



ISSN—0132—1447

524  
1985

7-119

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

**მოაზა**

**СООБЩЕНИЯ**

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

**BULLETIN**

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 119 том

№ 2

აგვისტო 1985 АВГУСТ

თბილისი \* ТБИЛИСИ \* TBILISI

526  
1985  
საქართველოს  
მეცნიერებათა  
აკადემიის  
ბიულეტენი

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

ბიულეტენი

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 119 ტომ

№ 2

აგვისტო 1985 ავგუსტ

ს ა რ ე ლ ა ტ ო რ ო კ ო ლ ე გ ი ა

- ე. ანდრონიკაშვილი, ა. აფაქიძე, ბ. ბალაძე, ა. ბიწაძე, ლ. გაბუნია (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), თ. გამყრელიძე, ვ. გომელაური, ა. გუნია (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), ს. ღურშიძე, ა. თავხელიძე, ჟ. ლომინაძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), გ. მელიქიშვილი, თ. ონიანი, ე. სენიაშვილი, ა. ფრანგიშვილი, ი. ფრანგიშვილი, ა. ცაგარელი, ვ. ციციშვილი, ა. ძიძიგური, შ. ძიძიგური, გ. ხარატიშვილი, ე. ხარაძე (მთავარი რედაქტორი, ნ. ჭავჭავაძის მოადგილე), ვ. ჯიბლაძე

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- Э. Л. Андроникашвили, А. М. Апакидзе, Б. К. Балавадзе, А. В. Бицадзе, Л. К. Габуния (заместитель главного редактора), Т. В. Гамкрелидзе, В. И. Гомелаури, А. Л. Гуния (заместитель главного редактора), Н. А. Джавахишвили, Г. Н. Джибладзе, А. В. Дзидзигური, Ш. В. Дзидзигური, С. В. Дурмишидзе, Д. Г. Ломинадзе (заместитель главного редактора), Г. А. Меликишвили, Т. Н. Онiani, А. С. Прагишвили, И. В. Прагишвили, Э. А. Сехнишвили, А. Н. Тавхелидзе, Е. К. Харадзе (главный редактор), Г. В. Харатишвили, А. Л. Цагарели, Г. В. Цицишвили

პასუხისმგებელი მდივანი გ. მახარაძე

Ответственный секретарь Г. Е. Махаралдзе

გადაცა ასაწყობად 29.8.1985; ხელმოწერილია დასაბეჭდად 20.11.1985; შეკვ. № 2862; ანაწყობის ზომა 7×12<sup>3</sup>/<sub>4</sub>; ქაღალდის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 14; საალრიცხვო-სავაჭრო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 19,6; უე 08245; ტირაჟი 1450; ფასი 1 ზნ. 90 კპ.

Сдано в набор 20.8.1985; подписано к печати 20.11.1985; зак. № 2862; размер набора 7×12<sup>3</sup>/<sub>4</sub>; размер бумаги 70×108; физический лист 14; уч. издательский лист 18,5; печатный лист 19,6; УЭ 08245; тираж 1450; цена 1 руб. 90 коп.

\*\*\*

საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის სტამბა, თბილისი, 380060, კუტუზოვის ქ., 19  
Типография АН Груз. ССР, Тбилиси, 380060, ул. Кутузова, 19  
გამომცემლობა „მეცნიერება“, თბილისი, 380060, კუტუზოვის ქ., 19  
Издательство «Мецниереба», Тбилиси, 380060, ул. Кутузова, 19

## ზ ი ნ ა ა რ ს ი

### მათემატიკა

*რ. ხიზანიშვილი. შემთხვევით ნაყადში ტემპერატურის მომენტური განტოლებები	244
*გ. ჯვარციშვილი. მარტინგალის ერთი განზომილების შესახებ	247
*გ. სამსონაძე. ზოგიერთ გვერდულ და წარმოდგენათა კლასების თვალადად შეცნობადობა	251
*რ. ტყეშელაშვილი. კორექციის ერთი ამოცანის შესახებ მასობრივი მომსახურების ორ- არხიან სისტემაში	255
*გ. ბექაური. ფურცის ჯერადი ტრიგონომეტრიული მწკრივების ბონნერ—რისის მე- თოდით შეჯამებადობის შესახებ	258
*მ. მიქიაშვილი. ფიბრატიან სივრცეების კომპოლოგიების შესახებ	264

### მექანიკა

*ა. ძიძიგური (საქ. სსრ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი), დ. ომიძე, რ. შოთაძე, ა. ფერაძე. სატენზედა ამორტიზატორის დრეკადი რგოლის არაწრფივი-ბლან- ტი ხახუნისა და ჰისტერეზისული კარგების გავლენის კვლევა საბურღი ფრეზ- დაზგების რხევების ჩაქრობის ეფექტურობაზე	267
--	-----

### კიბერნეტიკა

*ა. გაბელაია. მოდალური მართვისა და სტაბილიზაციის ამოცანები წრფივი ავტო- ნომიური სისტემების ერთი კლასისათვის არასრული ინფორმაციით	272
*ნ. ჩხატარაშვილი, ა. ქვეციშვილი. კონცეპტუალური მოდელირების მეთო- დის გამოყენება მარსუტინგაციის ამოცანისათვის	276

### ფიზიკა

*ა. გავაშვილი, დ. ჯინჭარაძე, ნ. კუციდი, რ. სალუქვაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორ.), ჯ. ხუბუა. პიონების გამოსხივების არის განსაზღვრა π-ρ ურთიერთმოქმედებაში 5 გეე/ც-ზე	280
*ლ. ბენდიაშვილი, გ. ქვეციანიშვილი, კ. თათრიშვილი. ელექტროსტა- ტიკის ერთი სასაზღვრო ამოცანის მკაცრი ამოხსნა	284
*გ. დარსაველიძე, ო. ცაგარეიშვილი, რ. ხაჭაპურიძე, გ. ცაგარ- ეიშვილი, ჯ. წიქარიძე. კრისტალური ბორის შინაგანი ხახუნის ამპლი- ტუდური დამოკიდებულება	287
*თ. მიხელაშვილი. <sup>6</sup> Li ბირთვის ძირითადი მდგომარეობის გამოკვლევა სამანწილაკო- ვან მოდელში THMO მეთოდით	292
*ნ. ხარშილაძე, ნ. მაისურაძე, თ. ძიგრაშვილი, ლ. ბაქრაძე, თ. ქა- მუშაძე. მაგნიტომგრაჟიზაცია $p^+ - i(p) - n^+$ სტრუქტურის თეორიისათვის	295

\* ვარსკვლავით აღნიშნული რეზიუმე ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

## ბიოფიზიკა

- \*ნ. ლლონტი. კოსმოსური სხივების ნეიტრონული კომპონენტების ბარომეტრული კოეფიციენტის ცვლილება ატმოსფერული წნევის დონეზე დამოკიდებულებით 300
- \*ვ. მირიანაშვილი. ოსტროვსკის სისტემის დახრისმზომებზე ატმოსფერული წნევის პირდაპირი ვაგულის შეფასება 302

## ზოგადი და არაორგანული ქიმია

- \*თ. ვარდოსანიძე, ა. სობოლევო, ა. შველაშვილი, ლ. ჰარელი-შვილი.  $M(DM)SO_4 \cdot 3H_2O$   $M=Co(II), Mn(II), Fe(II)$  და  $Ni(II)$  ტიპის კომპლექსნაერთების სინთეზი და აღნაგობა 308

## ორგანული ქიმია

- \*ლ. მელიქაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი), ე. ლეკვეიშვილი, მ. თევდორაშვილი, ქ. ჯაფარიძე. მირზანის ნავთობის მაღალმდუღარე ზეთის ფრაქციებიდან ფენანტრენული ნახშირწყალბადების გამოყოფა და შესწავლა მალინის ანჰიდრიდთან ფოტოკონდენსაციის რეაქციით 312
- \*ე. მუმლაძე, ი. ჩიკვაძე, შ. სამსონია, ტ. კოზიკი, ნ. სუვოროვი. 2(პ-ამინოფენილ) ინდოლის სინთეზი 315
- \*რ. გოგილაშვილი. მაღალი სიმტკიცის მაჩვენებლების მქონე ფენოლური  $\Phi\Pi-3$  ფორალასტის მიღების ტექნოლოგია 319

## ფიზიკური ბიოგრაფია

- \*შ. ჯაოშვილი. მდინარის მყარი ჩამონადენი და პლაჟმარმოქმნა (მდ. კოდორის მაგალითზე) 324
- \*გ. გავუა, კ. თავართქილაძე. ატმოსფერული ნალექების მოსვლის ალბათობა კუბის ტერიტორიაზე 328
- \*ლ. მარუაშვილი, ნ. მამაცაშვილი, რ. ხაზარაძე. ბაზალეთის მოლასური წყების ბოდორის კრილის პალინოლოგიური შესწავლის შედეგები 331

## პალეონტოლოგია

- \*ზ. სახელაშვილი, ლ. თაბაგარი. *Unio eseri Krauss*-ის პოვნის შესახებ ქართლის კოწახურულ ნალექებში 336
- თ. ლომინაძე, ი. კვანტალიანი. *Dorsopeanitidae (Ammonoidea)* ოჯახის სისტემატიკის საკითხისათვის 340

## ბეოქიმია

- \*დ. პატარიძე, ა. თვალჭრელიძე, ა. ხუციაძე, მ. მირიანაშვილი. გოგირდის იზოტოპების განაწილება პირიტის თერმული დისოციაციის პროცესში 343

## სამშენებლო მეთოდები

- \*ი. მელაშვილი. დრეკად ფუძეზე მდებარე კარავისებრ ბადეთა საკუთარი სიხშირეები 348
- \*თ. ჯავახიშვილი. არაწრიული მოხაზულობის შეუღლებული ცილინდრული გარსების დრეკადი წინასწორება 351

## მანქანათმშენებლობა

- \* თ. მკედლიშვილი, თ. ჯეირონაშვილი. არაწრფე ამპრაეთა სისტემების სინთეზი გარე ზემოქმედების გარკვეულ სფეროში 356

## ჰიდროტექნიკა

- \* ე. კუხალაშვილი, დ. გუბელაძე, ა. ბუაჩიძე. მაღალი სიმკვრივის სელური მასის დინამიური დატვირთვები განივ ნაგებობებზე 360
- \* დ. ნამგალაძე. მაგისტრალური მილსადენების წრფივი ნაწილის შეუფერხებელი მუშაობის ალბათობის განსაზღვრა 364

## ავტომატური მართვა და ბამოთვლითი ტექნიკა

- \* კ. კუქუმიძე, თ. ნატროშვილი, ლ. ტიმჩენკო, ნ. ფურდიაკი. შედარების მეთოდით ნებისმიერ სიდიდეთა პარალელური შეკრების მათემატიკური მოდელი 368

## აბრძობა

- \* ც. მკედლიშვილი, ნ. ეგორაშვილი, მ. გერგაია. მინერალური სასუქების სხვადასხვა დოზების და შეთანაწყობის გავლენა კიტრის მოსავალზე, ხარისხზე და ნიტრატების შემცველობაზე დახურული გრუნტის პირობებში 372
- \* დ. კაპანაძე. კრიტიკული შენიშვნა *satureja densiflora Zeinalova (Labiata)* სახეობის შესახებ 375
- \* ლ. კუხალეიშვილი. საქართველოს ალგოფლორისათვის წყალმცენარეთა ახალი სახეობები ზემო რაჭიდან 379

## მცენარეთა ფიზიოლოგია

- რ. ხატიაშვილი, მ. ბურჯანაძე, თ. აბულაშვილი. მიკროელემენტების გავლენა ვაშლი  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$  და  $Mg^{2+}$  კათიონების შეთვისებაზე 383

## ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

- \* ჯ. მეტრეველი, ე. ბაბაიანი, ა. მელქონიანი. კაჟარანის სპილენძისა და მოლიბდენის კომბინატში მომუშავე ქალთა ჯანმრთელობაზე მოლიბდენის ნაერთების გავლენის შესახებ 388

## ბიოქიმია

- \* ნ. მამულაშვილი, დ. ჯოხაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ.-კორ.). გიბერელინის მეშვეობით ინდუცირებული პოლი-ა მრნმ-ის გამოყოფა სოიის ფოთლებიდან 392
- \* ა. წერეთელი, ა. მარქაროვა, ა. კულიკოვა, ზ. ცქიტიშვილი, გ. კვესიტაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ.-კორ.), ა. შკოლნი. მიკრობული  $\beta$ -გალაქტოზიდაზის გამოყენების პერსპექტივების შესახებ რძის მრეწველობაში 395
- ვ. ჩუბინიძე. ეთერზეთების დაგროვებასა და ფოტოსინთეზს შორის ურთიერთდაშორებული გერანში 397
- \* თ. რევიშვილი, ლ. ზაკორდონეცი, რ. გრეგოშოვა, თ. ზაკორდონეცი, დ. სურმანიძე. ჩაის მრეწველობის ცელულოზისა და ლიგნინის შემცველ ნარჩენებზე მეზოფილური სოკოების გაზრდის საშუალებით ცილისა და ფიზიოლოგიურად აქტიური შენარჩენების წარმოქმნის შესახებ. საქ. სსრ კ. მარქსის სახ. სახ. რესპუბ. 403

18073

## ფიტოკათილოგია

- ლ. კრელაშვილი, ნ. სალუქვაძე. ვაზის კრაქის გამომწვევის საინფექციო საწყისთან ბრძოლის ახალი მეთოდი 405

## ციტოლოგია

- \*ო. ბუაძე, ს. დურმიშიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი), ა. აფაქიძე. პერბიციდ 2,4-D გადაადგილების და ლოკალიზაციის ულტრასტრუქტურული ასპექტები მცენარეულ უჯრედში 411
- \*მ. გელქვანიშვილი, ლ. მუსხელიშვილი, მ. მელიქიძე. იზოპროტერენოლის მიმართ მგრძობელობის დაკარგვა სანერწყვე ჯირკვლებში, როგორც სიმსივნის სისტემური მოქმედების შედეგი 415

## ემსპარიმენტული გილიცინა

- \*ო. ხარძეიშვილი. ნაწლავის ლორწოვანი გარსის რასტრული ელემენტარული მიკროსკოპია ტერმინალურ და პოსტტერმინალურ პერიოდებში 420

## ენათმეცნიერება

- ბ. ცხადაძე. ნა- და ნა----ავ, ნა---ევ აფიქსებით ნაწარმოებ სახელთა ურთიერთმიმართებისათვის ძველ ქართულში 421
- გ. კვარაცხელია. ფუნქციური სტილისტიკის შესწავლის ზოგადი საკითხების შესახებ 425

## ფილოლოგია

- ზ. გამსახურდია. ქალის კულტი „თამარიანსა“ და „ვეფხისტყაოსანში“ 429

## ისტორია

- მ. სიორიძე. ბათუმი უცხოეთის სახელმწიფოთა გეგმებში (1914—1915 წწ.) 433
- ბ. ჯავახია. ქართული ახალშენები ირანში (ევროპული წყაროების მიხედვით) 437

## ეთნოგრაფია

- ნ. შაისურაძე. ქართული ხალხური მუსიკის განვითარების უძველესი ეტაპების შესახებ 443

## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

Р. Р. Хизанишвили. Моментные уравнения температуры в случайном потоке	241
Г. А. Джваршейшвили. Об одном обобщении мартингала	245
Г. Т. Самсонадзе. Счетная распознаваемость некоторых классов групп и представлений	249
Р. С. Ткебучава. Задача коррекции в двухканальной системе массового обслуживания	253
Г. Ш. Бекаури. О суммируемости методом Бохнера—Рисса кратких тригонометрических рядов Фурье	257
М. В. Микиашвили. О когомологиях расслоенных пространств	261

### МЕХАНИКА

А. А. Дзидзигури (академик АН ГССР), Д. И. Омиадзе, Р. Г. Шотадзе, А. М. Перадзе. Исследование влияния нелинейно-вязкого трения и гистерезисных потерь упругих звеньев наддолготного амортизатора на эффективность гашения колебаний станков шарошечного бурения	265
--	-----

### КИБЕРНЕТИКА

А. Г. Габелая. Задачи модального управления и стабилизации для одного класса линейных автоматных систем с неполной информацией	269
Н. Е. Чхартишвили, А. Г. Кевхишвили. Метод концептуального моделирования в применении к задаче маршрутизации	273

### ФИЗИКА

А. Ш. Гавашели, Д. Г. Джинчарадзе, Н. К. Куциди, Р. Г. Салуквадзе (член-корреспондент АН ГССР), Д. И. Хубуа. Определенные размеры области испускания пионов в $\pi$ - $\nu$ -взаимодействиях при 5 Гэв/с	227
Л. В. Бендиашвили, Г. Ш. Кеванишвили, К. Г. Татришвили. Строгое решение одной краевой задачи электростатики	281
Г. Ш. Дарсавелидзе, О. А. Цагарейшвили, Р. А. Хачапуридзе, Г. В. Цагарейшвили, Дж. Н. Цикаридзе. Амплитудная зависимость внутреннего трения кристаллического бора	285

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



Т. Я. Михелашвили. Исследование основного состояния ядра  ${}^6\text{Li}$  в трех-частичной модели методом ТИМС

289

Н. Ш. Харшиладзе, Н. И. Майсурадзе, Т. А. Дзиграшвили, Л. Ш. Бакрадзе, Т. Д. Камушадзе. К теории магниточувствительной  $p^+ - i(p) - p^+$  структуры

293

### ГЕОФИЗИКА

Н. Я. Глонти. Изменение барометрического коэффициента нейтронной компоненты космических лучей в зависимости от уровня атмосферного давления

297

В. И. Мирианашвили. Оценка прямого влияния атмосферного давления на наклономеры системы Островского

301

### ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Т. О. Вардосанидзе, А. Н. Соболев, А. Е. Швелашвили, Л. Ш. Чарелишвили. Синтез и строения комплексов типа  $M(\text{DM})\text{SO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  ( $M = \text{Co}(\text{II}), \text{Mn}(\text{II}), \text{Fe}(\text{II}), \text{Ni}(\text{II})$ )

305

### ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Л. Д. Меликадзе (академик АН ГССР), Э. Г. Леквейшвили, М. Н. Тевдорашвили, К. Д. Джапаридзе. Выделение и изучение фенантренных углеводородов из высококипящих масляных фракций мирзаанской нефти фотоконденсацией с малейновым ангидридом

309

Э. А. Мумладзе, И. Ш. Чиквандзе, Ш. А. Самсония, Т. А. Козик, Н. Н. Суворов. Синтез 2(п-Аминофенил) индола

313

О. Г. Гогилашвили. Технология получения фенольного поропласта ФЛ-3 с высокими прочностными показателями

317

### ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

Ш. В. Джаошвили. Сток наносов реки и пляжеобразование (на примере р. Кодори)

321

Г. И. Гагуа, К. А. Таварткиладзе. Вероятность выпадения атмосферных осадков на территории Кубы

325

Л. И. Маруашвили, Н. С. Мамацашвили, Р. Д. Хазарадзе. Результаты палинологического изучения бодорского разреза базалетской молассовой толщи

329

З. В. Сахелашвили, Л. П. Табагари. О нахождении *Unio eseri Krauss* в Коцахурских отложениях Картли

333

### ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

Т. А. Ломинадзе, И. В. Кванталиани. К вопросу о систематике семейства *Dorsolanitidae (Ammonoidea)*

337

## ГЕОХИМИЯ

- Д. В. Патаридзе, А. Г. Твалчрелидзе, А. Л. Хуцаидзе, М. Р. Мирианашвили. Распределение изотопов серы в процессе термической диссоциации пирита 341

## СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

- Ю. К. Мелашвили. Собственные частоты шатровых сеток на упругом основании 345
- Т. Г. Джавахишвили. Упругое равновесие сопряженных цилиндрических оболочек некругового очертания 349

## МАШИНОВЕДЕНИЕ

- Т. Ф. Мchedlishvili, Т. Е. Джейранашвили. Синтез нелинейных систем приводов в определенной области внешних воздействий 353

## ГИДРОТЕХНИКА

- Э. Г. Кухалашвили, Д. О. Губеладзе, А. К. Буачидзе. Динамические нагрузки селевой массы высокой плотности на поперечные сооружения 357
- Д. П. Намгаладзе. Определение вероятности безотказной работы линейной части магистрального пульпопровода 361

## АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

- В. П. Кожемяко, О. Г. Натрошвили, Л. И. Тимченко, Н. Е. Фурдияк. Математическая модель параллельного сложения производных величин методом сравнений 365

## АГРОХИМИЯ

- Ц. Г. Мchedlishvili, Н. В. Егорашвили, М. С. Гергая. Влияние различных доз и сочетаний минеральных удобрений на урожай, качество огурцов и содержание нитратов в условиях защищенного грунта 369

## БОТАНИКА

- Д. А. Капанадзе. Критическая заметка о виде *Satureja densiflora Zeinalova* (Labiatae) 373
- Л. К. Кухалейшвили. Новые виды водорослей для альгофлоры Грузии из Верхней Рачи 377

## ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

- Р. М. Хатиашвили, М. Б. Бурджанадзе, Т. Г. Абулашвили.  
 Влияние микроэлементов на поступление катионов  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$   
 в виноградную лозу

381

## ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- Дж. М. Метревели, Э. А. Бабаян, А. Н. Мелконян. О влиянии соеди-  
 нений молибдена на здоровье работниц кадjarанского медно-молибдено-  
 вого комбината

385

## БИОХИМИЯ

- Н. А. Мамулашвили, Д. И. Джохадзе (член-корреспондент АН ГССР).  
 Выделение из листьев сои поли-а содержащей мРНК, индуцированной  
 гибберелловой кислотой

389

- А. К. Церетели, А. Е. Маркарова, А. К. Куликова, З. М. Цкити-  
 швили, Г. И. Квеситадзе (член-корреспондент АН ГССР), А. Т.  
 Школьный. О перспективах использования микробных  $\beta$ -галактози-  
 даз в молочной промышленности

393

- \* В. В. Чубинидзе. Взаимозависимость между накоплением эфирных масел  
 и фотосинтезом в герани

399

- Т. О. Ревшвили, Л. А. Закордонец, Р. Н. Гребешкова, О. А.  
 Закордонец, Д. А. Сурманидзе. Образование белка и других  
 физиологически активных соединений мезофильными грибами при вы-  
 ращивании их на целлюлозо- и лигнинсодержащих отходах чайной про-  
 мышленности

401

## ФИТОПАТОЛОГИЯ

- \* Л. Г. Чрелашвили, Н. Г. Салуквадзе. Новый метод борьбы против  
 инфекционного начала вызывающего мильдю винограда

407

## ЦИТОЛОГИЯ

- О. А. Буадзе, С. В. Дурмишидзе (академик АН ГССР), А. В. Апа-  
 кидзе. Ультраструктурные аспекты передвижения и локализации гер-  
 бицида 2,4-д в растительной клетке

409

- М. Д. Гедеванишвили, Л. В. Мухелишвили, М. Ш. Мели-  
 кидзе. Нечувствительность слюнных желез к изопротеренолу как след-  
 ствие системного действия опухоли

