომპოზიციური სისტემების ინსტიტუტის მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი და თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მიკროელექტრონიკის კათედრის პროფესორია. არის საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მათემატიკისა და ფიზიკის განყოფილების ბიუროს წევრი.

ი. გვერდწითელმა 1955 წ. დაიცვა საკანდიდატო, ხოლო 1961 წ. სადოქტორო დისერტაცია. 1967 წ. იგი აირჩიეს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტად, ხოლო 1979 წ. ამავე აკადემიის ნამდვილ წევრად.

ი. გვერდწითელი 300-ზე მეტი მეცნიერული შრომისა და 45 გამოგონების ავტორია. იგი გამოჩენილი სპეციალისტია სტაბილური იზოტოპების განცალკევების, ატომური, ენერგეტიკის, მყარი სხეულის ფიზიკის დარგებში.

ი. გვერდწითელის ხელმძღვანელობით შესრულებული გამოკვლევები იზოტოპების განცალკევების ფიზიკური პროცესების შესწავლის დარგში საფუძვლად დაედო ქ. თბილისში სტაბილური იზოტოპების სამეცნიერო-კვლე-





ვითი ინსტიტუტის ჩამოყალიბებას. სამუშაოები სითბური ენერჯის ელექტრულში პირდაპირი გარდაქმნის საკითხებზე დასრულდა პირველი თერმოელექტრული რეაქტორ-გარდამქმნელის „რომაშკას“ შექმნით. ი. გვერდწითელის ხელმძღვანელობით დამუშავებულია ახალი მიდგომის საფუძველები I გვარის ფაზური გარდაქმნის ასახსნელად. შემოთავაზებულია დეფექტების წარმოქმნის, დიფუზიის, დეფექტების ურთიერთქმედებისა და ლაზერული გამოწვის თეორიები. ამ შრომების საფუძველზე, ფოტონური დასხივების გამოყენებით წარმოიშვა ინტეგრალური სქემების მიღების მაღალტემპერატურული ტექნოლოგიის დაბალტემპერატურულით შეცვლის უნიკალური შესაძლებლობა.

ფართო სამეცნიერო და სამეცნიერო-საორგანიზაციო საქმიანობასთან ერთად ი. გვერდწითელი ნაყოფიერ პედაგოგიურ მოღვაწეობას ეწევა. მისი ხელმძღვანელობით მომზადებული და დატულია 40-ზე მეტი დისერტაცია.

ი. გვერდწითელი სკკპ წევრია 1947 წლიდან. იგი გამოჩენილი სახელმწიფო და საზოგადო მოღვაწეა. იყო აფხაზეთის ასსრ უმაღლესი საბჭოს თავმჯდომარის მოადგილე, საქართველოს კომპარტიის აფხაზეთის საოლქო კომიტეტისა და სკკპ პოდოლსკის საქალაქო კომიტეტის წევრი.

ამჟამად ი. გვერდწითელი არის საქართველოს სსრ უმაღლესი საბჭოს დეპუტატი, ბირთვული საშიშროებისაგან მსოფლიოში მშვიდობის დაცვის საბჭოთა მეცნიერთა კომიტეტის წევრი. იგი დაჯილდოებულია ლენინის, ოქტომბრის რევოლუციის, შრომის წითელი დროშის, ხალხთა მეგობრობის ორდენებითა და მედლებით.

1974 წ. ი. გვერდწითელს მიენიჭა სსრ კავშირის სახელმწიფო პრემია მეცნიერებისა და ტექნიკის დარგში.

И. Г. Гвердцители родился 22 декабря 1918 г. в Тбилиси, в семье служащих. В 1935 г. окончил среднюю школу, в 1941 г. — Тбилисский государственный университет по специальности экспериментальная физика. В разное время работал в Грузинском политехническом институте (1941—1946), в Научно-исследовательском институте неорганических материалов в Москве (1952—1955), в Сухумском физико-техническом институте (1946—1952, 1955—1969), при этом в 1962—1969 гг. был директором этого института. В 1969—1976 гг. И. Г. Гвердцители руководил Подольским технологическим научно-исследовательским институтом. В 1976—1984 гг. был председателем государственного комитета по науке и технике при СМ Грузинской ССР. В 1978—1982 гг. работал на посту вице-президента Академии наук Грузинской ССР.