413

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- О. М. Хардзейшвили. Растровая электронная микроскопия слизистой  
 оболочки кишечника в терминальном и постреанимационном периодах

417

## ЯЗЫКОЗНАНИЕ

- \* Б. А. Цхададзе. К вопросу об отношении имен образованных с помощью аффиксов па- и па... ав, па...ев в древнегрузинском языке 423
- \* Г. Ш. Кварацхелиа. Об общих вопросах изучения функциональной стилистики 427

## ФИЛОЛОГИЯ

- \* З. К. Гамсахурдиа. Культ женщины в «Тамаргани» и «Вепхисткаосани» 431

## ИСТОРИЯ

- \* М. М. Сиоридзе. Батуми в планах иностранных государств (1914—1915 гг.) 435
- \* Б. А. Джавахия. Грузинские поселения в Иране (по западноевропейским источникам) 438

## ЭТНОГРАФИЯ

- Н. М. Майсурадзе. О древнейших этапах развития грузинской народной музыки 441



# CONTENTS

## MATHEMATICS

R. R. Khizanishvili. Momental equations for temperature in random flow	244
G. A. Jvarsheishvili. On a generalization of the notion of martingale	247
G. T. Samsonadze. Countable identification of some classes of groups and representations	251
R. S. Tkebuchava. On the correction problem in a two-channel queueing system	255
G. Sh. Bekauri. On the summability by the Bochner-Riesz method of multiple trigonometric Fourier series	259
M. V. Mikiashvili. On the cohomologies of fiber bundles	264

## MECHANICS

A. A. Dzidziguri, D. I. Omiadze, R. G. Shotadze, A. M. Peradze. Investigation of the influence of the nonlinear viscous friction and hysteretic loss of the resilient component element of the above-bit shock absorber on the vibration damping efficiency of drilling mill machines	267
---	-----

## CYBERNETICS

A. G. Gabeliaia. Modal control and stabilization problems for one class of linear autonomous systems with incomplete information	272
N. E. Chkhatarashvili, A. G. Kevkishvili. Conceptual modeling method and its application to the routing problem	276

## PHYSICS

A. Sh. Gavasheli, D. G. Jincharadze, N. K. Koutsidi, R. G. Salukvadze, J. I. Khubua. Determination of the size of the pion emission region in $\pi^-p$ interactions at 5 GeV/c	280
L. V. Bendiashvili, G. Sh. Kevanishvili, K. G. Tatrishvili. Rigorous solution of one boundary-value electrostatic problem	284
G. Sh. Darsavelidze, O. A. Tsagareishvili, R. A. Khachapuridze, G. V. Tsagareishvili, D. N. Tsikaridze. Amplitude dependence of the internal friction of crystalline boron	288
T. I. Mikhelashvili. ${}^6\text{Li}$ ground state study by means of the translational-invariant shell model in three-particle representation	292
N. Sh. Kharshiladze, N. I. Maisuradze, T. A. Dzigrashvili, L. Sh. Bakradze, T. D. Kamushadze. Towards a theory of magnetically sensitive $q^+ - i(p) - n^+$ structure	295

## GEOPHYSICS

- N. I. Glonti. Study of the barometric coefficient change of cosmic ray neutron component depending on the atmospheric pressure level 300
- V. I. Mirianashvili. Assessment of the direct effect of atmospheric pressure on tiltmeters of Ostrovsky's construction 303

## GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

- T. O. Vardosanidze, A. N. Sobolev, A. E. Shvelashvili, L. Sh. Charelishvili. Synthesis and structures of  $M(\text{DM})\text{SO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  type complex compounds 308

## ORGANIC CHEMISTRY

- L. D. Melikadze, E. G. Lekveishvili, M. N. Tvardorashvili, K. J. Japaridze. Isolation and study of phenanthrene hydrocarbons from high-boiling oily fractions of Mirzaani oil by photocondensation with maleic anhydride 312
- E. A. Mumladze, I. Sh. Chikvaidze, Sh. A. Samsonia, T. A. Kozik, N. N. Suvorov. Synthesis of 2 (p-aminophenyl) indole 316
- O. G. Gogilashvili. Production technology of high strength phenol cellular plastic 319

## PHYSICAL GEOGRAPHY

- Sh. V. Jaoshvili. The run-off of river sediments and beach formation (after the example of the river Kodori) 324
- G. I. Gagua, K. A. Tavartkiladze. Probability of precipitation on the territory of Cuba 328
- L. I. Maruashvili, N. S. Mamatsashvili, R. D. Khazaradze. Results of palynological studies of the Bodorna section of the Bazaleti molasse terrane 331

## PALAEOLOGY

- Z. V. Sakhelashvili, L. P. Tabagari. On the occurrence of *Unio eseri* Kraus in the Kotsakhuri deposits of Kartli 336
- T. A. Lominadze, I. V. Kvantaliani. Towards the systematics of family Dorsopanitidae (Ammonoidea) 340

## GEOCHEMISTRY

- D. V. Pataridze, A. G. Tvalchrelidze, A. L. Khutsaidze, M. R. Mirianashvili. Distribution of sulphur isotopes in the course of thermal dissociation of pyrite 344

## STRUCTURAL MECHANICS

- Yu. K. Melashvili. The natural frequencies of marquee nets on an elastic foundation 348
- T. G. Javakhishvili. Toward the analysis of open cylindrical shells of non-circular shape 352

## MACHINE BUILDING SCIENCE

- T. F. Mchedlishvili, T. E. Jeuranashvili. Synthesis of nonlinear systems of transmissions in a definite sphere of external influences 356

## HYDRAULIC ENGINEERING

- E. G. Kukhalashvili, D. O. Gubeladze, A. K. Buachidze. Dynamic load of high density mud flow mass on transverse structures 360
- D. P. Namgaladze. Determination of the probability of survival of the linear part of the main pipeline 364

## AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- V. P. Kozhemyako, O. G. Natroshvili, L. I. Timchenko, N. E. Furdiyak. A mathematical model of parallel addition of arbitrary values by the method of comparisons 368

## AGRICULTURAL CHEMISTRY

- Ts. G. Mchedlishvili, N. V. Egorashvili, M. S. Gergaia. The influence of different doses and combinations of mineral fertilizers on the yield and quality of cucumbers and their nitrate content in protected soil conditions 372

## BOTANY

- D. A. Kapanadze. A critical note on the species *Satureja densiflora* Zeinalova (Labiatae) 375
- L. K. Kukhaleishvili. New species for Georgian algoflora from Upper Racha 380

## PLANT PHYSIOLOGY

- R. M. Khatiashvili, M. B. Burjanadze, T. G. Abulashvili. The effect of microelements on the uptake of  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  cations by the grapevine 383

## HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- J. M. Metreveli, E. A. Babayan, A. N. Melkonyan. On the effect of molybdenum on the health of female workers of the Kajaran integrated copper-molybdenum mill 388

## BIOCHEMISTRY

- N. A. Mamulashvili, D. I. Jokhadze. Isolation of poly- A containing mRNA induced by gibberellic acid from soybean leaves 392
- A. K. Tsereteli, A. E. Markarova, A. K. Kulikova, Z. M. Tskitishvili, G. I. Kvesitadze, A. T. Shkolnyi. On the prospects of application of microbial  $\beta$ -galactosidase in milk industry 395
- V. V. Chubinidze. Interdependence between the accumulation of essential oils and photosynthesis in Geranium 399

- T. O. Revishvili, L. A. Zakordonets, R. N. Grebeshova, O. A. Zakordonets, D. A. Surmanidze. The production of protein and other physiologically active compounds by growing mesophilic fungi on cellulose and lignin-containing wastes of tea industry 404

## PHYTOPATHOLOGY

- L. G. Chrelashvili, N. G. Salukvadze. New evidence on the study of *Plasmopara viticola* Bere et de Toni infection in Georgia 407

## CYTOLOGY

- O. A. Buadze, S. V. Durmishidze, A. V. Apakidze. Ultrastructural aspects of herbicide 2,4-D movement and localization in plant cells 411
- M. D. Gedevanishvili, L. V. Muskhelishvili, M. Sh. Melikidze. Insensitivity of the salivary gland to isoproterenol as a result of the systemic action of tumor 416

## EXPERIMENTAL MEDICINE

- O. M. Khardzeishvili. Scanning electron microscopy of the mucous membrane of the intestine in the terminal and postresuscitation periods 420

## LINGUISTICS

- B. A. Tskhadadze. Concerning the relation of nouns derived by means of the affixes *na*—and *na--av*, *na---ev* in old Georgian 423
- G. Sh. Kvaratskhelia. On general questions of the study of functional stylistics 428

## PHILOLOGY

- Z. K. Gamsakhurdia. The cult of woman in "Thamariani" and "Vepkhistkao-sani" 431

## HISTORY

- M. M. Sioridze. Batumi in the plans of foreign states (1914—1915) 435
- B. A. Javakhia. Georgian settlements in Iran (according to West European sources) 439

## ETHNOGRAPHY

- N. M. Maisuradze. On Ancient stages in the development of the Georgian folk music 443





Р. Р. ХИЗАНИШВИЛИ

МОМЕНТНЫЕ УРАВНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В СЛУЧАЙНОМ ПОТОКЕ

(Представлено академиком Б. В. Хведелидзе 4.11.1983)

Распространение температуры в случайном турбулентном потоке изучалось физиками очень давно [1]. Считается, что соответствующие уравнения со случайными коэффициентами допускают осреднение [2], т. е. процесс теплопередачи может быть описан с помощью эффективного коэффициента теплопроводности. Предлагались методы приближенного вычисления этого коэффициента.

Мы рассмотрим эту проблему в чисто математическом плане, развивая и уточняя методы [3].

Пусть  $V(t, x) \in R^n$ ,  $t \geq 0$ ,  $x \in R^n$ ,  $n \geq 1$  — случайное стационарное поле скоростей,  $\text{div } V(t, x) = 0$ , имеющее среднее значение  $a \in R^n$  и корреляционный тензор вида

$$\text{cov}[V_i(t_1, x_1), V_j(t_2, x_2)] = b_{ij}(x_1 - x_2) \delta(t_1 - t_2).$$

Поле  $V(t, x)$  является обобщенным и мы понимаем его как слабый предел в  $S(R^n)$  при  $\Delta \rightarrow 0$  полей вида  $V^\Delta(t, x) = a + W^\Delta(t, x)$ , где  $\langle W^\Delta \rangle = 0$ ;

$$\langle W_i^\Delta(t_1, x_1) W_j^\Delta(t_2, x_2) \rangle = \frac{1}{\Delta} \int_{|t_1 - t_2| < \Delta} B_{ij}(x_1 - x_2).$$

Более того, будет предполагаться выполненным свойство  $\Delta$ -обновления, т. е.  $\sigma$ -алгебры  $F_{(k-1)\Delta}^{k\Delta} = \sigma[V^\Delta(t, x), t \in [(k-1)\Delta, k\Delta]]$  независимы при разных  $k$ ,  $k = 1, 2, 3, \dots$ . Здесь и далее  $\langle \cdot \rangle$  означает осреднение по полю скоростей.

Рассматривается уравнение теплопроводности в среде с молекулярной теплопроводностью  $\chi$ , движущейся со скоростью  $V(t, x)$ .

$$V(t, x).$$

Оно имеет вид

$$\begin{cases} \frac{\partial T}{\partial t} = \chi \Delta T - (V, \nabla T) \\ T(0, x) = T_0(x). \end{cases} \quad (1)$$

Его решение  $T(t, x)$  понимается как предел решений  $T^\Delta(t, x)$  уравнений вида (1), но в которых  $V(t, x)$  заменено на  $V^\Delta(t, x)$ . Обозначим последнее уравнение (1). Хорошо известно [4], что решение задачи Коши (1) можно записать через среднее значение по винеровской мере функционала от процесса  $\xi_t^\Delta$ , где

$$\xi_t^\Delta = x - \int_0^t V^\Delta(\xi_s^\Delta, t-s) ds + \sqrt{2} \overline{\chi} \omega_t. \quad (2)$$

Именно

$$T^\Delta(t, \bar{x}) = M_x T_0(\xi_t^\Delta) \quad (3)$$

(знак  $M$  означает осреднение по винеровской мере). Отметим, что  $T^\Delta(t, x)$  — случайное скалярное поле, т. к. оно является функционалом от  $V^\Delta(t, x)$ . Изучение его моментов основано на следующем простом наблюдении:

$$T^\Delta((k+1)\Delta, x) = M_x T^\Delta(k\Delta, \xi_{k\Delta}^\Delta), \quad (4)$$

где  $T^\Delta(k\Delta, \cdot)$  не зависит от  $\xi_s^\Delta$ ,  $s \in [k\Delta, (k+1)\Delta)$ . Беря от обеих частей в (4) среднее (по полю скоростей и винеровской мере) и переходя к пределу при  $\Delta \rightarrow 0$ , нетрудно получить следующий результат.

Теорема 1. Пусть

$$\mu_1(t, x) = \langle T(t, x) \rangle.$$

Тогда

$$\begin{cases} \frac{\partial \mu_1}{\partial t} = \chi \Delta \mu_1 + \frac{1}{2} b_{ij}(0) \frac{\partial^2 \mu_1}{\partial x_i \partial x_j} - (a, \nabla \mu_1) \equiv A \mu_1 \\ \mu_1(0, x) = T_0(x), \end{cases} \quad (5)$$

т. е.

$$\mu_1(t, x) = \int_{\mathbb{R}^n} \frac{T_0(y) \exp \left\{ -\frac{(y-x+at), B^{-1}(y-x+at)}{4t} \right\}}{(2\sqrt{\pi t})^n \det^{1/2} B} dy,$$

где

$$B = \chi E + \frac{1}{2} \{b_{ij}(0)\}.$$

Замечание 1. В доказательстве теоремы 1 свойство пространственной однородности поля  $V(t, x)$  фактически не использовалось. Если от него отказаться, то получим более общее уравнение для первого момента

$$\frac{\partial \mu_1}{\partial t} = \chi \Delta \mu_1 + \frac{\partial}{\partial x_i} \left[ \frac{\langle V_i V_k \rangle(x)}{2} \frac{\partial \mu_1}{\partial x_k} \right] - (a, \nabla \mu_1).$$

Перейдем ко второму моменту. Пусть  $\mu_2(t, x, y) = \langle T(t, x) T(t, y) \rangle$ . Ограничимся, ради кратности, лишь стационарным случаем.

Теорема 2.

$$\frac{\partial \mu_2}{\partial t} = (A_x + A_y) \mu_2 + b_{ik}(x-y) \frac{\partial^2 \mu_2}{\partial x_i \partial y_k} \quad (6)$$

где  $A$  — оператор, фигурирующий в теореме 1.

Особую роль играет решение уравнения (6), зависящее от разности  $|x-y|$ . В случае, если поле  $V(t, x) = a$  изотропно, т. е.  $b_{ij}(x-y) = \delta_{ij} |x-y|$ , при принятом выше условии  $\operatorname{div} V(t, x) = 0$ , его корреляционный тензор имеет следующее строение [5].

$$\text{cov}[V_i(t_1, x_1), V_j(t_2, x_2)] = \delta(t_1 - t_2) \left[ F(r) \delta_{ij} + \right. \\ \left. + \frac{1}{2} r \frac{dF}{dr} \left( \delta_{ij} - \frac{r_i r_j}{r^2} \right) \right],$$

где  $r = |x - y|$ ;

$F(r)$  — так называемая продольная корреляция.

Теорема 3. Пусть  $a=0$  и поле изотропно. Всякое решение задачи (6), имеющее вид  $\tau(t, |x-y|) = \tau(t, r)$ , удовлетворяет уравнению

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{\partial \tau}{\partial t} &= [2\chi + F(0) - F(r)] \left( \frac{\partial^2 \tau}{\partial r^2} + \frac{n-1}{r} \frac{\partial \tau}{\partial r} \right) - \frac{n-1}{2} \frac{dF}{dr} \frac{\partial \tau}{\partial r} \equiv L_r^n \tau \\ \tau(0, r) &= \tau_0(r). \end{aligned} \right.$$

Во многих случаях важна асимптотика  $\tau(t, r)$  при  $t \rightarrow \infty$ . Она существенно зависит от размерности  $n$  и тесно связана с моментом первого выхода  $\tau_R$ -процесса с инфинитезимальным оператором  $L_r^n$  из интервала  $(0, R]$  (или соответственно  $n$ -мерного процесса из шара радиуса  $R$ ).

Пусть  $H(r) = M_r \tau_R$ . Известно, что

$$L_r^n H(r) = -1.$$

Теорема 4. Пусть  $\chi \ll 1$ ,  $R \gg 1$ . Тогда при  $n=1$

$$H(0) = M_0 \tau_R = \left[ \frac{R^2}{2(2\chi + F(0))} + \frac{A_1 R}{V \chi} \right] [1 + o(1)],$$

при  $n=2$

$$H(0) = \left[ \frac{R^2}{4(2\chi + F(0))} + A_2 \ln R \ln \frac{1}{\chi} \right] [1 + o(1)],$$

при  $n=3$

$$H(0) = \left[ \frac{R^2}{6(2\chi + F(0))} + A_3 \ln \frac{1}{\chi} \right] [1 + o(1)].$$

Теорема 4 показывает, что при больших  $R$  главный член асимптотики  $H(r)$  определяется (как и следовало ожидать) значением  $F(0)$ , т. е. по сути, эффективным коэффициентом теплопроводности. Однако при малых  $\chi$  выход из малой окрестности  $r \sim 0$  нуля затруднен, т. к.  $F(0) = -F(r) \sim 0$ , это и дает поправки в  $H(r)$ , особенно заметные при  $n=1$ .

Более глубокий анализ уравнения (6) для второго момента позволяет доказать следующий результат.

Теорема 5. Рассмотрим уравнение (6) с начальным условием

$$\mu_2(0, x, y) = T_0(x) T_0(y), \quad T_0(x) \geq 0, \quad T_0(x) \in C_0^\infty(R^n).$$

Тогда при  $t \rightarrow \infty$

$$\mu_2(t, x, y) = \mu_1(t, x) \mu_1(t, y) (1 + o(1)).$$

Теорема 5 показывает, что при  $t \rightarrow \infty$  и  $T_0(x) \geq 0$

$$DT(t, x) = o[MT(t, x)]^2.$$

Это значит, что для исходного уравнения действует следующий принцип осреднения.

Теорема 6. При  $t \rightarrow \infty$  и  $T_0(x) \geq 0$ ,  $T_0(x) \in C_0^\infty(R^n)$

$$T(t, x) \stackrel{P}{\sim} \langle T(t, x) \rangle.$$

Последний результат может рассматриваться как оправдание той физической идеологии, о которой говорилось в начале заметки. Подчеркнем, однако, что теорема 6 действует лишь асимптотически при  $t \rightarrow \infty$ .

Московский государственный университет  
им. М. В. Ломоносова

(Поступило 28.10.1983)

მათემატიკა

რ. ხიზანიშვილი

შემთხვევით ნაკადში ტემპერატურის მომენტური განტოლებები

რეზიუმე

შესწავლილია ტემპერატურის გავრცელება უკუმშვადი სითხის შემთხვევით ნაკადში მყისიერი დროითი კორელაციებით. მომენტთა მეთოდით დამტკიცებულია ტემპერატურული ველის მისსავე საშუალო მნიშვნელობასთან მიახლოვების თეორემა.

MATHEMATICS

R. P. KHIZANISHVILI

## MOMENTAL EQUATIONS FOR TEMPERATURE IN RANDOM FLOW

### Summary

The temperature in a random stationary flow of incompressible fluid is considered. In the case of instant time correlation the momental equation for temperature is obtained.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. G. I. Taylor. Proc. Lond. Math. Soc. A-20, 196, 1921.
2. D. K. Batchelor. J. Fluid Mech., 5, 113, 1959.
3. С. А. Молчанов. Тезисы докладов IV советско-японского симпозиума по теории вероятностей. Тбилиси, 1982.
4. И. И. Гихман, А. В. Скороход. Теория случайных процессов. М., 1971.
5. А. С. Монин, А. М. Яглом. Статистическая гидромеханика. М., 1967.

Г. А. ДЖВАРШЕИШВИЛИ

ОБ ОДНОМ ОБОБЩЕНИИ МАРТИНГАЛА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Х. Н. Инасаридзе 9.12.1983)

1. В настоящей статье вводится понятие  $\nu$ -мартингала ( $\nu$ -субмартингала и  $\nu$ -супермартингала), которые значительно расширяют класс мартингалов. Устанавливаются основные неравенства и теоремы сходимости.

2. Пусть  $(\Omega, \mathfrak{F}, P)$  — вероятностное пространство (в. п.) и пусть  $(\mathfrak{F}_n)_{n \geq 1}$  — некоторая возрастающая последовательность  $\sigma$ -алгебр  $\mathfrak{F}_n \subseteq \mathfrak{F}_{n+1}$ ,  $n \geq 1$ . Рассмотрим стохастическую последовательность  $X = \{(X_n), (\mathfrak{F}_n), n \geq 1\}$ , где каждая  $X_n$  определена на  $\Omega$ . Допустим  $\nu = (\nu(n)), n \geq 1$  — некоторая последовательность неотрицательных действительных чисел таких, что

$$\nu(n+1) \leq \overline{\nu(n)}, \quad n = \overline{1, +\infty}, \quad \lim_{n \rightarrow +\infty} \nu(n) = 0, \quad (1)$$

Определение. Скажем, что последовательность  $X = \{(X_n), (\mathfrak{F}_n), n \geq 1\}$  образует  $\nu$ -мартингал ( $\nu$ -субмартингал,  $\nu$ -супермартингал), если для каждого  $n$  имеем

$$X_n(\omega) - \nu(n) \leq M[X_{n+1}/\mathfrak{F}_n] \leq X_n(\omega) + \nu(n) \quad (2)$$

для всех  $\omega \in \Omega$  за исключением, быть может, множества точек  $\omega \in E \in \mathfrak{F}_n$ ,  $P(E) = 0$ . Если же выполнена левая (правая) часть неравенства (2), тогда  $X$  будет  $\nu$ -субмартингалом ( $\nu$ -супермартингалом). Заметим, что через  $M[X]$  и  $M[X/G]$  будем обозначать соответственно математическое ожидание случайной величины  $X$  и условное математическое ожидание относительно  $\sigma$ -алгебры  $G$ .

Легко построить примеры последовательностей, которые будут  $\nu$ -мартингалы, но не являются даже суб- или супермартингалами. Относительно введенных мартингалов справедливы следующие утверждения.

Предложение 1. Пусть  $X = \{(X_n), (\mathfrak{F}_n), n \geq 1\}$  и  $Y = \{(Y_n), (\mathfrak{F}_n), n \geq 1\}$  суть  $\nu_1$  и  $\nu_2$ -мартингалы. Тогда  $Z = \{(aX_n + bY_n), (\mathfrak{F}_n), n \geq 1\}$  будет  $a\nu_1 + b\nu_2$ -мартингалом. Если  $X$  и  $Y$  являются  $\nu_1, \nu_2$  субмартингалами и  $a > 0, b > 0$ , то  $Z$  будет  $a\nu_1 + b\nu_2$ -субмартингалом.

Предложение 2. Пусть  $g$  — неубывающая функция, удовлетворяющая условию

$$g(\lambda x + (1 - \lambda)y) \leq \lambda g(x) + (1 - \lambda)g(y), \quad \lambda \in [0, 1].$$

Если  $X = \{(X_n), (\mathfrak{F}_n), n \geq 1\}$  —  $\nu$ -субмартингал, то  $\{g[X_n], (\mathfrak{F}_n), n \geq 1\}$  будет  $\nu_1$ -субмартингалом, где последовательность  $\nu_1$  точно определена через  $g$  и  $\nu$ .

18.073

საქ. მეც. აკადემიის  
 ბიბლიოთეკა



**Предложение 3.** Если  $X = \{(X_n), (\mathfrak{F}_n), n \geq 1\}$  есть  $\nu$ -мартингал, то  $\{|X_n|^p, (\mathfrak{F}_n), n \geq 1\}$ ,  $p \geq 1$  и  $\{(X_n^*), (\mathfrak{F}_n), n \geq 1\}$ ,  $X_n^* = X_n$ , если  $X_n \geq 0$  и  $X_n^* = 0$ ,  $X_n < 0$ , будут также соответственно  $\nu_1$ - и  $\nu$ -субмартингалами, где  $\nu_1$  точно определена через  $\nu$  и  $P$ .

**Предложение 4.** Если  $\{(X_n), (\mathfrak{F}_n), n \geq 1\}$  и  $\{(Y_n), (\mathfrak{F}_n), n \geq 1\}$  суть  $\nu$ -субмартингалы, то  $\{(Z_n), (\mathfrak{F}_n), n \geq 1\}$ ,  $Z_n = \max\{X_n, Y_n\}$ , является  $\nu$ -субмартингалом.

3. Введенные  $\nu$ -субмартингалы по существу имеют свойства, сходные с обычными мартингалами (ср. [1, 2]). В частности, приведем ряд основных результатов, характеризующих этот процесс.

**Теорема 1.** Пусть  $X = \{(X_n), (\mathfrak{F}_n), n \geq 1\}$  есть  $\nu$ -мартингал ( $\nu$ -субмартингал) и  $\tau = \tau(\omega)$ ,  $\omega \in \Omega$  есть марковский момент остановки относительно  $(\mathfrak{F}_n), n \geq 1$ . Тогда процесс  $X^\tau = \{(X_{n \cap \tau}), (\mathfrak{F}_n), n \geq 1\}$  —  $\nu$ -субмартингал и  $\tau_1, \tau_2$  — марковские моменты остановки относительно  $(\mathfrak{F}_n), n \geq 1$ . Если выполнены условия

$$M[X_{\tau_k}] < +\infty, \quad k = 1, 2,$$

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} \int_{\{\tau_k > n\}} |X_n| P(d\omega) = 0 \quad k = 1, 2,$$

то

$$X_{\tau_1}(\omega) - 2\nu(\tau_1(\omega)) \leq M[X_{\tau_2} / \mathfrak{F}_{\tau_1}]$$

для всех  $\omega \in \{\tau_2 > \tau_1\}$ , за исключением, быть может, множества точек  $\omega \in E \in \mathfrak{F}_{\tau_1}$ ,  $P(E) = 0$ .

**Теорема 3.** Пусть  $\{(X_n), (\mathfrak{F}_n), n \geq 1\}$  — неотрицательный  $\nu$ -субмартингал, удовлетворяющий условиям теоремы 2.

Тогда имеет место неравенство

$$P\{X_{m,n}^* \geq C\} \leq \frac{1}{C - 2\nu(m)} \left[ \int_{\Omega} X_n P(d\omega) + 2\nu(n) P\{X_{m,n}^* < C\} \right],$$

где полагаем  $C > 2\nu(m)$  и

$$X_{m,n}^* = \max_{m < j < n} |X_j|.$$

**Теорема 4.** Пусть  $\{(X_n), (\mathfrak{F}_n), n \geq 1\}$  есть квадратично интегрируемый  $\nu$ -мартингал. Тогда  $\{(X_n^2), (\mathfrak{F}_n), n \geq 1\}$  есть  $\nu_1$  субмартингал и

$$P\{\max_{m < j < n} |X_j| \geq C\} \leq \frac{1}{C^2 - 2\nu_n(m)} \left[ \int_{\Omega} X_n^2 P(d\omega) + 2\nu_1(n) \right],$$

где последовательность  $\nu_1$  точно определена через  $\nu$ .

**Теорема 5.** Пусть  $\{(X_n), (\mathfrak{F}_n), n \geq 1\}$  есть  $\nu$ -субмартингал и

$$\sup_n M[|X_n|] < +\infty.$$

Тогда с вероятностью единица существует предел

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} X_n(\omega) = X_{+\infty}(\omega)$$

и

$$M[X_{+\infty}] < +\infty.$$

Тбилисский государственный  
педагогический институт  
им. А. С. Пушкина

(Поступило 9.12.1983)

მათემატიკა

ბ. ჯვარშიშვილი

მარტინგალის ერთი განზოგადების შესახებ

რეზიუმე

შემოტანილია  $\nu$ -მარტინგალის ცნება, რომელიც არსებითად აფართოებს მარტინგალების კლასს. შემოღებული  $\nu$ -მარტინგალებისათვის დამტკიცებულია ძირითადი თეორემები 1, 2, 3 და 4.

MATHEMATICS

G. A. JVARSHISHVILI

ON A GENERALIZATION OF THE NOTION OF MARTINGALE

Summary

The notion of  $\nu$ -martingale is introduced which substantially extends the class of ordinary martingales. The basic theorems 1, 2, 3 and 4 are established for the  $\nu$ -martingale.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Н. Ш и р я е в. Вероятность. М., 1980.
2. П. А. М е й е р. Вероятность и потенциал. М., 1978.

Г. Т. САМСОНАДЗЕ

## СЧЕТНАЯ РАСПОЗНАВАЕМОСТЬ НЕКОТОРЫХ КЛАССОВ ГРУПП И ПРЕДСТАВЛЕНИИ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 24.1.1984)

Пусть  $m$  — произвольное кардинальное число и  $\mathfrak{X}$  — некоторый класс-групп. Через  $L_m \mathfrak{X}$  ( $L \mathfrak{X}$ ) обозначим класс всех групп, обладающих  $m$ -локальной (счетно-локальной) системой подгрупп [1], каждая из которых принадлежит классу  $\mathfrak{X}$ . Если для данного класса  $\mathfrak{X}$   $L_m \mathfrak{X} = \mathfrak{X}$ , то класс  $\mathfrak{X}$  назовем  $m$ -локальным классом. В случае, когда  $\mathfrak{X}$  — наследственный по подгруппам класс групп, условие  $L_m \mathfrak{X} = \mathfrak{X}$  эквивалентно следующему условию: если в группе  $G$  все подгруппы, мощность которых не превосходит  $m$ , принадлежат классу  $\mathfrak{X}$ , то и сама группа  $G$  является  $\mathfrak{X}$ -группой. Классы групп, удовлетворяющие такому условию, назовем  $m$ -распознаваемыми в частном случае — счетно-распознаваемыми).

Из легко проверяемого соотношения  $SL_m \leq L_m S$  (через  $S\mathfrak{X}$ , как обычно, мы обозначаем замыкание класса  $\mathfrak{X}$  относительно операции взятия подгрупп) следует, что если  $\mathfrak{X}$  — наследственный класс групп, то класс  $L_m \mathfrak{X}$  —  $m$ -распознаваемый наследственный класс групп.

Предложение 1. Если  $\mathfrak{X} = \bigcup_{i \in J} \mathfrak{X}_i$ , где все  $\mathfrak{X}_i$  ( $i \in J$ ) —  $m$ -локальные классы групп, причем  $\text{card } J \leq m$ , то и  $\mathfrak{X}$  —  $m$ -локальный класс групп.

Группу  $G$  назовем дедекиндовой группой, если она является  $h$ -дедекиндовой группой [2] для некоторого  $h$ .

Следствие. Класс всех дедекиндовых групп счетно-распознаваем.

Пусть  $n$  — неотрицательное целое число. Через  $K_n$  обозначим класс всех групп  $G$ , для которых  $G^n = G^{n+1}$ , но для всех  $k < n$   $G^k \neq G^{k+1}$  (через  $G^n$  обозначен  $n$ -й коммутант группы  $G$ ). При  $n \geq 1$  классы  $K_n$  являются подклассами класса всех групп, не совпадающих со своим коммутантом.

Теорема 1. Если все бесконечные счетные подгруппы группы  $G$  являются  $K_n$ -группами, то и сама группа  $G$  —  $K_n$ -группа.

Предложение 2. Любая локально-нильпотентная группа принадлежит классу  $LRN^*$ .

Класс  $RN^*$ -групп не является локальным (в обычном смысле) классом групп. Это следует из работы М. И. Каргаполова [3], в которой построен пример локально-нильпотентной группы, не являющейся  $RN^*$ -группой. Если принять во внимание предложение 2, отсюда можно получить более сильное утверждение:

Предложение 3. Класс  $RN^*$ -групп не является счетно-распознаваемым.

Через  $(A, G)$  обозначим представление группы  $G$  в  $K$ -модуле  $A$ . Если  $(A_1, G_1)$  и  $(A_2, G_2)$  — два подпредставления представления  $(A, G)$ , то их вза-



имный коммутант  $[(A_1, G_1), (A_2, G_2)]$  — это подпредставление  $(A', G')$  представления  $(A, G)$ , где  $G'$  — обычный взаимный коммутант подгрупп  $G_1$  и  $G_2$ , а  $A'$  — подмодуль модуля  $A$ , порожденный всевозможными элементами вида  $a_1 \circ g_2 - a_1$  и  $a_2 \circ g_1 - a_2$ , где  $a_i \in A_i$ ,  $g_i \in G_i$  ( $i=1,2$ ) [4]. В соответствии с этим центр представления  $(A, G)$  определяем как наибольшее подпредставление  $(A_1, G_1)$  представления  $(A, G)$ , для которого

$$[(A_1, G_1), (A, G)] = (0, 1).$$

Пусть дано представление  $(A, G)$ . Ряд

$$(0, 1) = (A_0, G_0) \subset (A_1, G_1) \subset \dots \subset (A_\alpha, G_\alpha) \subset \dots \subset (A_\mu, G_\mu) = (A, G) \quad (1)$$

назовем возрастающим центральным рядом представления  $(A, G)$ , если для любого  $\alpha < \mu$   $[(A_{\alpha+1}, G_{\alpha+1}), (A, G)] \subset (A_\alpha, G_\alpha)$ .

Если для представления  $(A, G)$  существует возрастающий центральный ряд, то представление  $(A, G)$  назовем  $ZA$ -представлением.

Пусть дано представление  $(A, G)$  и  $a \in A$ ,  $g_1, g_2, \dots, g_m, \dots \in G$ . Для любого натурального числа  $k$  по индукции определим элементы  $a_k \in A$  и  $f_k \in G$  следующим образом.

При  $k=1$   $f_1 = [g_1, g_2]$  и  $a_1 = a \circ g_1 - a$ . Если элементы  $a_{k-1} \in A$  и  $f_{k-1} \in G$  уже определены, то  $f_k = [f_{k-1}, g_{2k-1}]$  и  $a_k = a_{k-1} \circ g_{2k} - a_{k-1}$ .

Лемма 1. Представление  $(A, G)$  тогда и только тогда является  $ZA$ -представлением, когда для любого  $a \in A$  и любых  $g_1, g_2, \dots, g_m, \dots \in G$  найдется такое  $k$ , что  $a_k = 0$  и  $f_k = 1$ .

Необходимость. Очевидно, что группа  $G$  является  $ZA$ -группой, поэтому существует такое  $k$ , что  $f_k = 1$  [5]. Пусть  $a \in A_{\alpha_1}$ , где  $\alpha_1 = \beta_1 + 1$ . Так как  $[A_{\beta_1+1}, G_{\beta_1+1}], (A, G) \subset (A_{\beta_1}, G_{\beta_1})$ , то  $a_1 = a \circ g_1 - a \in A_{\beta_1}$ . Через  $\alpha_2$  ( $\alpha_2 \leq \beta_1$ ) обозначим непереломное порядковое число, для которого  $a_1 \in A_{\alpha_2}$ . Если этот процесс продолжим, получим убывающую последовательность  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k, \dots$  порядковых чисел, которая, как известно, всегда конечна. Следовательно, для некоторого  $k$   $\alpha_k = 0$  и, значит,  $a_{k-1} = 0$ .

Достаточность. Докажем, что центр  $(A_1, G_1)$  представления  $(A, G)$  нетривиален. Допустим противное, т. е. допустим, что  $A_1 = 0$  и  $G_1 = 1$ .

Пусть  $g_1$  — неединичный элемент группы  $G$ . Если  $a_1 = 0$  для любого  $a \in A$ , то, как нетрудно доказать, существуют такие элементы  $g_2, g_3 \in G$ , что  $f_1 \neq 1$  и  $f_2 \neq 1$ . Если  $a_1 \neq 0$  для некоторого  $a \in A$ , то существует такой элемент  $g_4 \in G$ , что  $a_2 \neq 0$ .

Продолжая такой процесс, мы получим, что для любого натурального числа  $k$  либо  $f_k \neq 1$ , либо  $a_k \neq 0$ , что приводит к противоречию. Следовательно,  $(A_1, G_1) \neq (0, 1)$ .

Аналогично, фактор-представление  $(A/A_1, G/G_1)$  обладает нетривиальным центром  $(A_2/A_1, G_2/G_1)$ . Продолжая этот процесс, быть может трансфинитно, получим возрастающий центральный ряд (1) представления  $(A, G)$ , т. е.  $(A, G) \in ZA$ . Лемма 1 доказана.

Теорема 2. Если в представлении  $(A, G)$  все подпредставления вида  $(B, H)$ , где  $H$  — счетная подгруппа группы  $G$ , а модуль  $B$   $H$ -порождается одним элементом из  $A$ , являются  $ZA$ -представлениями, то и само представление  $(A, G)$  является  $ZA$ -представлением.

Через  $\mathfrak{S}$  обозначим многообразие всех представлений с единичным действием, т. е. многообразие таких представлений  $(A, G)$ , что  $a \circ (g - 1) = 0$  для любого  $a \in A$  и  $g \in G$  [6].



Пусть  $\mathfrak{X}$  — некоторое многообразие представлений. Представление  $(A, G)$  назовем  $\tilde{\mathfrak{X}}$ -представлением, если существует возрастающий ряд  $G$ -модулей

$$0 = A_0 \subset A_1 \subset \dots \subset A_\alpha \subset \dots \subset A_\mu = A$$

такой, что  $(A_{\alpha+1}/A_\alpha, G) \in \mathfrak{X}$  для любого  $\alpha < \mu$ .

**Теорема 3.** *Представление  $(A, G)$  тогда и только тогда является  $ZA$ -представлением, когда  $(A, G)$  является  $\tilde{\mathfrak{S}}$ -представлением, а группа  $G$  является  $ZA$ -группой.*

**Лемма 2.** Представление  $(A, G)$  тогда и только тогда является  $\tilde{\mathfrak{X}}$ -представлением, когда для любого элемента  $a \in A$  и любой последовательности элементов  $u_1, u_2, \dots, u_n, \dots \in I_G$ , где  $I_G$  — вербальный идеал, соответствующий многообразию  $\mathfrak{X}$ , найдется такое  $k$ , что  $a \circ u_1 u_2 \dots u_k = 0$ .

**Теорема 4.** *Если в представлении  $(A, G)$  все подпредставления  $(B, H)$ , где  $H$  — счетная подгруппа группы  $G$ , а модуль  $B$   $H$ -порождается одним элементом из  $A$ , являются  $\tilde{\mathfrak{X}}$ -представлениями, то и само представление  $(A, G)$  является  $\tilde{\mathfrak{X}}$ -представлением.*

Отметим, что аналогичный результат в несколько иной формулировке анонсирован в работе [7].

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 27.1.1984)

მათემატიკა

ბ. სამსონაძე

ზოგიერთ ჯგუფთა და წარმოდგენათა კლასების თვალადალ -  
შეცნობადობა

რეზიუმე

შემოტანილია  $ZA$ -წარმოდგენის ცნება. მოყვანილია აუცილებელი და საკმარისი პირობები იმისათვის, რომ  $(A, G)$  წარმოდგენა იყოს  $ZA$ -წარმოდგენა. ზოგიერთ ჯგუფთა და წარმოდგენათა კლასებისათვის დამტკიცებულია თვალადალ-ლოკალური თეორემის სამართლიანობა.

MATHEMATICS

G. T. SAMSONADZE

COUNTABLE IDENTIFICATION OF SOME CLASSES OF GROUPS AND REPRESENTATIONS

Summary

The notion of  $ZA$ -representation is introduced and the necessary and sufficient conditions for the representation  $(A, G)$  to be the  $ZA$ -representation are given. The countable identification of some classes of groups and representations is proved.



## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Т. Самсонадзе. Труды ТГУ, 166, 1976.
2. Н. Н. Вильямс. Матем. сб., 76 (118), № 4, 1968.
3. М. И. Каргаполов. Алгебра и логика (семинар), 2, № 5, 1963.
4. Г. Т. Самсонадзе. Тезисы докл. X респ. научно-метод. конф. математиков вузов ГССР. Телави, 1983.
5. С. Н. Черников. Матем. сб., 27, 1950, 185—200.
6. Б. И. Плоткин, С. М. Вовси. Многообразия представлений групп. Рига, 1983.
7. С. М. Вовси. Тезисы докл. XVII Всес. алгебраической конфер. Минск, 1983.

Р. С. ТКЕБУЧАВА

## ЗАДАЧА КОРРЕКЦИИ В ДВУХКАНАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 28.5.1984)

Рассмотрим двухканальную систему массового обслуживания со следующими свойствами:

1. В обоих каналах входящий поток и время обслуживания являются экспоненциальными с параметрами  $\lambda$  и  $\mu$ , при этом  $\lambda/\mu = \rho$ ,  $0 < \rho < 1$ .

2. Обслуживание происходит по принципу «первым прибыл — первым обслужен», если требование  $i$ -го канала обслуживается только в системе обслуживания  $i$ -го канала (случай без коррекции).

3. Требование из первого потока обслуживается только в системе обслуживания первого канала, тогда как требование из второго потока можно отправить на обслуживание в обе системы обслуживания (случай коррекции).

Пусть ожидание требований в первом канале обходится в единицу времени в сумму  $C_1$ , а во втором потоке —  $C_2$ ; при этом  $C_1 > C_2$ . Из [1, с. 52; 2, с. 16] легко получаем, что в системе без коррекции за единицу времени потери в среднем (функция цены) имеет следующий вид:

$$S = (C_1 + C_2) \frac{\rho}{1 - \rho}.$$

Обозначим через  $S^k$  функцию цены в случае коррекции. Отметим, что система корректируется, если выполняются следующие условия:

1'. Количество ожидаемых требований в первом канале  $i$  меньше чем  $m$  ( $0 \leq i < m$ );

2'. Количество ожидаемых требований во втором потоке  $j$  больше чем  $n$  ( $j > n$ );

3'. Если в случае коррекции в I потоке имеется  $m - k_1$ , а во втором потоке  $n + k$  количество ожидаемых требований, то тогда из II потока в первый канал переводится  $s$  количество требований, где  $s = \min(k, k_1)$ ,  $k > 0$ ,  $k_1 > 0$ .

$m$  и  $n$  являются неизвестными параметрами.

Задача состоит в том, чтобы определить—когда и сколько требований нужно отправить из II потока на обслуживание в I канал для того, чтобы минимизировать функцию  $S^k$ , при  $S^k = S^k(m, n) < S$ .

Пару  $(m_0, n_0)$ , при которой  $S_k(m_0, n_0) = \min_{m, n} S^k(m, n)$ , назовем оптимальной стратегией.

Лемма. Функция  $S^h = C_1 MN_x + C_2 MN_y$  (где  $N_x$  и  $N_y$  — число ожидаемых требований в I и II потоках соответственно, а  $M$  — знак математического ожидания) можно представить в таком виде

$$S^h = S^h(m, n) = \frac{C + (A(m) + B(m) \cdot n) \rho^n}{a(1 + D(m) \rho^n)}, \quad (1)$$

где  $C$  — известная константа;  $A(m)$ ,  $B(m)$  и  $D(m)$  — заданные ограниченные функции от  $m$ ,  $a = 1 - \rho$ .

Доказательство. Вероятность того, что в момент  $t$  в I канале имеется  $i$  ожиданий, а во II канале —  $j$  ожиданий в стационарном режиме, удовлетворяет следующей системе уравнений:

а) для некорректируемых состояний ( $i \geq 0$ ,  $0 \leq j < n$  или  $i = m$ ,  $j = n$ , или  $i > m$ ,  $j < n$ )

$$\begin{aligned} -2(\lambda + \mu)P(i, j) + \lambda P(i-1, j) + \lambda P(i, j-1) + \mu P(i+1, j) + \mu P(i, j+1) &= 0, \\ -2\lambda P(0, 0) + \mu P(0, 1) + \mu P(1, 0) &= 0, \\ -(2\lambda + \mu)P(i, 0) + \mu P(i, 1) + \lambda P(i-1, 0) + \mu P(i+1, 0) &= 0, \\ -(2\lambda + \mu)P(0, i) + \mu P(0, i+1) + \lambda P(0, i-1) + \mu P(1, i) &= 0; \end{aligned} \quad (2)$$

б) для «граничных» состояний

$$\begin{aligned} -(2\lambda + \mu)P(0, n) + 2\mu P(1, n) + \lambda P(0, n-1) &= 0, \\ -(2\lambda + 2\mu)P(i, n) + \lambda P(i-1, n) + \lambda P(i, n-1) + 2\mu P(i+1, n) &= 0, \quad 0 < i < m, \\ -2(\lambda + \mu)P(m, j) + \mu P(m+1, j) + \mu P(m, j+1) + 2\lambda P(m, j-1) &= 0, \quad j > n. \end{aligned} \quad (3)$$

Следовательно, из (1), (2) и условия (1'—3') имеем

$$\begin{aligned} S^h &= \sum_{i=0}^{\infty} \sum_{j=0}^{n-1} (C_1 i + C_2 j) P_{ij} + \sum_{i=m+1}^{\infty} \sum_{j=0}^{\infty} (C_1 i + C_2 j) P_{ij} + \\ &+ (m+1)(mC_1 + nC_2) P_{mn} + \sum_{i=0}^{m-1} (iC_1 + nC_2)(i+1) P_{in} + \\ &+ (m+1) \sum_{j=n+1}^{\infty} P_{mj} (mC_1 + C_2). \end{aligned} \quad (4)$$

Из [2], (2) и (3) получаем, что

$$P(i, j) = \frac{\rho^{i+j} a^2}{1 + D(m) \rho^n}.$$

Следовательно, с помощью [2], (4) получаем (1).