В настоящее время И. Г. Гвердцители — главный научный сотрудник Института композиционных систем и профессор кафедры микроэлектроники ТГУ. И. Г. Гвердцители является членом бюро Отделения математики и физики АН ГССР.

И. Г. Гвердцители в 1955 г. защитил кандидатскую, а в 1961 — докторскую диссертацию. В 1967 г. был избран членом-корреспондентом, а в 1979 г. — действительным членом АН ГССР.

И. Г. Гвердцители — автор более 300 научных трудов и 45 изобретений. Он является крупным специалистом в области разделения изотопов, атомной энергетики и физики твердого тела.

Проведенные под руководством И. Г. Гвердцители исследования по изучению физических процессов разделения изотопов легли в осно-

ву создания Института стабильных изотопов. Работы по прямому преобразованию тепловой энергии в электрическую были завершены созданием первого термоэлектрического реактора-преобразователя «Ромашка». Под руководством И. Г. Гвердцители разработаны основы нового подхода для понимания фазового перехода I рода, предложена теория дефектообразования, диффузии, взаимодействия дефектов и лазерного отжига. На основе этих работ выявилась уникальная возможность замены высокотемпературной технологии получения интегральных схем низкотемпературной, с использованием фотонного облучения.

Наряду с большой научной и научно-организационной деятельностью, профессор И. Г. Гвердцители ведет плодотворную педагогическую деятельность. Под его руководством подготовлено и защищено более 40 диссертаций.

И. Г. Гвердцители — член КПСС с 1947 г. Он видный государственный и общественный деятель. Был заместителем председателя Верховного Совета Абхазской ССР, членом Абхазского обкома КП Грузии и Подольского горкома КПСС.

В настоящее время он является депутатом Верховного Совета Грузинской ССР, членом Комитета советских ученых в защиту мира против ядерной угрозы.

Награжден орденами Ленина, Октябрьской Революции, Трудового Красного Знамени, Дружбы народов и медалями.

В 1974 г. И. Г. Гвердцители была присуждена Государственная премия СССР в области науки и техники.



## ა ვ ტ ო რ თ ა ს ა ყ უ რ ა ლ ე ბ ო ლ

1. ჟურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევათა ჭერ გამოუქვეყნებელ შედეგებს. წერილები ქვეყნდება მხოლოდ იმ სამეცნიერო დარგებიდან, რომელთა ნომენკლატურული სია დამტკიცებულია აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ.

2. „მოამბეში“ არ შეიძლება გამოქვეყნდეს პოლემიკური წერილი, აგრეთვე მიმოხილვითი ან აღწერითი ხასიათის წერილი ცხოველთა, მცენარეთა ან სხვათა სისტემატიკაზე, თუ მასში მოცემული არაა მეცნიერებისათვის განსაკუთრებით საინტერესო შედეგები.

3. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიკოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიკოს ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბუვლად წელიწადში შეუძლია წარმოადგინოს სხვა ავტორთა არა უმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით), ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი. საკუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანაავტორებთან ერთად — არა უმეტეს სამი წერილისა. გამონაკლის შემთხვევაში როცა აკადემიკოსი ან წევრ-კორესპონდენტი მოითხოვს 12-ზე მეტი წერილის წარდგენას, საკითხს წაუჭერს მთავარი რედაქტორი. წარდგინების გარეშე შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია წარმოსადგენად ვადასცემს აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (გარდა აკადემიკოსისა და წევრ-კორესპონდენტისა) წელიწადში შეუძლია „მოამბეში“ გამოაქვეყნოს არა უმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთთა, თანაავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილს აუცილებლად უნდა ახლდეს ჟურნალ „მოამბის“ რედაქციის სახელზე იმ სამეცნიერო დაწესებულებების მომართვა, სადაც შესრულებულია ავტორის სამუშაო.

5. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბუვლად საცემბით მზა სახით, ავტორის სურვილისამებრ ქართულ ან რუსულ ენაზე. ქართულ ტექსტს თან უნდა ახლდეს რუსული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე, ხოლო რუსულ ტექსტს — ქართული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე. წერილის მოცულობა ილუსტრაციებითურთ, რეზიუმეებითა და დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხითურთ, რომელიც მას ბოლოში ერთვის, არ უნდა აღემატებოდეს ჟურნალის 4 გვერდს (8000 სასტამბო ნიშანი), ანუ საწერ მანქანაზე ორი ინტერვალით გადააწერილ 6 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულებიანი წერილი კი 5 გვერდს). არ შეიძლება წერილების ნაწილებად დაყოფა სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად. ავტორისაგან რედაქცია ღებულობს თვეში მხოლოდ ერთ წერილს.

6. აკადემიკოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილის, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უპასუხებს ამ წესების 1 მუხლის მოთხოვნას.

7. წერილი არ უნდა იყოს გადატვირთული შესავლით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოწმებული ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დათმობილი საკუთარი გამოკვლევების შედეგებს. თუ წერილში გზადაგზა, ქვეთავების მიხედვით გადამოცემულია დასკვნები, მაშინ საჭირო არაა მათი გამეორება წერილის ბოლოს.

8. წერილი ასე ფორმდება: თავში ზემოთ უნდა დაიწეროს ავტორის ინიციალები და გვარი, ქვემოთ — წერილის სათაური. ზემოთ მარჯვენა მხარეს, წარმოდგენმა უნდა წააწეროს, თუ მეცნიერების რომელ დარგს განეკუთვნება წერილი. წერილის ძირითადი ტექსტის ბოლოს, მარჯვენა მხარეს, ავტორმა უნდა აღნიშნოს იმ დაწესებულების სრული სახელწოდება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია შრომა.

9. ილუსტრაციები და ნახაზები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ორ ცალად კონვერტით. ამასთან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს კალკანზე შავი ტუშით. წარწერები ნახაზებს უნდა გაუკეთდეს კალიგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემცირების შემთხვევაშიც კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოებისა და ნახაზების დაწებება ღედნის გვერდებზე. ავტორმა ღედნის კედზე ფანქრით უნდა აღნიშნოს რა ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისეთი



ცხრილი, რომელიც ჟურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მელნით ფიოდ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ვგზემპლარში, ბერძნულ ასოებს ქვემოთ ყველგან უნდა გაესვას თითო ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს — ქვემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით, ხოლო არამთავრულ ასოებს — ზემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით. ფანქრითვე უნდა შემოიფარგლოს ნახევარწრით ნიშნაკებიც (ინდექსები და ხარისხის მაჩვენებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე. წერილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფანქრით ან მელნით.

10. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცელზე. საჭიროა დაცულ იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საჟურნალო შრომა, ვუჩვენოთ ჟურნალის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი. თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ვუჩვენოთ მისი სრული სახელწოდება, გამოცემის ადგილი და წელი. თუ ავტორი საჭიროდ მიიჩნევს, ბოლოს შეუძლია გვერდების ნუმერაციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით, არამედ დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტსა თუ შენიშვნებში კვადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენები უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა. არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც ტექსტში მითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის დამოწმება. დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს სად მუშაობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

11. „მოამბეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერატულ ჟურნალში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

12. ავტორს წასაკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებად შეკრული კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (არაუმეტეს ორი დღისა). თუ დადგენილი ვადისათვის კორექტურა არ იქნა დაბრუნებული, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

13. ავტორს უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 25 ამონაბეჭდი.

(დამტკიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1968; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969)

რედაქციის მისამართი: თბილისი 60, კუტუზოვის ქ. № 19; ტელ. 37-22-16, 37-86-42, 37-85-61

საფოსტო ინდექსი 380060

ხ ე ლ მ ო წ ე რ ი ს ი პ ი რ ო ბ ე ბ ი: ერთი წლით 22 მან. 80 კაპ.

## 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 обязательно должна иметь направление из научного учреждения, где проведена работа автора, на имя редакции «Сообщений АН ГССР».

5. 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 частями (для опубликования в разных номерах) не допускается. Редакция принимает от автора в месяц только одну статью.

6. 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.

7. 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.

8. 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.

9. Иллюстрации и чертежи должны быть представлены в двух экземплярах 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. Подрисующие 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 поместиться 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.

10. 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. 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.

11. 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).

12. 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.

13. 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, 37-85-61

Почтовый индекс 380060

Условия подписки: на год — 22 руб. 80 коп.

ВЫСОТ 1 806. 90 333.  
ЦЕНА 1 РУБ. 90 КОП.

6 227/50

ИНДЕКС 76181