Теорема. а) При  $n \rightarrow \infty$  функция  $S^h(m, n) \rightarrow C/a$  равномерно относительно  $m$ ,  $C = \rho / (C_1 + C_2)$ , и эта сходимость определяется соотношением

$$\frac{Cn^2 h^2}{a(n^2 h^2 + D(m))} < S^h(m, n) < \frac{Cn^2 h^2 + A(m) + B(m)n}{an^2 h^2}, \quad (5)$$

где

$$h = (1 - \sqrt{\rho}) / \sqrt{\rho}.$$

б) при  $C - aS < 0$  система корректируется при  $n \geq n_0$ ,

$$n_0 = \left\lceil \frac{-B + \sqrt{B^2 - 4h^2(C - aS)}}{2h^2(C - aS)} \right\rceil,$$

где  $[k]$  — целая часть числа  $k$ .

При  $C - aS > 0$  система корректируется для любых  $n \in \{0; n_0 \wedge n_1\}$ , где

$$n_1 = \frac{\sqrt{SaD(m)}}{h\sqrt{C - aS}}.$$

Доказательство. Соотношение (5) легко можно получить из (1). Решение системы неравенств

$$S > \frac{Cn^2 h^2 + A(m) + B(m) \cdot n}{an^2 h^2} \quad \text{и} \quad S < \frac{Cn^2 h^2}{a(n^2 h^2 + D(m))}$$

доказывает пункт б).

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

(Поступило 1.6.1984)

მათემატიკა

რ. ტყეშელაშვილი

კორექციის ერთი ამოცანის შესახებ მასობრივი მომსახურების  
 ორარხიან სისტემაში

რეზიუმე

ნაშრომში აგებულია ოპტიმალური სტრატეგია მასობრივი მომსახურების ორარხიან კორექტორებად სისტემაში ფასის ფუნქციის მინიმიზაციისათვის იმ შემთხვევაში, როცა ორივე არხის პარამეტრები ერთნაირია, ხოლო „დანაკარგები“ სხვადასხვა.

MATHEMATICS

R. S. TKEBUCHAVA

ON THE CORRECTION PROBLEM IN A TWO-CHANNEL QUEUEING SYSTEM

Summary

An optimal strategy is considered for a two-channel queueing system with the correction minimizing the cost function.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. Л. Саати. Элементы теории массового обслуживания и ее приложения. М., 1971.
2. И. С. Градштейн, И. М. Рыжик. Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений. М., 1971.



Г. Ш. БЕКАУРИ

О СУММИРУЕМОСТИ МЕТОДОМ БОХНЕРА—РИССА КРАТКИХ ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИХ РЯДОВ ФУРЬЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Жижиашвили 16.6.1984)

Пусть  $E_N (N \geq 2)$ —евклидово пространство размерности  $N$ , элементы которого будем обозначать через  $x=(x_1, \dots, x_N)$ ,  $y=(y_1, \dots, y_N)$  и т. д.,

а через  $xy = \sum_{k=1}^n x_k y_k$ —скалярное произведение этих векторов. Пусть

$|x| = \sqrt{x \cdot x}$ —длина вектора  $x$ . Через  $\Omega_N$  обозначим единичную сферу  $\{x: x \in E_N, |x|=1\}$ .

Если  $f: E_N \rightarrow \mathbb{R}$ —локально интегрируемая и  $2\pi$ -периодическая функция по каждому аргументу, то положим

$$\hat{f}(x) \sim \sum a_{n_1 \dots n_N} e^{i(n_1 x_1 + \dots + n_N x_N)}, \quad (1)$$

где

$$a_{n_1 \dots n_N} = \frac{1}{(2\pi)^N} \int_{-\pi}^{\pi} \dots \int_{-\pi}^{\pi} f(x) e^{-i(n_1 x_1 + \dots + n_N x_N)} dx_1 \dots dx_N.$$

Средними Рисса порядка  $\delta \geq 0$  ряда (1) называются суммы

$$S_R^\delta(x; f) = \sum_{|n| < R} \left(1 - \frac{|n|^2}{R^2}\right)^\delta a_n e^{inx} \quad (R > 0).$$

Такие средние впервые рассмотрены Бохнером [1].

Пусть  $f_p: [0, +\infty[ \rightarrow \mathbb{R}$ ,  $p > 0$ , при этом

$$f_p(x, t) = f_p(t) = \begin{cases} -\frac{2}{B\left(p, \frac{N}{2}\right) t^{2p+N-2}} \int_0^t (t^2-s^2)^{p-1} s^{N-1} f_0(x, s) ds, & \text{если } t > 0. \\ f(x), & \text{если } t=0, \end{cases}$$

где

$$f_0(x, s) = \frac{\Gamma\left(\frac{N}{2}\right)}{2\pi^{N/2}} \int_{\Omega_N} f(x_1 + s y_1, \dots, x_N + s y_N) d\Omega_N.$$

Отметим, что средние  $f_p$  ввел Чандрасекхаран [2].

Через  $\tilde{\omega}(\cdot, f_p)$  обозначим модуль непрерывности функции  $f_p$ , т. е.



$$\tilde{\omega}(h, f_p) = \sup_{x \in E_N} \sup_{0 < \tau_i < h} \sup_{t \geq 0} |f_p(x, t + \eta) - f_p(x, t)|.$$

Заметим, что  $\tilde{\omega}(h, f_p) \leq \tilde{\omega}(h, f_0)$  при  $p \geq 0$ .

Пусть  $g$  ограниченная функция на  $[0, 2\pi]$ . Модулем изменения функции  $g$  называется функция  $v(\cdot, g)$  целочисленного неотрицательного аргумента, определенная следующим образом:

$$v(0, g) = 0, \text{ а при } n \geq 1$$

$$v(n, g) = \sup_{\pi_n} |g(x_{2k+1}) - g(x_{2k})|,$$

где  $\pi_n$  — произвольное разбиение интервала  $[0, 2\pi]$  на  $n$  непересекающихся интервалов  $(x_{2k}, x_{2k+1})$ ,  $k = \overline{0, n-1}$ . (Относительно последнего определения см. работу З. А. Чантурия [3].) Здесь же отметим, что многие свойства модуля изменения установлены в работах З. А. Чантурия (см., например, [3—4]) и были получены оценки для отклонений частных сумм ряда Фурье непрерывной функции от этой же функции в равномерной метрике.

Справедлива

**Теорема 1.** Если функция  $f: E_N \rightarrow \mathbb{R}$  непрерывна и  $\delta > p + \frac{N-1}{2}$ ,

то

$$\|S_R^\delta(\cdot) - f(\cdot)\|_C \leq A \tilde{\omega}\left(\frac{1}{R}, f_p\right), \quad p > 0, R \geq 1,$$

где  $A$  — положительная константа, не зависящая от  $R$ .

Аналогичная оценка в случае  $p = 0$  получена А. И. Степанцом [5, стр. 289, соотношения (6) и (8)].

**Теорема 2.** Если функция  $f: E_N \rightarrow \mathbb{R}$  непрерывна и  $\delta = p + \frac{N-1}{2}$ ,

то

$$\|S_R^\delta(\cdot) - f(\cdot)\|_C \leq B \min_{r \geq 1} \left\{ \tilde{\omega}\left(\frac{1}{R}, f_p\right) \ln r + \sum_{k=r+1}^{\infty} \frac{v(k, f_p)}{k^2} \right\}, \quad R \geq 1,$$

где положительная константа  $B$  не зависит от  $R$ .

В связи с последней теоремой см. нашу работу [6], где в случае  $\delta = \frac{N-1}{2}$  получена аналогичная оценка в терминах  $\tilde{\omega}(\cdot, f_0)$  и  $v(\cdot, f_0)$ .

Тбилисский государственный университет

(Поступило 21.6.1984)

მათემატიკა

ბ. ბეკაური

ფორმის ჯგერადი ტრიგონომეტრიული მწკრივების გონხნარ — რისის მეთოდით შეჯამებადობის შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილია ფორმის ჯგერადი ტრიგონომეტრიული მწკრივების სფერული კერძო ჯამების კრიტიკულზე მაღალი მაჩვენებლით გონხნარ — რისის საშუალოების ზოგიერთი აპროქსიმატული თვისება.



G. Sh. BEKAURI

ON THE SUMMABILITY BY THE BOCHNER-RIESZ METHOD OF  
 MULTIPLE TRIGONOMETRIC FOURIER SERIES

Summary

Some approximate properties of Bochner-Riesz means with more than critical power of multiple trigonometric Fourier series are studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. S. Bochner. Trans. Amer. Math. Soc., 40, 2, 1936, 175-207.
2. K. Chandrasekharan. Proc. Lond. M. S. 50, 3, 1945, 210-222.
3. З. А. Чантурия. ДАН СССР, 214, № 1, 1974, 63—66.
4. З. А. Чантурия. Матем. сб. 100 (142), № 4 (8), 1976, 534—553.
5. А. И. Степанец. Равномерные приближения тригонометрическими полиномами. Киев, «Наукова думка», 1981.
6. Г. Ш. Бекаури. Сообщения АН ГССР, 115, № 3, 1984, 485—488.

М. В. МИКШАВИЛИ

О КОГОМОЛОГИЯХ РАССЛОЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Берикашвили 27.6.1985)

Пусть  $(F \rightarrow E \rightarrow B)$  — расслоение с линейно связной базой и пусть  $\Lambda$  — кольцо с единицей. В работе [1] рассматривается комплекс  $C^*(B, H^*(F, \Lambda))$ , где дифференциал определен при помощи некоторой скреживающей коцепи  $h$  [1, 2] и вводится умножение с помощью некоторой коцепи  $Q$  такое, что алгебра когомологии этого комплекса изоморфна алгебре когомологии  $H^*(E, \Lambda)$ .

В этой работе будет измерен произвол в выборе пары  $(Q, h)$ .

Напомним, что (см. [1]), пара  $(Q, h)$  должна удовлетворять единственному условию: должны существовать коцепи  $k$  и  $\eta$  такие, что

$$\begin{aligned} \Delta\eta - kQ + ks(\varphi(h) \otimes \varphi''(k))E + \eta s(\varphi(h) \otimes \varphi(h))E &= 0, \\ \Delta k &= kh \end{aligned} \quad (1)$$

где

$$Q_{r,s} \in \text{Hom}(C_*(B, \Lambda), \text{Hom}(H^p(C_{b_n}) \otimes H^q(C_{b_n}), H^{p+q-r}(C_{b_0})))$$

$$h \in \text{Hom}(C_*(B, \Lambda), \text{Hom}(H(C_{b_n}), H(C_{b_0})))$$

$$\eta \in \text{Hom}(C_*(B, \Lambda), \text{Hom}(H(C_{b_n}) \otimes H(C_{b_n}), C_{b_0}))$$

$$k \in \text{Hom}(C_*(B, \Lambda), \text{Hom}(H(C_{b_n}), C_{b_0}))$$

$\tau = (b_0 < b_1 < \dots < b_n)$  — симплекс.

При этом  $k$  удовлетворяет начальному условию: для  $b_0 \in C_*(B, \Lambda)$   $k^0(b_0) : H(C_{b_0}) \rightarrow C_{b_0}$  есть гомоморфизм выбора циклов и  $Q^0$  для каждой вершины  $b_0 \in B$  есть гомоморфизм умножения.

Для четвертки  $(Q, \eta, h, k)$  определим понятие элементарного преобразования двух типов, данные ниже соответственно равенствами  $(2, 2')$  и  $(3, 3')$ .

Если

$$c \in \text{Hom}(C_*(B, \Lambda), \text{Hom}(H(C_{b_n}) \otimes H(C_{b_n}), H(C_{b_0})))$$

и

$$a \in \text{Hom}(C_*(B, \Lambda), \text{Hom}(H(C_{b_n}) \otimes H(C_{b_n}), C_{b_0})),$$

то определим

$$\begin{cases} \bar{Q} = Q - c(s(\varphi(h) \otimes \varphi(h))E) + hc + \delta c \\ \bar{h} = h \end{cases}, \quad (2)$$

$$\begin{cases} \bar{\eta} = \eta + as(\varphi(h) \otimes \varphi(h))E + \nabla a - kc \\ \bar{k} = k \end{cases} \quad (2')$$

Пусть

$$1 + p^0 + p^1 + \dots = 1 + p \in \text{Hom}(C_*(B, \Lambda), \text{Hom}(H(C_{b_n}), H(C_{b_0}))),$$

$$s = s^0 + s^1 + \dots \in \text{Hom}(C_*(B, \Lambda), \text{Hom}(H(C_{b_n}), C_{b_0})).$$

Пусть (см. [1])  $\varphi(h) \in \text{Var } H$  определен равенством

$$\varphi(h) = 1 - h - h \otimes h + \dots + (-1)^{\frac{p(p+1)}{2}} \underbrace{h \otimes h \otimes \dots \otimes h}_p + \dots$$

и пусть  $\alpha \in \text{Var } H$  и  $\beta \in \text{Var}(K, H)$  определены равенствами:

$$\alpha = p + h \otimes p + p \otimes \bar{h} + \dots + h \otimes h \otimes \dots \otimes h \otimes p \otimes \bar{h} \otimes \dots \otimes \bar{h} + \dots,$$

$$\beta = k \otimes \alpha.$$

Тогда рассмотрим

$$P = (1 + s(\varphi(\bar{h}) \otimes \alpha) E) (1 + s(\alpha \otimes \varphi(h)) E)$$

и

$$S = {}'P_1 + {}'P_2 + {}'P_3,$$

где

$${}'P_1 = ks(\alpha \otimes \varphi''(h)) E,$$

$${}'P_2 = \bar{k}s(\varphi(\bar{h}) \otimes \beta) E,$$

$${}'P_3 = s(\varphi(\bar{h}) \otimes \alpha) E.$$

Определим преобразования

$$\begin{cases} \bar{Q} = (1 + p) Q P^{-1} \\ \bar{h} = (1 + p) h (1 + p)^{-1} + \delta p (1 + p)^{-1}, \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} \bar{\eta} = S + \eta P^{-1} + s(1 + p) Q P^{-1} \\ \bar{k} = k(1 + p)^{-1} + s\bar{h} + \nabla s. \end{cases} \quad (3')$$

Нам понадобятся следующие леммы.

Лемма 1. Если четвертки  $(Q, \eta, h, k)$  и  $(\bar{Q}, \bar{\eta}, \bar{h}, \bar{k})$  связаны равенствами (2) и (2') и одна из этих четверток удовлетворяет уравнению (1) с начальным условием, то вторая также удовлетворяет уравнению (1) с начальным условием.

Лемма 2. Пусть четвертки  $(Q, \eta, h, k)$  и  $(\bar{Q}, \bar{\eta}, \bar{h}, \bar{k})$  связаны равенствами (3) и (3'). Тогда, если  $(Q, \eta, h, k)$  удовлетворяет уравнению (1) с начальным условием, то  $(\bar{Q}, \bar{\eta}, \bar{h}, \bar{k})$  также удовлетворяет уравнению (1) с начальным условием.

Лемма 3. Если четвертки  $(Q, \eta, h, k)$  и  $(\bar{Q}, \bar{\eta}, \bar{h}, \bar{k})$ , где  $(\bar{h}, \bar{k}) = (h, k)$  удовлетворяют уравнению (1) с начальным условием, то вторая четвертка получается из первой при помощи элементарного преобразования типа (2), (2').

Определим некоторое множество  $\bar{D}(B, H^*(F, \Lambda))$  следующим образом.

Рассмотрим любые пары  $(Q, h)$

$$Q = Q^0 + Q^1 + \dots, \quad Q^i \in \text{Hom}(C_i(B, \Lambda), \text{Hom}(H^p(C_{b_n}) \otimes H^q(C_{b_n}), H^{p+q-i}(C_{b_0})))$$

$$h = h^2 + h^3 + \dots, \quad h^i \in \text{Hom}(C_i(B, \Lambda), \text{Hom}(H^q(C_{b_n}), H^{q-i+1}(C_{b_0})))$$



такие, что

$$\begin{aligned} \nabla h &= hh \\ \nabla Q &= hQ + Qs(\varphi(h) \otimes \varphi(h)) E. \end{aligned} \quad (4)$$

Для пары  $(Q, h)$  определим элементарные преобразования двух типов, определенные соответственно равенством (2) и равенством (3).

Будем говорить, что пары  $(Q, h)$  и  $(\bar{Q}, \bar{h})$  эквивалентны, если существует конечная последовательность пар  $(Q_i, h_i)$  такая, что  $(Q_1, h_1) = (Q, h), \dots, (Q_n, h_n) = (\bar{Q}, \bar{h})$  и для каждого индекса  $(i, i+1)$  пара  $(Q_i, h_i)$  получается элементарным преобразованием типа (2) или (3) из  $(Q_{i-1}, h_{i-1})$  или наоборот.

Множество классов эквивалентности будем обозначать через  $\bar{D}(B, H^*(F, \Lambda))$ . Класс, содержащий пару  $(z, 0)$   $z = z^0 + z^1 + \dots$ , где  $z^i = 0, i > 0$ , а  $z^0$  — умножение, обозначим через  $0, 0 \in \bar{D}(B, H^*(F, \Lambda))$ .

В определении  $\bar{D}(B, H^*(F, \Lambda))$  не принимает участие само расслоение  $E$ , оно определено пространством  $B$  и локальной системой колец  $H^*(F, \Lambda)$  над ним. Таким образом,  $\bar{D}$  является функтором топологического пространства и локальной системы колец над ним.  $\bar{D}$  является контрвариантным функтором относительно  $B$ . Существует естественное преобразование функторов  $\bar{D} \rightarrow D$ , определенное соответствием  $(Q, h) \rightarrow h$ , где  $D$  определено в [2].

Из лемм 1, 2 и 3 легко следует

**Теорема 1.** Если четвертки  $(Q, \eta, h, k)$  и  $(\bar{Q}, \bar{\eta}, \bar{h}, \bar{k})$  удовлетворяют уравнению (1) с начальным условием, тогда пары  $(Q, h)$  и  $(\bar{Q}, \bar{h})$  эквивалентны. Этот класс  $\bar{d}(E) \in \bar{D}(B, H^*(F, \Lambda))$ , определенный следовательно единственным образом, функториален относительно индуцированных расслоений.

Пусть  $(Q, h)$  — любая пара, удовлетворяющая равенствам (4). В [1] в модуле  $Y = C^*(B, H^*(F, \Lambda))$  с помощью  $h$  вводится дифференциал с помощью  $Q$  и цепных операций из [3] определяется умножение  $Y_{(Q, h)} \otimes Y_{(Q, h)} \rightarrow Y_{(Q, h)}$ , сохраняющее дифференциал. Основной результат из [1] утверждает, что если  $(Q, \eta, h, k)$  — решение уравнения (1) с начальным условием, то кольцо, построенное двумя первыми коцепями  $(Q, h)$ ,  $Y_h$  имеет кольцо когомологий, изоморфной с кольцом когомологий расслоения  $E$ .

**Теорема 2.** Если пары  $(Q, h)$  и  $(\bar{Q}, \bar{h})$  удовлетворяют (4) и эквивалентны, т. е. если они определяют один и тот же элемент в  $\bar{D}(B, H^*(F, \Lambda))$ , то дифференциальные алгебры  $Y_{(Q, h)}$  и  $Y_{(\bar{Q}, \bar{h})}$  изоморфны как дифференциальные модули и после отождествления дифференциальных модулей  $Y_{(\bar{Q}, \bar{h})}$  и  $Y_{(Q, h)}$  умножения этих колец гомотопны. В частности, кольца когомологий  $H^*(Y_{(Q, h)})$  и  $H^*(Y_{(\bar{Q}, \bar{h})})$  — изоморфные кольца.

**Следствие 1.** Если расслоение  $E$  такое, что  $d(E) = 0$ , то кольцо когомологий  $H^*(E, \Lambda)$  изоморфно кольцу когомологий  $H^*(B \times F, \Lambda)$ .

Это следует из теорем 1 и 2 и основного результата из [1], сформулированного выше.

Следствие 2. Пусть  $E$  и  $E'$  — два расслоения над одной и той же базой и пусть локальные системы колец над  $B$ ,  $H^*(F)$  и  $H^*(F')$  изоморфны (тогда очевидно  $\bar{D}(B, H(F)) = \bar{D}(B, H(F'))$ ). Если  $d(E) = d(E')$ , то кольца когомологии  $H^*(E, \Lambda)$  и  $H^*(E', \Lambda)$  изоморфны.

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

(Поступило 28.6.1985)

მათემატიკა

ა. მიქიაშვილი

ფიზრაციონალური სივრცეების კომპოზიციური სტრუქტურის შესახებ

რეზიუმე

განმარტებულია ახალი ფუნქტორი ტოპოლოგიურ სივრცეთა კატეგორიაზე, რომლის ელემენტები აღწერენ ფიზრაციის მულტიპლიკატურ სტრუქტურას.

MATHEMATICS

M. V. MIKIASHVILI

## ON THE COHOMOLOGIES OF FIBER BUNDLES

Summary

A new functor, the elements of which describe the multiplicative structure of the fibration, is defined on the category of topological spaces.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. В. Микиашвили. Сообщения АН ГССР, 97, № 3, 1980.
2. Н. А. Берикашвили. Труды Тбил. матем. ин-та АН ГССР, т. 1, 1976.
3. Л. Г. Хелая. Сообщения АН ГССР, 96, № 2, 1979.

А. А. ДЗИДЗИГУРИ (академик АН ГССР), Д. И. ОМИАДЗЕ,  
 Р. Г. ШОТАДЗЕ, А. М. ПЕРАДЗЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕЛИНЕЙНО-ВЯЗКОГО ТРЕНИЯ  
 И ГИСТЕРЕЗИСНЫХ ПОТЕРЬ УПРУГИХ ЗВЕНЬЕВ  
 НАДДОЛОТНОГО АМОРТИЗАТОРА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ  
 ГАШЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ СТАНКОВ ШАРОШЕЧНОГО БУРЕНИЯ

Практикой бурения доказано, что одним из возможных путей снижения «вредных» вибраций станков шарошечного бурения и повышения их производительности является применение наддолотных амортизаторов на элементах из упруго-демпфирующих материалов (УДМ).

Аналитико-экспериментальными исследованиями установлено [1, 2], что в УДМ, которые в настоящее время применяются в наддолотных амортизаторах, преобладает либо нелинейно-вязкое, либо гистерезисное трение. В связи с этим интерес представляет аналитическое исследование вынужденных колебаний системы «шарошечный станок—буровой став-амортизатор» при наличии в ней упомянутых трений и сравнительный анализ полученных результатов.

Рассмотрим осциллятор с нелинейно-вязким трением (рис. 1), где приняты следующие обозначения:  $m_1$  — эквивалентная масса станка и бурового става, кг;  $m_2$  — масса подвижных частей амортизатора с долотом, кг;  $k_1$  — жесткость системы «станок-буровой став», Н/м;  $k_2$  — жесткость амортизатора; Н/м;  $b$  — коэффициент нелинейно-вязкого трения, размерность которого зависит от показателя нелинейности  $n$ ;  $F_0$  — амплитуда возмущающей силы, Н;  $\omega$  — частота возмущающей силы, Гц;  $x_1, x_2$  — координаты смещения системы «станок-буровой став» и амортизатора, соответственно, м.

Движение исследуемой системы описывается уравнениями

$$\begin{aligned} m_1 \ddot{x}_1 &= -k_1 x_1 + k_2 (x_2 - x_1) + b (\dot{x}_2 - \dot{x}_1) |\dot{x}_2 - \dot{x}_1|^{n-1}; \\ m_2 \ddot{x}_2 &= -k_2 (x_2 - x_1) - b (\dot{x}_2 - \dot{x}_1) |\dot{x}_2 - \dot{x}_1|^{n-1} + F_0 \sin \omega t. \end{aligned} \quad (1)$$

Система нелинейных уравнений (1) решена методом энергетического баланса [1].

Частное решение системы (1), которое описывает вынужденные колебания бурового става и станка в целом, имеет вид

$$x_1 = A_1 \sin(\omega t + \gamma),$$

где

$$A_1 = \frac{F_0 k_2 (m_1 m_2)^{-1}}{k_2 + b_0 \omega}$$

$$\times \sqrt{\frac{k_2^2 + b_0^2 \omega^2}{\left[ \omega^4 - \left( \frac{k_1}{m_1} + \frac{k_2}{m_2} + \frac{k_2}{m_1} \right) \omega^2 + \frac{k_1 k_2}{m_1 m_2} \right]^2 + \left\{ b_0 \left[ \frac{k_1 \omega}{m_1 m_2} - \left( \frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right) \omega^3 \right] \right\}^2}}$$



— амплитуда смещения системы «станок—буровой став», м;  $\mu$  — коэффициент вязкого трения, который при  $n=2$ , согласно [1], равен

$$b_0 = 0,85 |A_1 - A_2| b \omega. \quad (2)$$

В (2)  $A_2$  — амплитуда смещения вала амортизатора с долотом, м. Коэффициент динамичности

$$\mu = \frac{k_1 k_2 (m_1 m_2)^{-1}}{k_2 + b_0 \omega} \times \sqrt{\frac{k_1^2 + b_0^2 \omega^2}{\left[ \omega^4 - \left( \frac{k_1 + k_2}{m_1} + \frac{k_2}{m_2} \right) \omega^2 + \frac{k_1 k_2}{m_1 m_2} \right]^2 + \left\{ b_0 \left[ \frac{k_1 \omega}{m_1 m_2} - \left( \frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right) \omega^3 \right] \right\}^2}}. \quad (3)$$

При гистерезисных потерях [1] площадь петли гистерезиса

$$\psi = \alpha A^{n-1}, \quad (4)$$

где  $\alpha$  — постоянный коэффициент, не зависящий от амплитуды цикла, размерность которого также зависит от  $n$ ;  $A$  — амплитуда смещения УДМ, м.

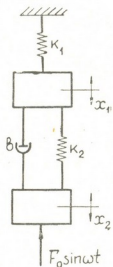


Рис. 1

Экспериментальными работами установлено [2], что для УДМ с явно выраженными гистерезисными потерями параболического типа коэффициент  $\alpha$ , характеризующий необратимые потери в материале, не является постоянной величиной и зависит от амплитуды цикла, т. е.

$$\alpha = \beta_1 + \beta_2 A, \quad (5)$$

где  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  — коэффициенты, определяемые экспериментально.

Подставляя (5) в (4), получаем

$$\psi = (\beta_1 + \beta_2 A) A^{n-1}.$$

Используя метод энергетического баланса, найдем

$$b_0 = (A_1 - A_2) [\beta_1 + \beta_2 (A_1 - A_2)] (\pi \omega)^{-1}. \quad (6)$$

Сравнительный анализ выражений (2), (3) и (6) показывает следующее:

1. С увеличением рабочего хода амортизатора до возможных практических значений эффективность гашения вынужденных колебаний системы «станок—буровой став-амортизатор» при гистерезисном тре-



ნიი возрастает значительно больше, чем при нелинейно-вязком сопро-  
твлении.

2. В отличие от амортизаторов с нелинейно-вязким трением, гаси-  
тели с гистерезисными потерями являются хорошим фильтром низко-  
частотных составляющих колебаний системы «станок—буровой став».

Таким образом, для эффективного гашения колебаний системы  
«станок—буровой став» целесообразно применять амортизаторы, упру-  
гие звенья которых характеризуются гистерезисными потерями.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт горной механики  
им. Г. И. Цулукидзе

(Поступило 25.11.1983)

მეცნიერება

ბ. ძიმიჯური (საქ. სსრ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი), დ. ომიადზე, რ. შოთაძე,  
ა. შერაძე

საბუხეზად ამორტიზატორის დრეკადი რგოლის არაწრფივი-ბლანტი  
ხახუნისა და ჰისტერეზისული კარგების გავლენის კვლევა საბურღი  
ფრეზ-დაზგების რხევების ჩაქროვის ეფექტურობაზე

რეზიუმე

ანალიზურად გამოკვლეულია საბურღი ფრეზ-დაზგების დინამიკა სატეხ-  
ზედა ამორტიზატორის დრეკადი რგოლის არაწრფივი-ბლანტი ხახუნისა და  
ჰისტერეზისული კარგების გათვალისწინებით.

განსაზღვრულია საკვლევი სისტემის დინამიურობისა და ამორტიზატორის  
ეკვივალენტური წრფივი წინაღობის კოეფიციენტები.

MECHANICS

A. A. DZIDZIGURI, D. I. OMIADZE, R. G. SHOTADZE, A. M. PERADZE

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF THE NONLINEAR  
VISCIOUS FRICTION AND HYSTERETIC LOSS OF THE RESILIENT  
COMPONENT ELEMENT OF THE ABOVE-BIT SHOCK ABSORBER  
ON THE VIBRATION DAMPING EFFICIENCY OF DRILLING  
MILL MACHINES

Summary

The dynamics of drilling mill machines has been investigated analytically with regard for the nonlinear viscous friction and the hysteretic loss of the resilient component element of the above-bit shock absorber.

The dynamic-response factor and that of the equivalent linear resistance of the shock absorber of the system under investigation have been determined.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Я. Г. Пановко. Введение в теорию механических колебаний. М., 1980.
2. А. А. Дзидзигური и др. ФТПРПИ, № 6, 1982.





А. Г. ГАБЕЛАЯ

ЗАДАЧИ МОДАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ И СТАБИЛИЗАЦИИ  
 ДЛЯ ОДНОГО КЛАССА ЛИНЕЙНЫХ АВТОНОМНЫХ СИСТЕМ  
 С НЕПОЛНОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ

(Представлено академиком В. К. Чичинадзе 8.12.1983)

Будем изучать задачи модального управления (получения наперед заданного спектра) [1, 2] и стабилизации [1, 3] систем вида

$$\begin{aligned} \dot{x} &= Ax + Bu, \\ y &= Hx, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $x \in R^n$ ,  $u \in R^m$ ,  $y \in R^l$  ( $m < n$ ,  $l < n$ ) — соответственно, векторы состояния, управления и наблюдения системы;  $A, B, H$  — постоянные матрицы размерностей  $n \times n$ ,  $n \times m$ ,  $l \times n$  в классе управлений по выходу

$$u = Cy = CHx. \quad (2)$$

Здесь  $C$  — постоянная  $m \times l$ -матрица.

При этом, как известно [4], без ограничения общности можно считать, что

$$\text{rank } B = m; \text{ rank } H = l. \quad (3)$$

Имеет место следующее утверждение:

Лемма. 1) Если матрица  $A$  представима в виде

$$A = B\tilde{A}, \quad (4)$$

где  $\tilde{A}$  — некоторая  $m \times n$ -матрица, то характеристическое уравнение системы (1), (2) представимо в виде

$$s^{n-m} \cdot |B^T \tilde{A}^T + B^T H^T C^T - s E_m| = 0. \quad (5)$$

2) Если же матрица  $A$  представима в виде

$$A = \tilde{A}H, \quad (6)$$

где  $\tilde{A}$  — некоторая  $n \times l$ -матрица, то характеристическое уравнение системы (1), (2) представимо в виде

$$s^{n-l} |H\tilde{A} + HBC - s E_l| = 0. \quad (7)$$

Доказательство. Поскольку доказательство этого утверждения в обоих рассматриваемых случаях совершенно аналогично, проведем ее только для первого случая.

В этом случае согласно (4), левую часть характеристического уравнения системы (1), (2)

$$|A + BCH - s E_n| = 0,$$

можно записать в виде  $|B(\tilde{A} + CH) - s E_n|$ .



Далее очевидно, что

$$|B(\tilde{A}+CH) - sE_n| = s^n \left| \frac{1}{s} B(\tilde{A}+CH) - E_n \right|.$$

Откуда на основе известного детерминантного равенства (см [5])

$$|E_n + NM| = |E_m + MN|.$$

где  $M$  и  $N$  — матрицы размерностей  $m \times n$ ,  $n \times m$  соответственно, получаем

$$|B(\tilde{A}+CH) - sE_m| = s^n \left| \frac{1}{s} (\tilde{A}+CH)B - E_m \right|.$$

С учетом

$$\begin{aligned} s^n \left| \frac{1}{s} (\tilde{A}+CH)B - E_m \right| &= s^{n-m} |\tilde{A}B + CHB - sE_m| = \\ &= s^{n-m} |B^T \tilde{A}^T + B^T H^T C^T - sE_m| \end{aligned}$$

приходим к утверждению Леммы.

Таким образом приходим к следующему выводу: если матрица  $A$  представима в виде (4), система (1), (2) будет иметь (по крайней мере)  $n-m$ -кратное нулевое характеристическое значение. Остальные же характеристические значения определяются из следующей системы размерности  $m$ :

$$\begin{aligned} \dot{z} &= B^T \tilde{A}^T z + B^T H^T v, \\ v &= C^T z. \end{aligned} \quad (8)$$

Сделаем некоторые уточнения относительно последней системы управления.

На основе известных неравенств Сильвестра [6] имеем

$$\begin{aligned} \text{rank } B + \text{rank}(\tilde{A}+CH) - n &\leq \text{rank } B(\tilde{A}+CH) \leq \\ &\leq \min \{ \text{rank } B, \text{rank}(\tilde{A}+CH) \}. \end{aligned}$$

Откуда с учетом (3) и очевидных условий

$$0 \leq \text{rank}(\tilde{A}+CH) \leq m,$$

получаем

$$m - n + \text{rank}(\tilde{A}+CH) \leq \text{rank } B(\tilde{A}+CH) \leq \text{rank}(\tilde{A}+CH).$$

Отсюда легко видеть, что кратность нулевого характеристического значения системы (1), (2) будет по крайней мере  $n - \text{rank}(\tilde{A}+CH)$ . Следовательно, кратность нулевого характеристического значения системы (8) будет минимум

$$n - \text{rank}(\tilde{A}+CH) - (n - m) = m - \text{rank}(\tilde{A}+CH)$$

Если же матрица  $A$  представима в виде (6), то система (1), (2) будет иметь (по крайней мере)  $n-l$ -кратное нулевое характеристическое значение, а остальные характеристические значения определяются из следующей системы размерности  $l$ :

$$\begin{aligned} \dot{z} &= H\bar{A}z + HBv, \\ v &= Cz. \end{aligned} \quad (9)$$

При том, аналогично вышеизложенному можно найти нижнюю оценку для кратности нулевых характеристических значений системы (9)

$$l - \text{rank}(\bar{A}+BC).$$



Таким образом, в случае представимости матрицы  $A$  в виде (4) или (5), задачи модального управления и стабилизации системы (1) сводятся к аналогичным задачам для систем с полной информацией (8) или (9) (соответственно).

Наконец, если учесть, что необходимым и достаточным условием представимости  $A$  в виде (4) или (5) являются условия [7]

$$\text{rank}(A, B) = m \quad (10)$$

или

$$\text{rank} \begin{pmatrix} A \\ H \end{pmatrix} = l, \quad (11)$$

соответственно.

На основе вышеизложенного и результатов работ [8—10], приходим к справедливости следующих утверждений:

**Теорема 1.** Если матрицы  $A$  и  $B$  удовлетворяют условию (10), то для системы (1), в классе управлений вида (2):

1) Задача получения любого, наперед заданного спектра, содержащего по крайней мере  $n - m$  нулевых характеристических значений, разрешима тогда и только тогда, когда

$$\text{rank}(B^T \tilde{A}^T - s E_m, B^T H^T) = m, \quad \forall s \quad (12)$$

2) Задача стабилизации до устойчивой (неасимптотически) по Ляпунову разрешима тогда и только тогда, когда

$$\text{rank}(B^T \tilde{A}^T - s E_m, B^T H^T) = m, \quad \forall s, \text{Res} > 0 \quad (13)$$

где  $s$  — комплексный параметр, а  $\tilde{A}$  является решением матричного уравнения (4).

**Теорема 2.** Если матрицы  $A$  и  $H$  удовлетворяют условию (11) то для системы (1) в классе управлений вида (2):

1) Задача получения любого, наперед заданного спектра, содержащего по крайней мере  $n - l$  нулевых характеристических значений, разрешима тогда и только тогда, когда

$$\text{rank}(H \bar{A} - s E_l, HB) = l, \quad \forall s \quad (14)$$

2) Задача стабилизации до устойчивой (неасимптотически) по Ляпунову разрешима тогда и только тогда, когда

$$\text{rank}(H \bar{A} - s E_l, HB) = l, \quad \forall s, \text{Res} > 0 \quad (15)$$

где  $s$  — комплексный параметр, а  $\bar{A}$  является решением матричного уравнения (5).

**Замечание 1.** Следует отметить, что для проверки выполнения условий (11)—(15) может быть использована алгоритмическая процедура, предложенная в работах [9—10].

**Замечание 2.** Вышеизложенные результаты соответствующим образом могут быть обобщены для систем с запаздыванием вида

$$\dot{x}(t) + Ax(t) + A_1x(t - \tau) + Bu(t)$$

$$y(t) = Hx(t)$$

(см. [9, 10]).

Институт управления  
 народным хозяйством  
 при ГКНТ СССР

(Поступило 9.12.1983)

კიბერნეტიკა

ა. გაბელაია

მოდალური მართვისა და სტაბილიზაციის ამოცანები წრფივი  
 ავტონომიური სისტემების ერთი კლასისათვის არასრული  
 ინფორმაციით

რეზიუმე

გამოყოფილია წრფივი სისტემების ერთი კლასი არასრული ინფორმაციით, რომლისთვისაც მოდალური მართვისა და სტაბილიზაციის ამოცანები დაიყვანება ანალოგიურ ამოცანებამდე ნაკლები განზომილების სისტემისათვის სრული ინფორმაციით.

CYBERNETICS

A. G. GABELAIA

MODAL CONTROL AND STABILIZATION PROBLEMS FOR ONE  
 CLASS OF LINEAR AUTONOMOUS SYSTEMS WITH INCOMPLETE  
 INFORMATION

Summary

A class of linear systems with incomplete information, for which the modal control and stabilization problems may be reduced to analogous problems for systems with complete information of lesser dimension, is described.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Тагоkh. Electron. Lett., 3, № 5, 1977.
2. А. М. Мейлахс. Автоматика и телемеханика, № 7, 1978.
3. Е. А. Гальпериц, Е. И. Дергачева. Автоматика и телемеханика, № 8, 1968.
4. Е. А. Гальпериц, Н. Н. Красовский. ПММ, № 6, 1963.
5. Х. Квакернаак, Р. Сиван. Линейные оптимальные системы управления. М., 1977.
6. Ф. Р. Гантмахер. Теория матриц. М., 1967.
7. В. Porter. Int. J. Contr., 25, № 3, 1977.
8. Т. R. Crossley, В. Porter. Electron. Lett., 9, № 3, 1973.
9. А. Г. Габелая, В. И. Иваненко, О. Н. Одарич. Автоматика и телемеханика, № 2, 1976.
10. А. Г. Габелая. Автореферат канд. дисс., Киев, 1975.



Н. Е. ЧХАТАРАШВИЛИ. А. Г. КЕВХИШВИЛИ

## МЕТОД КОНЦЕПТУАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПРИМЕНЕНИИ К ЗАДАЧЕ МАРШРУТИЗАЦИИ

(Представлено академиком В. К. Чичинадзе 17.4.1985)

В условиях гибкого автоматизированного производства приходится часто менять маршрутные карты изделий. Требуется поэтому разработка оперативных методов для составления маршрутных карт. Аналитические методы, основанные на теории расписаний, здесь мало пригодны, если технологический процесс включает большое число операций и изделий. Перспективным является подход, основанный на применении техники искусственного интеллекта, в частности, баз знаний [1]. Целью настоящей заметки является краткое описание простого концептуального языка (разработанного авторами совместно с Г. С. Плесневичем на основе идей, изложенных в [2, 3]) и демонстрация того, как этот язык может быть применен к задаче составления маршрутных карт.

Рассматриваемый концептуальный язык содержит средства для описания событий, т. е. понятий, объекты которых существуют в течение определенных моментов времени. Формально понятие  $S$  есть тройка  $(U^c, E^c, \sim^c)$ , где  $U^c$  — непустое множество имен индивидов (констант) и переменных;  $E^c$  — подмножество  $U^c$ , не содержащее переменных;  $\sim^c$  — отношение эквивалентности, заданное на  $E^c$ . Множества  $U^c$  и  $E^c$  называются универсумом и экстенсионалом понятия  $S$ , а отношение  $\sim^c$  — синонимией. Для спецификации универсумов понятий используются структурные, а для спецификации экстенсионалов — логические предложения концептуального языка. Конечное множество структурных и логических предложений называется концептуальной схемой.

В качестве структурных предложений берутся выражения вида  $A[B_1, \dots, B_n]$ , где  $A, B_j$  — имена понятий. Таким образом, в отношении структуры понятий наш концептуальный язык близок к реляционному языку [4]. Отличие лишь в том, что в реляционном языке понятия лежат на двух уровнях — уровне отношений и уровне атрибутов. В концептуальном языке понятия могут лежать на многих уровнях. Допустима даже рекурсия в уровнях.

В концептуальной схеме понятие может быть началом не более чем одного структурного предложения. Понятие, не являющееся началом никакого структурного предложения, называется примитивным.

Логические предложения концептуального языка делятся на функциональные зависимости, кратно-функциональные зависимости, временные кратно-функциональные зависимости и импликации. Функ-  
18. „მეცნიერება“, ტ. 19, № 2, 1985



циональная зависимость есть выражение вида  $X \rightarrow Y(A)$ , где  $A$  — имя понятия, а  $X$  и  $Y$  — списки имен понятий. Кратно- $\varphi$  функциональная зависимость есть выражение вида  $X \xrightarrow{k} Y(A)$ , где  $k$  — натуральное число, а временная кратно-функциональная зависимость есть выражение вида  $X \xrightarrow[k]{\text{вр}} Y(A)$ .

Импликация есть выражение вида  $A(\alpha) \Rightarrow B(\beta) \{C\}$ , где  $A$ ,  $B$  и  $C$  — имена понятий, а  $\alpha$  и  $\beta$  обозначают так называемые условия. Условие есть конъюнкция атомов  $\gamma_1; \dots; \gamma_k$ , где  $\gamma_j$  обозначает атом, а точка с запятой используется как символ конъюнкции. Атомы являются элементарными условиями и имеют вид бинарных отношений  $\Theta$ , связывающих термы  $\tau$  и  $\sigma$ :  $\tau\Theta\sigma$ . Бинарные отношения берутся из некоторого стандартного набора, включающего « $=$ », « $\neq$ », « $\subset$ » и « $\notin$ ». Термы определяются индуктивно: (а) константа есть терм, (б) переменная есть терм, (в) селектор есть терм, (г) если  $\sigma$  и  $\tau$  — термы, то  $\sigma + \tau$  — терм. Селекторы определяются также индуктивно: (а) имя понятия есть селектор, (б) если  $F$  — селектор, а  $C$  — имя понятия, то  $F \cdot C$  — селектор.

Рассмотрим как специфицируются универсумы понятий концептуальной схемы. Сначала для каждого непримитивного понятия  $C$  следует указать его домен  $\text{dom}(C)$  — непустое множество констант. По определению для примитивного понятия  $C$  полагаем  $U^C = \text{dom}(C) \cup \{?c_j / j \in N\}$ , где  $N = \{0, 1, 2, \dots\}$  и  $?c_j$  — переменные.

Универсум  $U^A$  непримитивного понятия  $A$  определяется следующим образом. Пусть в концептуальную схему  $S$  входит структурное предложение  $A[B_1, \dots, B_n]$ . Тогда  $U^A$  по определению содержит простые «внутренние» имена  $a_j$ ,  $j \in N$ , простые переменные  $?a_j$ ,  $j \in N$  и составные имена  $[B_1 : b_1, \dots, B_n : b_n]$ ,  $b_i$  — простое имя или простая переменная из  $U^{B_i}$ . Таким образом, если зафиксировать домены примитивных понятий, то универсумы всех понятий схемы  $S$  будут однозначно определены.

Состоянием схемы  $S$  (в заданном универсуме  $U$ ) называется назначение  $\varphi$  каждому непримитивному понятию  $A$  этой схемы некоторого конечного подмножества универсума  $U_A$  вместе с отношением синонимии, которое задается взаимно однозначным соответствием между простыми и составными именами. Состояние  $\varphi$  мы представляем совокупностью таблиц  $\varphi(A)$  для всех непримитивных понятий  $A$  из  $S$ . Таблица  $\varphi(A)$  имеет в качестве заголовка строку  $(\varphi(A), B_1, \dots, B_n)$ . Остальные строки этой таблицы имеют вид  $(a, b_1, \dots, b_n)$ , что кодирует отношение  $a \sim [B_1 : b_1, \dots, B_n : b_n]$ .

Денотативная семантика концептуального языка дается в терминах моделей концептуальных схем. Модель — это состояние, не содержащее переменных, в котором истинны все логические предложения схемы. Пусть  $B$  — компонента понятия  $A$ , т. е.  $A[B, \dots] \in S$ . Для любого  $a \in \varphi(A)$  положим  $a \cdot B = b$ , если  $a \sim [B : b, \dots] \in S$ .

Семантика функциональной зависимости определяется обычным образом [4]. Кратно-функциональная зависимость есть обобщение функциональной зависимости, когда допускаются таблицы, в которых может содержаться не более чем  $k$  строк с одинаковыми  $X$ -частями, но различными  $Y$ -частями. Значением выражения  $A(\alpha)$  будем считать множество  $[A(\alpha)] = \{a \in \varphi(A) / a \text{ удовлетворяет } \alpha\}$ . Если  $\alpha = \gamma_1; \dots; \gamma_k$ ,  $[A(\alpha)] = [A(\gamma_1)] \cap \dots \cap [A(\gamma_k)]$ . Если  $\alpha = \tau\Theta\sigma$ , то  $[A(\tau\Theta\sigma)] = \{a \in \varphi(A) / a \cdot \tau \Theta a \cdot \sigma\}$ , где значение  $a \cdot \tau$  определяется индуктивно: (а) если  $\tau = b \in \varphi(B)$  и  $B$  — компонента  $A$ , то  $a \cdot \tau = b$ , (б) если

$\tau = B \cdot F$ , то  $a \cdot \tau = (a \cdot B) \cdot F$ , (в) если  $\tau = \sigma + \rho$ , то  $a \cdot \tau = a \cdot \sigma + a \cdot \rho$ . Импликация  $A(x) \Rightarrow B(x) \{C\}$  считается истинной в состоянии  $\varphi$ , если  $[A(x)] C \subseteq [B(x)] \cdot C$ . Истинность временных кратно-функциональных зависимостей определяется в состояниях концептуальных схем, включающих события. Событие — это понятие  $D$ , имеющее две специальных компоненты НАЧ и КОН (начало и конец) с общим доменом  $\text{dom}(\text{НАЧ}) = \text{dom}(\text{КОН}) = N$ . При этом предполагается, что  $d \cdot \text{НАЧ} \leq d \cdot \text{КОН}$  для всех  $d \in \varphi(D)$  в любом допустимом состоянии  $\varphi$ . Для каждого  $t \in N$  определим  $t$ -срез  $\varphi(t)$  положив  $(\varphi/t)(A) = \varphi(A)$  для понятий  $A$ , не являющихся событиями, и  $(\varphi/t)(D) = \{d \in \varphi(D) / d \cdot \text{НАЧ} \leq t \leq d \cdot \text{КОН}\}$ . Мы считаем, что временная кратно-функциональная зависимость  $A \xrightarrow[k]{\text{вр}} B \{C\}$  истинна в состоянии  $\varphi$ , если в каждом  $t$ -срезе истинна кратно-функциональная зависимость  $A \xrightarrow[k]{\text{вр}} B \{C\}$ .

Операционная семантика концептуального языка дается в терминах пополняющих преобразований состояний. Для состояний  $\varphi$  и  $\psi$  положим  $\varphi < \psi$ , если найдется подстановка  $\lambda$  некоторых констант или переменных вместо переменных, входящих в  $\varphi$ , причем такая подстановка, что  $\varphi \lambda \subseteq \psi$ . Мы разработали алгоритм дедукции в концептуальном языке, который применим к произвольному (конечному) непротиворечивому состоянию  $\varphi$  произвольной ациклической (т. е. не имеющей циклов компонент) схеме  $S$  и который строит последовательность состояний  $\varphi = \varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_m$  такую, что  $\varphi_i < \varphi_{i+1}$  и  $\varphi_m$  является моделью схемы  $S$ . Алгоритм дедукции выполняет переход от  $\varphi_i$  к  $\varphi_{i+1}$  в два этапа. На первом этапе  $\varphi_i$  расширяется путем введения констант и переменных, а на втором этапе производится такая специализация переменных, чтобы в результирующем состоянии  $\varphi_{i+1}$  были выполнены все кратно-функциональные зависимости. В результате дедукции получается некоторая модель  $\varphi' > \varphi$ , достаточно близкая к минимальной. (Минимизируемым параметром служит «длительность» модели, т. е. наибольшее значение в модели атрибута КОН.).

Моделируя задачу маршрутизации, для конкретности будем считать, что она связана с обработкой деталей некоторой номенклатуры на металлорежущих станках. Здесь в качестве событий берутся операции обработки деталей на станках различного типа. Например, записывая структурное предложение ФРЕЗ-ТОРЦ[ДЕТАЛЬ, СТАНОК, НАЧ, КОН], мы представляем информацию, что деталь проходит операцию фрезерования торцов на некотором станке от некоторого момента НАЧ до некоторого момента КОН. Информация о том, что деталь имеет атрибут «тип» и содержится в некоторой «партии» представляется структурным предложением ДЕТАЛЬ[ТИП—ДЕТ, ПАРТИЯ]. Структурное предложение ПАРТИЯ[ИЗГОТ, ДАТА] представляет информацию, что партия характеризуется некоторым изготовителем и датой выпуска.

Предположим, что нам нужно записать следующий элементарный фрагмент технологического знания: «после фрезерования торцов, ступенчатый вал, если он принадлежит партии с датой не раньше мая 1984 года, должен в течение 12 минут проходить черновую токарную обработку». Тогда мы используем импликацию ФРЕЗ-ТОРЦ(ДЕТАЛЬ.ТИП—ДЕТ=ст-вал; ДЕТАЛЬ.ПАРТИЯ.ДАТА  $\geq$  V—1984; КОН= $t$ )  $\Rightarrow$  ЧЕРН—ТОК—ОБР (НАЧ  $\geq t$ ; НАЧ + 12=КОН) [ДЕТАЛЬ]. Временная кратно-функциональная зависимость ДЕТАЛЬ  $\xrightarrow[k]{\text{вр}}$  СТАНОК

(ФРЕЗ—ТОРЦ) представляет условие, что в любой текущий момент времени данная деталь, проходя фрезерование торцов, может обрабатываться только на одном станке.

В качестве начального состояния  $\varphi$  построенной концептуальной схемы  $S$  мы можем выбрать такое, что в таблице  $\varphi$  (ДЕТАЛЬ) представлены сведения о всех деталях, подлежащих обработке, в таблице  $\varphi$  (СТАНОК) — сведения об имеющихся в наличии станках, в таблице  $\varphi$  (ПАРТИЯ) — информацию о принадлежности деталей партиям и т. п. Для каждого события  $D$  таблицы  $\varphi(D)$  пусты. Применяв алгоритм дедукции к состоянию  $\varphi$  и схеме  $S$ , мы получим некоторую «суб-оптимальную» модель  $\mu$ , из которой легко извлекаются маршрутные карты для всех деталей.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 18.4.1985)

კიბერნეტიკა

ბ. ჩხატარაშვილი, ა. კევხიშვილი

კონცეპტუალური მოდელირების მეთოდის გამოყენება  
მარშრუტიზაციის ამოცანისათვის

რეზიუმე

ვანხილულია კონცეპტუალური ენა, რომელიც შეიცავს მოვლენების აღწერის საშუალებებს. ეს ენა მოქნილ ავტომატიზებულ საწარმოო სისტემაში მარშრუტიზაციის ამოცანის კონცეპტუალური მოდელირების ადეკვატურია.

CYBERNETICS

N. E. CHKHATARASHVILI, A. G. KEVKHISHVILI

CONCEPTUAL MODELLING METHOD AND ITS APPLICATION  
TO THE ROUTING PROBLEM

Summary

A conceptual language with means of representing events is described. The language is adequate for the conceptual modelling of the routing problem for systems of flexible manufacturing.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. B. P. Allen, S. F. Smith, M. Fox. Carnegie Mellon Univ. Harrisburg, 1982.
2. Г. С. Плесневич. Техн. кибернетика, № 5, 1982.
3. Г. С. Плесневич. Сб. «Проблемы искусственного интеллекта и распознавания образов». Киев, 1984.
4. Дж. Ульман. Основы систем баз данных. М., 1982.





А. Ш. ГАВАШЕЛИ, Д. Г. ДЖИНЧАРАДЗЕ, Н. К. КУЦИДИ,  
 Р. Г. САЛУКВАДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР), Д. И. ХУБУА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ОБЛАСТИ ИСПУСКАНИЯ  
 ПИОНОВ В  $\pi$ - $p$ -ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ПРИ 5 ГэВ/с

Определение пространственных характеристик процессов множественной генерации частиц при высоких энергиях позволяет получить сведения о механизме их образования. С этой целью в последнее время были проведены исследования в адрон-адронных [1], адрон-ядерных [2], ядро-ядерных [3] и лептон-лептонных [4] взаимодействиях. При анализе экспериментальных данных авторы пользовались разными методами [4--6], которые основываются на корреляционном эффекте между тождественными бозонами, приводящем к увеличению вероятности рождения двух тождественных пионов в одном квантовом состоянии по сравнению с нетождественными частицами.

В настоящей работе мы воспользовались методом, описанным в работе [4], который основывается на предположении, что источники пионов имеют пространственное гауссово распределение

$$\rho(\vec{r}) \sim \exp[-\vec{r}^2/(2r_0)^2],$$

где  $\rho(\vec{r})$  — плотность вероятности рождения пионов в точке с радиус-вектором  $\vec{r}$ , а  $r_0$  — величина, интерпретируемая как средний радиус области их рождения.

Подобное предположение приводит к отношению

$$R_{BE} = \frac{N^{\pi\pi}}{N_0^{\pi\pi}} = 1 +$$

$$+ \exp(-r_0^2 |\vec{K}_1 - \vec{K}_2|^2), \quad (2)$$

где  $N^{\pi\pi}$  и  $N_0^{\pi\pi}$  — число пар интерферирующих и неинтерферирующих пионов с данной эффективной массой,

а  $\vec{K}_1$  и  $\vec{K}_2$  — волновые векторы пионов; в качестве пар неинтерферирующих пионов (т. н. «фон») были выбраны пары  $\pi^+ \pi^-$ -мезонов (далее будем обозначать  $N^{\pi^+\pi^-} = N^{++}$  и т. п.).

Экспериментальное распределение

$$R_{BE} = f(Q^2), \quad (3)$$

где  $Q^2 = M_{\pi\pi}^2 - (n \cdot m_\pi)^2$  (здесь  $n$  — число интерферирующих пионов,  $M_{\pi\pi}$  — их эффективная масса,  $m_\pi$  — масса покоя пиона), аппроксимируется формулой

$$R_{BE} = A [1 + \lambda \exp(-\beta Q^2)]. \quad (4)$$

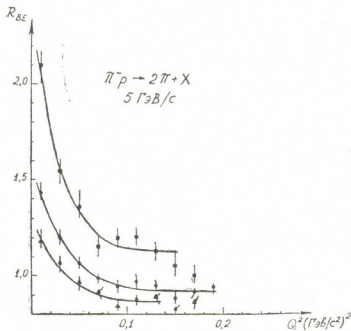


Рис. 1. Отношение числа одно- и разноименных пионов во всех событиях как функция  $Q^2$  для: ● —  $N^{\pi^+\pi^+}$ ; ▲ —  $N^{\pi^-\pi^+}$ ; ■ —  $N^{\pi^+\pi^0}$ . Кривые — результат аппроксимации согласно (4)

Таблица 1

Результаты аппроксимации в реакции  $\pi^- p \rightarrow 2\pi^+ X$  отношения (3) согласно (4)

Параметры	$N^{\pm\pm}/N^{+-}$			$N^{++}/N^{+-}$	$N^{--}/N^{+-}$	Отбор согласно критериям		
	4-лучевые	6-лучевые	Все события	Все события		а	б	в
$\lambda$	$0,68 \pm 0,12$	$1,26 \pm 0,25$	$0,78 \pm 0,09$	$1,3 \pm 0,2$	$0,54 \pm 0,09$	$1,07 \pm 0,18$	$0,73 \pm 0,12$	$0,50 \pm 0,11$
$R$ , фм	$1,21 \pm 0,16$	$1,10 \pm 0,16$	$1,12 \pm 0,09$	$1,21 \pm 0,11$	$1,12 \pm 0,18$	$1,19 \pm 0,13$	$1,02 \pm 0,13$	$0,88 \pm 0,21$
$\chi^2/NDF^*$	1,7/4	2,4/7	3,5/7	5,2/5	2,5/4	8,9/7	2,5/7	4,0/7

\* NDF — число степеней свободы.

Таблица 2

Результаты аппроксимации отношения  $N^{\pm\pm}/N^{+-}$  согласно (4) во всех событиях при отборе по разности импульсов

$$\delta = | |\vec{P}_1| - |\vec{P}_2| | \text{ (ГэВ/с)}$$

Параметры	$\delta < 0,1$	$\delta > 0,1$	$\delta < 0,2$	$\delta > 0,2$	$\delta < 0,3$	$\delta > 0,3$	$\cos \psi^* < 0,55$	$\cos \psi^* > 0,55$
	$\lambda$	$0,85 \pm 0,13$	$0,76 \pm 0,14$	$0,82 \pm 0,12$	$0,83 \pm 0,18$	$0,78 \pm 0,09$	$2,1 \pm 1,0$	$0,63 \pm 0,12$
$R$ , фм	$1,08 \pm 0,13$	$1,10 \pm 0,13$	$1,20 \pm 0,13$	$1,01 \pm 0,14$	$1,12 \pm 0,14$	$1,36 \pm 0,18$	$0,83 \pm 0,19$	$1,53 \pm 0,23$
$\chi^2/NDF^*$	3,5/7	1,9/7	2,2/7	9,6/7	1,9/7	15,7/7	9,1/7	15,9/7



Параметр  $A$  связан с нормировкой числа пар одно- и разноименно заряженных пионов и должен быть близок к единице. Параметр  $\lambda$  связан с интерференцией тождественных пионов и в случае  $n$  интерферирующих частиц должен быть равен  $(n!-1)$ , а при отсутствии интерференции  $\lambda=0$ . По величине наклона экспериментальной кривой  $\beta$  можно определить пространственные размеры области излучения пионов:

$$R = K\sqrt{\beta} \quad (\text{фм})$$

(где  $K=0,1973$  фм/ГэВ).

Экспериментальные данные основываются на материале, полученном на метровой ВПК ЛВЭ ОИЯИ, экспонированной в пучке  $\pi$ -мезонов с импульсом  $(4,91 \pm 0,05)$  ГэВ/с. Для анализа было отобрано 18 076 неупругих 4- и 6-лучевых событий [7].

На рис. 1 представлено экспериментальное распределение отношения  $R_{BE}$  от  $Q^2$ .

Во всех случаях наблюдается превышение числа одинаково заряженных пионов над числом разнозаряженных пионов в области малых значений  $Q^2$ , которое исчезает при  $Q^2 \geq 0,1$  (ГэВ/с<sup>2</sup>).

В табл. 1 приведены значения величин  $\lambda$  и  $R$ , полученные при аппроксимации данных зависимостью (4) в реакции  $\pi^-p \rightarrow 2\pi + X$  для обоих видов одноименно заряженных пионов и различной топологии событий.

Как видно из таблицы, размер области излучения пионов в пределах ошибок не зависит ни от топологии событий, ни от заряда одноименных пар частиц. Что касается параметра  $\lambda$ , то его отличие как для пар  $\pi^+\pi^-$  и  $\pi^+\pi^+$ , так и для 4- и 6-лучевых событий, возможно, связано с влиянием лидирующей частицы (аналогичный по смыслу результат получен в работе [8]).

В этой же таблице даны результаты исследования влияния рождения  $\rho^0$ -мезона на размеры области излучения пионов. При этом критерии отбора для трех разных классов событий были следующими:

а) в качестве событий без рождения  $\rho^0$ -мезона брались те, в которых не было ни одной комбинации  $\pi^+\pi^-$ -мезонов с эффективной массой в интервале  $0,65 < M_{\pi^+\pi^-} < 0,90$  ГэВ/с<sup>2</sup>;

б) в событиях с рождением  $\rho^0$ -мезона (т. е. при наличии  $\pi^+\pi^-$ -комбинации с эффективной массой в интервале  $0,65 < M_{\pi^+\pi^-} < 0,90$  ГэВ/с<sup>2</sup>) рассматривались только те пары одно- и разноименно заряженных пионов, в которых хотя бы один пион образует  $\pi^+\pi^-$ -комбинацию с эффективной массой в данном интервале;

в) к событиям, удовлетворяющим критерию б), добавлялось условие  $x_F(\pi^-) \cdot x_F(\pi^+) < 0$ , где  $x_F = 2P_{\pi}^+ / \sqrt{s}$  — переменная Фейнмана; как показали наши исследования, это приводит к обогащению спектра  $\rho^0$ -мезонами (см. также [9]).

Как видно из таблицы, рождение  $\rho^0$ -мезона заметно влияет как на интерференционную картину, так и на размеры области излучения: параметр  $\lambda$  и радиус  $R$  уменьшаются. Исследования событий, в которых не рождались  $\pi^0$ -мезоны:  $\pi^-p \rightarrow \pi^-p + K(\pi^+\pi^-)$  и  $\pi^-p \rightarrow n\pi^+\pi^- + K(\pi^+\pi^-)$   $K=1,2$  (для исключения влияния рождения  $\rho^\pm$  мезонов, в случае применения условия а) подтвердили увеличение размера области излучения:  $R = (2,0 + 0,8)$  фм,

Отметим также, что при столь небольшой первичной энергии величина  $R$  отражает размеры области, существенно более близкие к



размерам области образования резонансов, чем при высоких первичных энергиях [10]. В нашем случае импульс  $\rho^0$ -мезонов в СЦМ не превышает нескольких сотен МэВ/с и лоренцовский  $\gamma$ -фактор практически не отличается от единицы, т. е. распад происходит вблизи места образования резонанса.

В табл. 2 приведены результаты исследования корреляции между двумя пионами при различных кинематических ограничениях: разности модулей импульсов пионов в СЦМ  $\delta$  (величине, пропорциональной разности длин волн) и по углу вылета пионов  $\theta^*$  в СЦМ, характеризующему в случае  $\cos \theta^* > 0,55$  «поперечный» размер области излучения. Как видим, с ростом  $\delta$  распределение (3) плохо описывается зависимостью (4), что можно объяснить ослаблением интерференционной картины при большой разности длин волн.

Что касается критерия по углу  $\theta^*$ , то из табл. 2 видно, что даже такой грубый отбор указывает на различие размеров области излучения в «продольном» и «поперечном» направлениях, т. е. на отличие формы этой области от сферы уже при столь небольшой первичной энергии (см. также [1]).

Тбилисский государственный университет

(Поступило 10.2.1984)

შინიკა

ა. ბავაშელი, დ. ჯინჩარაძე, ნ. კუციდი, რ. სალუკვაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ჯ. ხუბუა

პიონების გამოსხივების არის განსაზღვრა  $\pi^-p$  ურთიერთქმედებაში  
5 გეВ/с-ზე  
რეზონანსული

იგივე ბოზონებს შორის კორელაციური ეფექტის საფუძველზე  $\pi^-p \rightarrow 2\pi + X$  რეაქციაში 5 გეВ/с იმპულსზე განსაზღვრულია პიონების გამოსხივების არის ზომა. აღნიშნული არის ფორმა განსხვავებულია სფერულიაგან. რეზონანსების წარმოქმნა იწვევს მისი ზომის შემცირებას.

PHYSICS

A. Sh. GAVASHELI, D. G. JINCHARADZE, N. K. KOUTSIDI,  
R. G. SALUKVADZE, J. I. KHUBUA

### DETERMINATION OF THE SIZE OF THE PION EMISSION REGION IN $\pi^-p$ INTERACTIONS AT 5 GeV/c

Summary

The size of the pion emission region in the reaction  $\pi^-p \rightarrow 2\pi + X$  at 5-GeV/c is determined on the basis of the correlation effect between identical bosons at low effective masses. The data show the form of this region to be different from spherical, resonance production leads to a decrease in the region size.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. Deutschmann *et al.* Nucl. Phys., B103, 1976, 198.
2. Н. Ангелов и др. Препринт ОИЯИ, P1-83-309. Дубна, 1983.
3. T. Åkesson *et al.* Preprint CERN/EP 83-74, 1983.
4. W. Koch. Preprint DESY 82-072, 1982.
5. Г. И. Копылов, М. И. Подгорецкий. ЯФ, 15, 1972, 392.
6. F. N. Braun *et al.* Phys. Rev. D8, 1973, 2034.
7. Х. Беттхер и др. Сообщения ОИЯИ, P1-6846. Дубна, 1972.
8. K. Voesebeck *et al.* Nucl. Phys. B52, 1973, 189.
9. A. Suzuki *et al.* Nucl. Phys. B172, 1980, 327.
10. Н. Ангелов и др. ЯФ, 35, 1982, 76.



Л. В. БЕНДИАШВИЛИ, Г. Ш. КЕВАНИШВИЛИ, К. Г. ТАТРИШВИЛИ

### СТРОГОЕ РЕШЕНИЕ ОДНОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ЭЛЕКТРОСТАТИКИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Дж. Г. Ломинадзе 6.12.1983)

Задачи расчета электростатического поля тел или группы тел, помещенных в однородном электрическом поле, имеет большое практическое значение; обычно такие задачи сводятся к исследованию краевых задач математической физики с соответствующими граничными условиями.

В настоящее время существуют электростатические задачи, которые до сих пор не решены строго. К таким задачам относится, например, определение электростатического потенциала, периодической решетки из круглых, идеально проводящих (металлически) и бесконечно длинных цилиндров, помещенных в однородном электростатическом поле.

Ориентация решетки в прямоугольной системе  $(X, Y, Z)$  координат показана на рис. 1.

В дальнейшем, для удобства каждый цилиндр будем снабжать номером  $\nu$  ( $\nu=0, \pm 1, \mp 2, \dots$ ), а начало координат выберем на оси цилиндра с номером  $\nu=0$ .

В предположении, что данная решетка находится в однородном электростатическом поле с потенциалом

$$V_0 = Ex = Er \cos \theta, \quad (1)$$

где  $E$  — напряженность этого поля, поставим задачу об определении общего потенциала

$$V = V_0 + V_1. \quad (2)$$

Здесь  $V_1$  — потенциал, возникающий индуцированными зарядами на элементах решетки.

Искомый потенциал  $V$  должен удовлетворять уравнению Пуассона

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} = 0, \quad (3)$$

граничному условию  $V=0$

$$\text{при } x = a \cos \theta \text{ и } y = a \sin \theta \quad (0 \leq \theta \leq 2\pi) \quad (I)$$

( $a$  — радиус цилиндра), должен быть периодической функцией координаты  $y$ , т. е.

$$V(y+d) = V(y), \quad (II)$$

( $a$  — период решетки) и условию на бесконечности

$$\lim_{x \rightarrow \infty} V(x, y) = Ex. \quad (III)$$

Формальное решение уравнения Пуассона (3) в цилиндрической системе  $(r, \theta)$  должен иметь вид

$$V = Er \cos \theta + A \sum_{\nu=-\infty}^{\infty} \frac{\cos \theta_{\nu}}{r_{\nu}^2}, \quad (4)$$

где  $A$  — неопределенная постоянная, а геометрические значения величин  $\theta_{\nu}$  и  $r_{\nu}$  можно усмотреть из рис. 1, причем очевидно, что

$$r_{\nu} \cos \theta_{\nu} = r \cos \theta \quad \text{и} \quad r_{\nu} = \sqrt{r^2 + \nu^2 d^2 - 2 \nu dr \sin \theta} = \sqrt{x^2 + (y - \nu d)^2},$$

поэтому вместо (4) можно записать

$$V = Er \cos \theta + r A \cos \theta \sum_{\nu=-\infty}^{\infty} \frac{1}{r^2 + \nu^2 d^2 - 2 \nu dr \sin \theta} \quad (5)$$

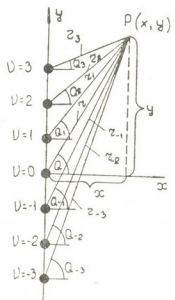


Рис. 1

Это выражение должно удовлетворять указанному выше граничному условию, из которого следует, что

$$E = -A \left\{ \frac{1}{a^2} + \frac{1}{d^2} \sum_{\nu \neq 0}^{\infty} \frac{1}{\nu^2 \left[ 1 + \left( \frac{a}{\nu d} \right)^2 - 2 \frac{a}{\nu d} \cos \varphi \right]} \right\}, \quad (6)$$

$$\left( \varphi = \frac{\pi}{2} - \theta \right)$$

Помножив обе части этого равенства на  $C_m^1(\xi) \sqrt{1 - \xi^2}$ , ( $\xi = \cos \varphi$ ), где  $C_m^1(\xi)$  — функция Гегенбауера [1], проинтегрировав его по  $\xi$  от  $-1$  до  $+1$  и воспользовавшись известными соотношениями

$$\frac{1}{1 - \frac{2a}{\nu d} \cos \varphi + \left( \frac{a}{\nu d} \right)^2} = \sum_{n=0}^{\infty} C_n^1(\cos \varphi) \left( \frac{a}{\nu d} \right)^n \quad \left( \nu \neq 0, \frac{a}{\nu d} < 1 \right),$$

$$\int_{-1}^1 C_n^1(\xi) C_m^1(\xi) \sqrt{1 - \xi^2} d\xi = \begin{cases} 0 & \text{при } m \neq n \\ \frac{\pi}{2} \frac{1}{m!} & \text{при } m = n, \end{cases}$$

$$\lim_{\eta \rightarrow 0} \int_{-1}^1 \sqrt{1-\xi^2} e^{i\eta\xi} C_m^1(\xi) d\xi \lim_{\eta \rightarrow 0} \pi i^m \frac{\Gamma(2+m)}{m!} \frac{I_{1+m}(\eta)}{\eta} \begin{cases} 0 & \text{при } m \neq 0 \\ \frac{\pi}{2} & \text{при } m=0, \end{cases}$$

получим для искомого коэффициента следующее выражение:

$$A = -3 E a^2 d^2 / 3 d^2 + \pi^2 a^2. \quad (7)$$

Подстановка этого выражения в (6) или (4) дает строгое решение поставленной задачи.

Сумму ряда фигурирующего в правой части (4) можно вычислить, если воспользоваться формулой суммирования Пуассона [2]

$$\sum_{v=-\infty}^{\infty} h(v) = H(0) + \sum_{m=1}^{\infty} H(-m) + \sum_{m=1}^{\infty} H(m),$$

где  $H(m)$  представляет собой преобразование Фурье функции  $h(\eta)$ , т. е.

$$H(m) = \int_{-\infty}^{\infty} h(\eta) e^{i2\pi m \eta} d\eta. \quad (8)$$

Положив для нашего случая  $h(\xi) = 1/x^2 + (y - \xi d)^2$  и вычислив интеграл (8) находим окончательно вместо (4)

$$V = Ex +$$

$$+ \frac{A\pi}{a} \left\{ 2 \exp \left[ \frac{-2\pi x}{d} \right] \frac{\cos \frac{2\pi}{d} y - \exp \left[ \frac{-2\pi}{d} \right] x}{1 - 2 \exp[-2\pi x/d] \cos \frac{2\pi}{d} y + \exp[-4\pi x/d]} + 1 \right\}, \quad (9)$$

где  $A$  дается формулой (7) ( $x = r \cos \theta$ ,  $y = r \sin \theta$ ).

Выражение (9) удовлетворяет уравнению Пуассона (3), граничному условию (I), условию периодичности (II) и условию на бесконечности (III). Следовательно, оно дает строгое решение поставленной краевой задачи.

В заключение заметим, что при  $d \rightarrow \infty$ , т. е. когда решетка из цилиндров вырождается в одиночный металлический цилиндр, выражение (9) принимает вид

$$V = Er \cos \theta - E a^2 \frac{\cos \theta}{r},$$

что совпадает с известным выражением потенциала для уединенного цилиндра [3].

ლ. ბენდიანშვილი, გ. ჰევანიშვილი, კ. თათრიშვილი

ელექტროსტატიკის ერთი სასაზღვრო ამოცანის მკაცრი ამოხსნა

რეზიუმე

მოცემულია ერთგვაროვან ელექტროსტატიკურ ველში მოთავსებული გამტარი ცილინდრებისაგან შემდგარი პერიოდული მესერის პოტენციალის განსაზღვრის ამოცანის მკაცრი გადაწყვეტა.

PHYSICS

L. V. BENDIASHVILI, G. Sh. KEVANISHVILI, K. G. TATRISHVILI

RIGOROUS SOLUTION OF ONE BOUNDARY-VALUE  
ELECTROSTATIC PROBLEM

Summary

A rigorous solution of the problem of determining the potential of a periodic lattice consisting of conducting cylinders placed in a uniform electrostatic field is presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. С. Градштейн и И. М. Рыжик. Таблицы интегралов, сумм рядов и произведений. М., 1963.
2. В. С. Владимиров. Уравнения Математической физики. М., 1978.
3. В. Смайт. Электростатика и электродинамика, М., 1954.



Г. Ш. ДАРСАВЕЛИДЗЕ, О. А. ЦАГАРЕИШВИЛИ, Р. А. ХАЧАПУРИДЗЕ,  
Г. В. ЦАГАРЕИШВИЛИ, Дж. Н. ЦИКАРИДЗЕ

### АМПЛИТУДНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ВНУТРЕННЕГО ТРЕНИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО БОРА

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 2.12.1983)

В настоящей работе изучено изменение фоновых потерь в зависимости от относительной деформации при различных температурах и на основании сравнительного анализа структуры дефектов и фазового состава с учетом степени кристалличности фазовых составляющих дана интерпретация наблюдаемых гистерезисных явлений.

В ограниченных столбчатых монокристаллах  $\beta$ -бора с ориентацией в направлении [211] эффекты гистерезисного затухания колебаний отсутствуют и деформирование в интервале амплитуд относительной деформации  $5 \cdot 10^{-5} - 10^{-3}$  носит чисто упругий характер (рис. 1,1) в интервалах температур с наименьшими значениями уровня фоновых рассеяний колебательной энергии, т. е. в областях температур около комнатной или выше  $400^\circ\text{C}$  вплоть до  $1000^\circ\text{C}$ .

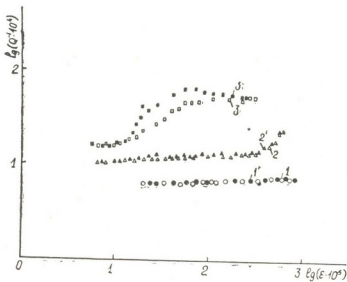


Рис. 1. \* Амплитудная зависимость внутреннего трения бора

Некоторое увеличение внутреннего трения при росте амплитуды наблюдается в монокристаллических образцах  $\beta$ -бора произвольной ориентации, полученных методом зонной плавки. Начиная с амплитуды  $\sim 5 \cdot 10^{-4}$  это изменение носит линейный характер с малым углом наклона кривой  $Q^{-1}(\epsilon)$  (рис. 1, 2), что свидетельствует о довольно большом значении энергии взаимодействия наблюдаемых при электронно-микроскопическом исследовании протяженных дефектов (преимущественно двойникующих дислокаций, дефектов упаковки) с закрепляющими центрами (вакансии, примеси, мельчайшие включения второй фазы). Деформирование многократным циклическим нагружением при относительной деформации  $\sim 10^{-3}$  ведет к росту ВТ при этой амплитуде, однако по мере снижения амплитуды до возможного ми-



нимального значения почти полностью снимаются следы остаточной деформации. Следовательно, проявление неупругой деформации при больших амплитудах является обратимым. Объяснение этому явлению, видимо, следует искать в рассмотрении специфических особенностей деформации, ведущей в определенных условиях к изменению формы образца, наблюдаемого в интервале температуры 250—320°C при нагреве и охлаждении образца. С другой стороны, следует отметить возможность роста фона внутреннего трения при движении дефекта упаковки в своей плоскости скольжения. Растягивающее усилие, расширяющее дефект упаковки, создает благоприятные условия перераспределения примесей из объема в дефект упаковки. При обратном процессе, ведущем к перемещению частичной дислокации в обратное направление, сужение дефекта упаковки вызывает переход примесных атомов в объем кристалла. Эти перестройки, происходящие с конечной скоростью, являются причиной проявления деформационного внутреннего трения. Последнее ярче проявляется в тонких совершенных монокристаллических образцах, в которых в указанной области температур наблюдаются два аномально высоких релаксационных максимума внутреннего трения.

Характер амплитудной зависимости затухания изменяется в области температур 250—350°C, в которой под действием нагрева с конечной скоростью и приложенного напряжения протекают интенсивные процессы, приводящие к аномальным изменениям целого ряда свойств [1, 2]. В интервале 250—350°C образование спектра поглощения перекрывающимися полосами релаксационного и нерелаксационного процессов с распределенными величинами времен релаксации [2], видимо, обусловлено специфическими свойствами планарных и точечных дефектов, присущими кристаллам со средней или низкой сингонией, которые в элементарных ячейках содержат множество атомов.

Учитывая наличие в боре в большом количестве микрообъемов с большой плотностью двойникующих дислокаций [3], являющихся мощными источниками внутренних напряжений, оказывающих эффективное влияние на характер распределения чужеродных атомов вокруг дефектов, можно сделать заключение о протекании процессов релаксации больших внутренних напряжений в процессе двойникования-раздвойникования, сопровождаемом образованием дефектов упаковки вслед за движущимися двойникующими дислокациями с одновременным растворением или выделением примесей в них. Эти перестройки, зависящие от многих внешних факторов, в том числе от амплитуды и усталостного нагружения, носят термоупругий характер и, следовательно, исходя из природы упругого двойникования, являются обратимыми. Совокупность микропроцессов, вызывающих аномальные изменения ряда макроскопических свойств представляет собой наложение бездиффузионных элементарных актов перестройки и перемещения, контролируемых диффузией, часто приводящих к перемене ориентации в локальных участках образца. Перегруппировки бездиффузионного характера, видимо, обуславливают изменение упругих констант скачком и, очевидно, деформацию с формоизменением. Диффузионные перераспределения чужеродных атомов между объемом и движущимися тончайшими двойниками или частичными дислокациями-дефектами упаковки изменяют их зарядовое состояние, в результате которого макроскопически наблюдаются аномалии электрофизических свойств.

Таким образом, исследование деформационной зависимости рассеяния в виде тепла энергии сдвиговых упругих колебаний в монокристаллах  $\beta$ -бора создало определенные предпосылки для истолкования целого ряда структурночувствительных свойств, аномально изменяющихся при нагреве в интервале 250—350°C.



Совершенно иной характер имеет амплитудная зависимость внутреннего трения непрерывных нитей бора, состоящих из различных модификаций ( $\alpha$ - и  $\beta$ -ромбоздрические, тетрагональная) в мелкокристаллическом состоянии, а также их аморфной фазы.

На кривой амплитудной зависимости ВТ мелкокристаллического бора при постепенном росте относительной деформации имеются два интервала насыщения, четко разграниченные интервалом заметной амплитудной зависимости, начинающиеся при критической амплитуде  $10^{-5}$  (рис. 1, 3). Угол наклона имеет большее значение, чем предполагается в однофазной системе, и показывает относительно низкое значение энергии взаимодействия подвижных дислокационных сегментов с центрами закрепления. Второй участок кривой  $Q^{-1}(\epsilon)$  с постоянным уровнем затухания начиная с амплитуды  $2 \cdot 10^{-3}$  сменяется интенсивным фоновым рассеянием колебательной энергии. Последующим постепенным уменьшением амплитуды колебаний в нитях бора наблюдается заметный гистерезис затухания с увеличенным углом наклона кривой  $Q^{-1}(\epsilon)$  и смещением критической амплитуды в сторону малых значений относительной деформации (рис. 1, 3'), а в монокристаллах  $\beta$ -бора гистерезис полностью отсутствует (рис. 1, 1' и 2').

В работе [4] изучена амплитудная зависимость ВТ нитей бора и гистерезисное затухание объяснено по механизму Гранато—Луке, который заключается в диссипации энергии колебаний дислокационных сегментов в  $\beta$ -боре с мелкокристаллическим строением. Чтобы понять сущность гистерезисных процессов, необходимо учесть наличие в нитях бора многофазовой системы с различной степенью дисперсности отдельных фазовых составляющих, а также различного рода дефектов технологического происхождения. В такой системе, пока сохраняются аморфная фаза или в большом количестве дефекты упаковки, устранить гистерезисного типа рассеяние энергии колебаний невозможно. Прохождение упругой волны через области с потерянными трансляционными дальнотьющими порядком приводит к неконтролируемым локальным перестройкам, сопровождаемым изменениями в ближнем порядке.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт металлургии  
им. 50-летия СССР

(Поступило 16.12.1983)

ფიზიკა

ბ. დარსაველიძე, მ. ცაგარეიშვილი, რ. ხაბაშერიძე, ზ. ცაგარეიშვილი,  
ჟ. წიკარიძე

კრისტალური ბორის შინაგანი ხახუნის ამპლიტუდური  
დამოკიდებულება

რეზიუმე

გამოკვლეულია კრისტალური ბორის შინაგანი ხახუნის ამპლიტუდური დამოკიდებულება ოთახის ტემპერატურაზე. დადგენილია, რომ მონოკრისტალურ ბორში დაბალი სიხშირის გრეხვითი რხევების ამპლიტუდური ინტერვალში  $5 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-3}$  არ შეიმჩნევა რხევითი ენერჯის გაბნევის პისტერეზისული ბუნება. მრავალფაზიანი შედგენილობის ბორის უწყვეტ ძაბვებში გამოვლენილია რხევითი ენერჯის გაბნევის პისტერეზისული ხასიათი, რაც ახსნილია რეალური სტრუქტურის დეფექტების ურთიერთქმედების გათვალისწინებით.

Совершенно иной характер имеет амплитудная зависимость внутреннего трения непрерывных нитей бора, состоящих из различных модификаций ( $\alpha$ - и  $\beta$ -ромбоэдрические, тетрагональная) в мелкокристаллическом состоянии, а также их аморфной фазы.

На кривой амплитудной зависимости ВТ мелкокристаллического бора при постепенном росте относительной деформации имеются два интервала насыщения, четко разграниченные интервалом заметной амплитудной зависимости, начинающиеся при критической амплитуде  $10^{-5}$  (рис. 1, 3). Угол наклона имеет большее значение, чем предполагается в однофазной системе, и показывает относительно низкое значение энергии взаимодействия подвижных дислокационных сегментов с центрами закрепления. Второй участок кривой  $Q^{-1}(\epsilon)$  с постоянным уровнем затухания начиная с амплитуды  $2 \cdot 10^{-3}$  сменяется интенсивным фоновым рассеянием колебательной энергии. Последующим постепенным уменьшением амплитуды колебаний в нитях бора наблюдается заметный гистерезис затухания с увеличенным углом наклона кривой  $Q^{-1}(\epsilon)$  и смещением критической амплитуды в сторону малых значений относительной деформации (рис. 1, 3'), а в монокристаллах  $\beta$ -бора гистерезис полностью отсутствует (рис. 1, 1' и 2').

В работе [4] изучена амплитудная зависимость ВТ нитей бора и гистерезисное затухание объяснено по механизму Гранато—Луке, который заключается в диссипации энергии колебаний дислокационных сегментов в  $\beta$ -боре с мелкокристаллическим строением. Чтобы понять сущность гистерезисных процессов, необходимо учесть наличие в нитях бора многофазовой системы с различной степенью дисперсности отдельных фазовых составляющих, а также различного рода дефектов технологического происхождения. В такой системе, пока сохраняются аморфная фаза или в большом количестве дефекты упаковки, устранить гистерезисного типа рассеяние энергии колебаний невозможно. Прохождение упругой волны через области с потерянными трансляционным дальнедействующим порядком приводит к неконтролируемым локальным перестройкам, сопровождаемым изменениями в ближнем порядке.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт металлургии  
 им. 50-летия СССР

(Поступило 16.12.1983)

ფიზიკა

ბ. დარსაველიძე, მ. ცაგარეიშვილი, რ. ხაპაშურიძე, ზ. ცაგარეიშვილი,  
 ჯ. წიპარიძე

პრისტალური ბორის შინაგანი ხახუნის ამპლიტუდური დამოკიდებულება

რეზიუმე

გამოკვლეულია კრისტალური ბორის შინაგანი ხახუნის ამპლიტუდური დამოკიდებულება ოთახის ტემპერატურაზე. დადგენილია, რომ მონოკრისტალურ ბორში დაბალი სიხშირის გრეხვითი რხევების ამპლიტუდურ ინტერვალში  $5 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-3}$  არ შეიმჩნევა რხევითი ენერჯის გაბნევის ჰისტერეზისული ბუნება. მრავალფაზიანი შედგენილობის ბორის უწყვეტ ძაფებში გამოვლენილია რხევითი ენერჯის გაბნევის ჰისტერეზისული ხასიათი, რაც ახსნილია რეალური სტრუქტურის დეფექტების ურთიერთქმედების გათვალისწინებით.

G. Sh. DARSAVELIDZE, O. A. TSAGAREISHVILI, R. A. KHACHAPURIDZE,  
G. V. TSAGAREISHVILI, D. N. TSIKARIDZE

AMPLITUDE DEPENDENCE OF THE INTERNAL FRICTION OF  
CRYSTALLINE BORON

Summary

The amplitude dependence of the internal friction of crystalline boron was investigated at room temperature.

The internal friction of boron single crystals at low frequencies and amplitudes from  $5 \cdot 10^{-5}$  to  $1 \cdot 10^{-3}$  was found to be of nonhysteretic nature.

Conversely, the energy dissipation of polyphased boron filaments is hysteretic and can be explained by the interaction processes of the structural defects.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. В. Цагарейшвили, Ф. Н. Тавадзе. Полупроводниковый бор. М., 1978, 78.
2. Г. В. Цагарейшвили, В. Ш. Метревели, Г. Ш. Дарсавелидзе, Ф. Н. Тавадзе. Сб. «Механизмы релаксационных явлений в твердых телах». М., 1972, 143—147.
3. H. Werheit. Festkörperprobleme X. Pergamon Vieweg, Freudenstadt, 1970, p. 189-226.
4. T. E. Firle. J. Appl. Phys., v. 39, № 6, 1968, p. 2839-2845.



Т. Я. МИХЕЛАШВИЛИ

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНОГО СОСТОЯНИЯ ЯДРА  ${}^6\text{Li}$   
 В ТРЕХЧАСТИЧНОЙ МОДЕЛИ МЕТОДОМ ТИМО

(Представлено академиком Г. А. Харадзе 12.12.1983)

Ядро  ${}^6\text{Li}$  в основном и низлежащих возбужденных состояниях имеет двух- или трехчастичную кластерную структуру.

В последнее время исследования этого ядра часто проводятся в рамках трехчастичной модели  $\alpha + 2N$ . Микроскопические расчеты в такой модели становятся возможными благодаря тому, что, во-первых, имеется несколько видов феноменологических потенциалов  $\alpha-N$  взаимодействия, параметризованных из задачи  $\alpha-N$  рассеяния и, во-вторых, число степеней свободы ядра в этой модели равняется трем. Эта модель позволяет при исследовании физических характеристик ядра  ${}^6\text{Li}$  применять хорошо разработанные в настоящее время приближенные методы решения проблемы трех тел.

В настоящей работе исследуется основное состояние ядра (в модели  $\alpha + 2N$ ) методом, основанным на разложении волновой функции ядра  ${}^6\text{Li}(\alpha + 2N)$  по базисным функциям состояний трансляционно-инвариантной осциллирующей модели оболочек (ТИМО) для частиц с разными массами

$$\psi \equiv \langle \vec{X}_1, \vec{X}_2 | J T M_T \rangle = \sum_{NLS} C_{NLS}^{J T M_T} |N L S J T M_T \rangle = \sum_i C_i |i \rangle, \quad (1)$$

где  $N$  — число квантов возбуждения;  $L$  — полный орбитальный момент;  $S$  — спин;  $T$  — полный изоспин;  $M_T$  — проекция полного изоспина на ось  $z$ , а  $\vec{J} = \vec{L} + \vec{S}$ . Безразмерные координаты Якоби  $\vec{X}'_1$  и  $\vec{X}'_2$  имеют вид

$$\vec{X}'_1 = \frac{1}{\sqrt{m_n + m_p + m_\alpha}} \left[ \sqrt{\frac{m_n m_\alpha}{m_n + m_p}} \vec{\eta}_n + \sqrt{\frac{m_p m_\alpha}{m_n + m_p}} \vec{\eta}_p - \sqrt{m_n + m_p} \vec{\eta}_\alpha \right],$$

$$\vec{X}'_2 = \sqrt{\frac{m_p}{m_n + m_p}} \vec{\eta}_n - \sqrt{\frac{m_n}{m_n + m_p}} \vec{\eta}_p,$$

где  $\vec{\eta}_n$ ,  $\vec{\eta}_p$  и  $\vec{\eta}_\alpha$  — безразмерные координаты нейтрона ( $n$ ), протона ( $p$ ) и  $\alpha$ -частицы с массами  $m_n$ ,  $m_p$  и  $m_\alpha$ , соответственно (считаем, что  $m_n = m_p = m_N$  и  $m_\alpha = 4m_N$ ).

В формуле (1)  $|N L S J T M_T \rangle$  — базисные функции ТИМО, которые представляют собой линейную комбинацию произведений орбитальных ( $[n_1 l_1(\vec{X}'_1) n_2 l_2(\vec{X}'_2)]^L$ ), спиновых ( $[\sigma_\alpha [\sigma_n \sigma_p]^{S_{12}}]^S$ ) и изоспиновых функций ( $[\tau_\alpha [\tau_n \tau_p]^{T_{12}}]^T$ ):



$$|NLSJTM_T\rangle = \sum_{\gamma} M_{n_1 l_1 n_2 l_2} [ [n_1 l_1 (\vec{X}'_1) n_2 l_2 (\vec{X}'_2)]^L [\sigma_\alpha [\sigma_n \sigma_p]^{S_{12}} S] ]^J [\tau_\alpha [\tau_n \tau_p]^{S_{12}} S] ]^J$$

где  $M_{n_1 l_1 n_2 l_2}$  — нормировочные коэффициенты, а сумма по  $\gamma$  означает суммирование по всевозможным значениям квантовых чисел  $n_1, l_1, n_2, l_2$  ограниченным условием

$$N = 2n_1 + l_1 + 2n_2 + l_2.$$

Для нахождения волновой функции и энергии основного состояния ядра  ${}^6\text{Li}$  в модели  $\alpha + 2N$  с квантовыми числами  $J=1, L=0$  и  $2, T=M_T=0$  и  $S=1$  диагонализировалась энергетическая матрица

$$\langle i|H|k\rangle = \langle i|T + V_{\alpha n}(r''_0 X''_2) + V_{\alpha p}(r'_0 X'_2) + V_{np}(r'_0 X'_2) + \frac{2e^2}{r'_0 X'_2} |k\rangle$$

где  $T$  — оператор кинетической энергии;  $V_{\alpha n}, V_{\alpha p}$  и  $V_{np}$  — потенциалы взаимодействия между  $\alpha$ - $n$ ,  $\alpha$ - $p$  и  $n$ - $p$  частицами, соответственно, а  $\frac{2e^2}{r'_0 X'_2}$  — потенциал кулоновского отталкивания между частицами. Координаты Якобы  $\vec{X}'_2$  и  $\vec{X}''_2$  получаются из координаты  $\vec{X}'_2$  перестановкой индексов частиц. Осцилляторные радиусы определяются следующим образом:

$$r''_0 = r'''_0 = \sqrt{\frac{5\hbar^2}{2m_N \hbar \omega}} \quad \text{и} \quad r'_0 = \sqrt{\frac{\hbar^2}{2m_N \hbar \omega}}.$$

В качестве потенциалов взаимодействия  $\alpha$ - $N$  выбирались потенциалы из работ [1, 2], а для  $(n$ - $p$ )-пары — потенциал французской группы (GPT) [3].

Потенцилы из [1, 2] найдены из задачи свободного  $\alpha$ - $N$  рассеяния. Потенциал [1], в отличие от потенциала [2], кроме  $p$ -взаимодействия, включает и  $S$ -взаимодействие. Параметры  $p$ -взаимодействия в обоих потенциалах меняются в зависимости от значений полного момента системы  $\alpha$ - $N$ .

Потенциал [1] в  $S$ -состоянии имеет вид

$$U_{N\alpha}^S = \frac{5}{4} \frac{\hbar^2}{2m_N} \left[ -114,24 e^{-\frac{r}{0,3}} + 28,54 e^{-\frac{r}{0,6}} + 2,6 e^{-\frac{r}{0,9}} \right] \Phi M^{-2}.$$

$$(r - B \Phi M)$$

Авторы работы [1] отмечают, что для фазовых сдвигов в низкоэнергетической области глубокая яма, присутствующая в  $S$ -потенциале, становится незаметной из-за отталкивающего барьера. Однако, как показывают расчеты настоящей работы, присутствие в потенциале [1]  $S$ -взаимодействия для энергии связи ядра  ${}^6\text{Li}(\alpha + 2N)$  приводит к пересвязи ( $E \approx -235$  МэВ) при больших значениях параметра  $\hbar \omega$  ( $\hbar \omega \approx 500$  МэВ), соответствующих малым межчастичным расстояниям. По-видимому, на таких расстояниях глубокая яма в  $S$ -потенциале не компенсируется отталкивающей частью потенциала. Отметим, что при малых  $\hbar \omega$  ( $\hbar \omega = 6-15$  МэВ), когда  $E = 3,98$  МэВ и  $R = 2,44$  ФМ, получается отрицательное значение квадратурного момента  $Q$ .

Для качественного описания кластерной структуры ядра  ${}^6\text{Li} \alpha + 2N$  в базе с двумя квантами возбуждения были вычислены



энергия основного состояния  $E$ , среднеквадратичный радиус  $R$  и квадрупольный момент  $Q$  ядра  ${}^6\text{Li}$  с использованием потенциалов [1] и [2]. При вычислении матричных элементов для потенциальной энергии  $\alpha$ - $N$  использовались обобщенные коэффициенты Тальми из работы [4].

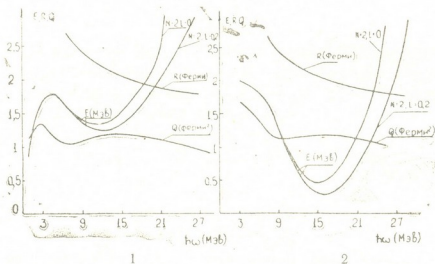


Рис. 1. Зависимость энергии основного состояния  $E$ , среднеквадратичного радиуса  $R$  и квадрупольного момента  $Q$  от параметра  $h\omega$  для квантов возбуждения до  $N=2$  включительно с потенциалом [1] без  $S$ -взаимодействия

Рис. 2. Зависимость энергии основного состояния  $E$ , среднеквадратичного радиуса  $R$  и квадрупольного момента  $Q$  от параметра  $h\omega$  для квантов возбуждения до  $N=2$  включительно с потенциалом [2]

На рисунках 1 и 2 представлена зависимость  $E$ ,  $R$  и  $Q$  от параметра  $h\omega$  для потенциалов [1] (после исключения  $S$ -взаимодействия) и [2], соответственно, при  $L=0$  и  $L=2$ . Как видно из рисунков, для обоих потенциалов получаются почти одинаковые значения как для  $R$  и  $Q$  в большом интервале параметра  $h\omega$ , так и для местонахождения минимума энергии основного состояния  $E$ . Наблюдаемый для  $E$  максимум в случае потенциала [1] при малых  $h\omega$ , по-видимому, обусловлен седлообразным поведением потенциала [1] на малых расстояниях.

Расхождение расчетных величин с соответствующими экспериментальными значениями ( $E_{\text{экс.}} = -3,70$  МэВ,  $R_{\text{экс.}} = 2,55$  Фм,  $Q_{\text{экс.}} = -0,08$  Фм<sup>2</sup>) связано с малостью квантов возбуждения  $N$ , учтенных в разложении (1) (расчетные величины сильно зависят от параметра  $h\omega$ ).

С расширением базиса эта зависимость быстро исчезнет [5] (потенциалы [1] и [2] имеют гладкую форму), и все кривые выйдут на плато, а энергия основного состояния приблизится снизу к экспериментальному значению. Но даже для небольших квантов возбуждения  $N$  достигается удовлетворительное качественное описание характеристик основного состояния ядра  ${}^6\text{Li}$ .



თ. მიხელაშვილი

${}^6\text{Li}$  ბირთვის ძირითადი მდგომარეობის გამომკვლევა სამნაწილაკოვან მოდელში TIMO-ს მეთოდით

რეზიუმე

გამოთვლილია  ${}^6\text{Li}$  ბირთვის ( $\alpha+2N$  მოდელი) ძირითადი მდგომარეობის მახასიათებლები ოსცილატორული ბაზისის მეთოდით სხვადასხვა ტიპის  $\alpha-N$  პოტენციალების შემთხვევაში. ნაჩვენებია, რომ მცირე აღგზნების კვანტებით შემოსაზღვრის შემთხვევაში თვისობრივად დამაკმაყოფილებლად აღიწერება  ${}^6\text{Li}$  ბირთვის ძირითადი მდგომარეობის მახასიათებლები, რაც ნათლად მიუთითებს  ${}^6\text{Li}$  ბირთვის კლასტერულ სტრუქტურაზე.

PHYSICS

T. I. MIKHELASHVILI

${}^6\text{Li}$  GROUND STATE STUDY BY MEANS OF THE TRANSLATIONAL-INVARIANT SHELL MODEL IN THREE-PARTICLE REPRESENTATION

Summary

The  ${}^6\text{Li}$  ground state characteristics are calculated in  $\alpha+2N$  model using the wave functions expansion in terms of oscillator basis, for different  $\alpha-N$  potentials. It is shown that even in the case of low excitation quanta, a qualitatively satisfactory description of  ${}^6\text{Li}$  ground state is obtained, clearly pointing to the cluster structure of the  ${}^6\text{Li}$  nucleus.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. W. A. Pearce, P. Swan. Nucl. Phys., 78, 1966, 433.
2. S. Sack, L. C. Biedenharn, G. Breit. Phys. Rev., 93, 1954, 321.
3. D. Gogny, P. Pires, R. De Tournell. Phys. Letts., 32B, 1970, 591.
4. Yu. F. Smirnov. Nucl. Phys., 27, 1961, 177.
5. T. Я. Михелашვილი. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1981.



Н. Ш. ХАРШИЛАДЗЕ, Н. И. МАЙСУРАДЗЕ, Т. А. ДЗИГРАШВИЛИ,  
Л. Ш. БАКРАДЗЕ, Т. Д. КАМУШАДЗЕ

### К ТЕОРИИ МАГНИТОЧУВСТВИТЕЛЬНОЙ $p^+ - i(p) - n^+$ СТРУКТУРЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 24.12.1983)

Современные достижения физики и техники полупроводников позволяют создавать приборы функциональной электроники, предназначенные для регистрации оптических, магнитных и акустических полей [1]. К числу перспективных функциональных приборов относятся магниточувствительные  $p^+ - i(p) - n^+$  магнитодиоды (МД), выполненные на основе высокоомного кремния [2].

В связи со значительными трудностями построения замкнутой теории МД, показанными в работах [3, 5], ниже использована приближенная модель, основанная на ряде существенных допущений:

1. В основных режимах работы МД падение напряжения на  $p-n$  переходе мало по сравнению с падением напряжения на высокоомной базе;

2. Сопротивление высокоомной базы МД определяется полным зарядом  $Q$  инжектированных в базу носителей, связанным пропорциональной зависимостью с током  $J$ , протекающим через  $p^+ - i(p) - n^+$  структур  $Q = J\tau^*$ ;

3. Влияние поверхностных эффектов, электрического и магнитного полей на распределение носителей заряда на базе МД учитывается введением эффективного времени жизни  $\tau^*$ .

С учетом приведенных допущений для описания вольт-амперной характеристики (ВАХ) МД получена следующая формула:

$$U \approx J[(1/R_0) + (\mu J \tau^*/l^2)^{-1}] \quad (1)$$

или

$$J \approx \frac{U/R_0}{1 - \mu U \tau^*/l^2} \approx \frac{U}{R_0} \left[ 1 + \left( \frac{\mu U \tau^*}{l^2} \right) + \left( \frac{\mu U \tau^*}{l^2} \right)^2 + \dots \right], \quad (2)$$

где  $U$  — падение напряжения на МД;  $\mu$  — подвижность носителей заряда в базе структуры;  $l$  — длина базы;  $R_0$  — интегральный параметр, имеющий размерность сопротивления, однако не совпадающий по величине с омическим сопротивлением высокоомной базы. В пренебрежении омическим сопротивлением высокоомной базы ( $R = \rho l/A$ , где  $\rho$  — удельное сопротивление материала базы;  $A$  — ее сечение), эквивалентная схема МД содержит два параллельно включенных резистора  $R_0$  и  $R(J) = l^2/\mu J \tau^*$ .

Из формулы (1) следует, что график зависимости  $J/U = \varphi(J)$  должен иметь вид прямой, точка пересечения которой с осью  $J/U$  дает значение  $1/R_0$ , а тангенс угла наклона дает значение коэффи-



циента  $\mu^*/l^2$ . Справедливость полученной формулы (1) подтверждает обработка экспериментальных результатов измерения ВАХ МД (рис. 1).

Влияние магнитного поля на эффективное время жизни предложено описывать полуэмпирической формулой.

$$\frac{1}{\tau^*(J, B)} = \frac{1}{\tau^*(J, 0)} - 2 \kappa B_z E_x (\zeta_1 - \zeta_2) - (\kappa B_z E_x)^2 [(\zeta_1/S_1) + (\zeta_2/S_2)] \quad (3)$$

где  $\kappa = (1/h)\mu^2(\Theta_n b^2 - \Theta_p)$ ;  $h$  — толщина структуры;

$\Theta_n, \Theta_p$  — соответственно отношение холловской подвижности электронов и дырок к дрейфовой подвижности;  $B_z, E_x$  — компоненты векторов индукции и напряженности магнитного и электрического полей;  $S_1, S_2$  — скорости поверхностей рекомбинации на холловских поверхностях;  $\zeta_1, \zeta_2$  — весовые коэффициенты, определяемые конструкцией МД.

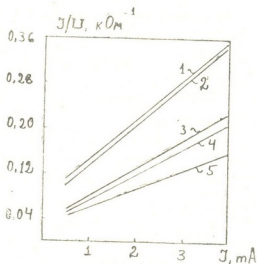


Рис. 1. Прямая ветвь ВАХ  $p^+ - i(p) - n^+$  структуры при  $V=0$ , приведенная к осям  $J/U, J$ . 1—5 номер образца

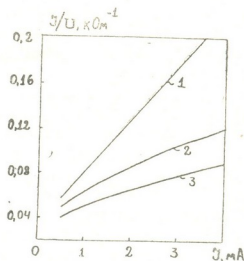


Рис. 2. Прямая ветвь ВАХ  $p^+ - i(p) - n^+$  структуры при  $V=0$  (кривая 1) и  $V=\pm 0,3T$  (кривые 2, 3), приведенные к осям  $J/U, J$

Анализ полученной формулы (3) позволяет сделать следующие выводы:

1. Функция  $f(B, J) = [1/\tau^*(B, J) - 1/\tau^*(0, J)]$  содержит линейный и квадратичный по  $B_z E_x$  члены. Анализ результатов измерений ВАХ магнитодиодов в магнитном поле показывает, что величина параметра  $R_0$  в рассматриваемой модели в случае  $B_z = B \neq 0$  изменяется незначительно (рис. 2). Это позволяет найти зависимость  $\tau^*(B)$  по результатам обработки измеренных ампертесловых характеристик.

$$\left. \frac{\tau^*(B)}{\tau^*(0)} \right|_{U=\text{const}} = \frac{[J/U(B) - (1/R_0)]}{\mu J \tau^*(0)/l^2} = \frac{J/U - 1/R_0}{J/U^*} \quad (5)$$

где  $U^*$  — величина напряжения  $U^* = l^2/\mu \tau^*$  соответствует напряжению “инжекционного пробоя” [6].

2. Линейный член по  $B_z E_x$  функции  $f(B, J)$  пропорционален разности  $\zeta_1 - \zeta_2$  и для симметричной структуры обращается в 0. Если МД близка к симметричной, то график зависимости  $f(B^2) = [1/\tau^*(B) - 1/\tau^*(0)]$  должен



иметь прямолинейный участок, что подтверждается результатами эксперимента.

3. Выявление зависимости эффективного времени жизни  $\tau^*$  от магнитной индукции  $B$  позволяет найти абсолютную магниточувствительность

$$\begin{aligned} \gamma_{\text{eff}}^{\text{m}} &= [U(B + \Delta B) - U(B)]_{J = \text{const}} = \\ &= \frac{\frac{1}{R_0(B + \Delta B)} - \frac{1}{R_0(B)} + \frac{\mu J}{l^2} [\tau^*(B + \Delta B) - \tau^*(B)]}{\left[ \frac{1}{R_0(B)} + \frac{\mu J \tau^*(B)}{l^2} \right] \times \left[ \frac{1}{R_0(B + \Delta B)} + \frac{\mu J \tau^*(B + \Delta B)}{l^2} \right]} \times \frac{J}{\Delta B}. \end{aligned} \quad (6)$$

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 29.12.1983)

ფიზიკა

ბ. ხარშილაძე, ნ. ი. მაისურაძე, თ. ძიგრაშვილი, ლ. ბაკრაძე, თ. კამუშაძე

მაგნიტომგრძობიარე  $P^+ - i(P) - n^+$  სტრუქტურის თეორიისათვის

რეზიუმე

მოცემულია  $P^+ - i(P) - n^+$  მაგნიტოდიოდის ფიზიკური მოდელი, რომელშიც გათვალისწინებულია ზედაპირული ეფექტებისა და მაგნიტური ველის გავლენა დენის არაძირითადი გადამტანების სიციცხლის ხანგრძლივობაზე. მიღებულია ანალიზური გამოსახულებები ვოლტამპერული მახასიათებლის და ამსოლუტური მაგნიტომგრძობიარობისათვის.

PHYSICS

N. Sh. KHARSHILADZE, N. I. MAISURADZE, T. A. DZIGRASHVILI,  
L. Sh. BAKRADZE, T. D. KAMUSHADZE

TOWARDS A THEORY OF MAGNETICALLY SENSITIVE  $P^+ - i(P) - n^+$  STRUCTURE

Summary

A physical model of magnetic sensitivity  $p^+ - i(p) - n^+$  structure is proposed. The influence of surface effects and magnetic field upon the unequal weight charge carrier during life-time is taken into account. Analytical expressions obtained for VA Spec. (volt-ampere specifications) and magnetic sensitivity.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Стафеев, К. Ф. Комаровский, Г. И. Фурсин. Нейристорные и другие функциональные схемы с объемной связью. М., 1981.



2. В. И. Стафеев, Э. И. Каракушан. Магнитодиоды. Новые полупроводниковые приборы с высокой чувствительностью к магнитному полю. М., 1975.
3. Э. И. Каракушан, В. И. Стафеев. Физика и техника полупроводников, 9, № 8, 1975.
4. Л. С. Гасанов, И. Н. Горбатый. Физика и техника полупроводников, 14, № 3, 1980.
5. И. М. Викулин, В. И. Стафеев. Физика полупроводниковых приборов. М., 1980.
6. R. Varon, I. W. Mayer. Injection Phenomena. Academic Press. 6, New York—London, 1970.



Н. Я. ГЛОНТИ

## ИЗМЕНЕНИЕ БАРОМЕТРИЧЕСКОГО КОЭФФИЦИЕНТА НЕЙТРОННОЙ КОМПОНЕНТЫ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. А. Алексидзе 21.12.1983)

В [1—5] показано, что обнаруживается изменение барометрического коэффициента нейтронной компоненты космических лучей в зависимости от изменения атмосферного давления. В [2, 5] исследованы изменения барометрического коэффициента нейтронной компоненты космических лучей для отдельных периодов наблюдения вблизи минимума солнечной активности (1975 г.) по данным нейтронной компоненты станции Тбилиси. Критерием отбора участков явилось изменение атмосферного давления с большим размахом (не менее 10 мб от среднего значения) в течение нескольких дней и при этом в исправленной на барометрический эффект данных интенсивности нейтронной компоненты космических лучей не отмечались изменения больше, чем 1—1,5%. В [2, 5] показано, что для отобранных участков наблюдения выявляется зависимость барометрического коэффициента нейтронной компоненты космических лучей от изменения атмосферного давления.

Очевидно, зависимость барометрического коэффициента нейтронной компоненты космических лучей от изменения уровня атмосферного давления должна обнаруживаться и путем сопоставляя величины барометрического коэффициента нейтронной компоненты космических лучей со средним значением атмосферного давления по данным различных монотонных участков за большой период наблюдения.

Для решения поставленной задачи были использованы данные нейтронных супермониторов станции Тбилиси (1975—1982 гг.) и «Москва» (1976—1980 гг.). По данным каждой станции были выбраны участки, когда наблюдались монотонные зависимости между изменениями интенсивности нейтронной компоненты космических лучей и атмосферного давления. Согласно [6] для каждого монотонного участка были вычислены барометрические коэффициенты нейтронной компоненты космических лучей  $\beta$  по данным обеих станций. В качестве примера на рис. 1 приведена зависимость  $\beta$  от атмосферного давления для станции Тбилиси.

Из этого рисунка видно, что, как и ожидалось, наблюдается разброс барометрического коэффициента нейтронной компоненты космических лучей. Однако при осреднении по участкам изменения атмосферного давления барометрический коэффициент нейтронной компоненты космических лучей от изменения атмосферного давления. В частности, при увеличении атмосферного давления барометрический коэффициент нейтронной компоненты космических лучей уменьшается.

С целью увеличения надежности полученных результатов барометрические коэффициенты по данным станций Тбилиси и Москва были осреднены по 4-м интервалам изменения атмосферного давления и результаты приведены на рис. 2 (ст. Тбилиси).



Из рис. 2 видно, что, действительно, наблюдается зависимость барометрического коэффициента нейтронной компоненты космических лучей от изменения атмосферного давления. С увеличением атмосферного давления  $h$  барометрический коэффициент уменьшается и поправки  $\beta$  за счет изменения давления составляют 0,0013%/мб<sup>2</sup> для станции Тбилиси и 0,0004%/мб<sup>2</sup> для станции Москва.

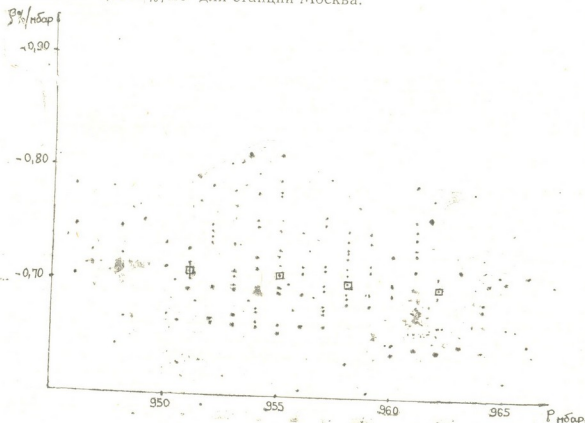


Рис. 1

Попытаемся объяснить причину зависимости барометрического коэффициента нейтронной компоненты космических лучей от изменения уровня атмосферного давления.

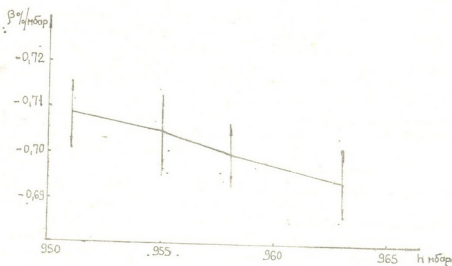


Рис. 2

Согласно [2, 5], представим результирующее значение барометрического коэффициента для уровня атмосферного давления следующим образом:

$$\beta = \frac{\beta_n N_n + \beta_p N_p + \beta_\mu N_\mu + \beta_\nu N_\nu}{N_n + N_p + N_\mu + N_\nu}, \quad (1)$$

где  $N_n$  — доля зарегистрированных от падающих на детектор нейтронов космических лучей образованных в атмосфере Земли;  $N_p$  и  $N_\mu$  — доля зарегистрированных нейтронов, образованных в детекторе от протонов и  $\mu$ -мезонов;  $N_\nu$  — вклад местного радиоактивного загрязнения счетчиков и окружающей среды;  $\beta$ ,  $\beta_p$ ,  $\beta_\mu$  и  $\beta_\nu$  — их барометрические коэффициенты, соответственно. Очевидно,  $\beta_\nu = 0$  и, если ввести обозначения

$$\frac{N_n}{N_n + N_p + N_\mu + N_\nu} = \alpha_n, \quad \frac{N_p}{N_n + N_p + N_\mu + N_\nu} = \alpha_p,$$

$$\frac{N_\mu}{N_n + N_p + N_\mu + N_\nu} = \alpha_\mu,$$

тогда формула (1) примет вид

$$\beta = \alpha_n \beta_n + \alpha_p \beta_p + \alpha_\mu \beta_\mu \quad (2)$$

при отклонении атмосферного давления от среднего уровня, т. е. для значения  $h$  [2], формулу можно переписать в виде

$$\beta(h) = \frac{1}{\alpha(h)} [\alpha_n(h) \beta_n + \alpha_p(h) \beta_p + \alpha_\mu(h) \beta_\mu], \quad (3)$$

где

$$\alpha(h) = \alpha_n(h) + \alpha_p(h) + \alpha_\mu(h) + \alpha_\nu,$$

$$\alpha_n(h) = \alpha_n e^{-\beta_n(h-h_0)}, \quad \alpha_p(h) = \alpha_p e^{-\beta_p(h-h_0)},$$

$$\alpha_\mu(h) = \alpha_\mu e^{-\beta_\mu(h-h_0)}.$$

Из этой формулы видно, что ожидается зависимость  $\beta$  от  $h$ .

Таким образом, причиной найденной зависимости может быть радиоактивное загрязнение счетчиков, регистрация нейтронным супермонитором вторичных нейтронов, образованных в детекторе от протонов (15% от общего счета) и мягких  $\mu$ -мезонов (7% от общего счета) [2, 5], а также изменение средней энергии регистрируемых нейтронов при изменении атмосферного давления. В частности, с увеличением атмосферного давления при прочих равных условиях средняя энергия зарегистрированных нейтронов увеличивается и наоборот, что очевидно может явиться причиной зависимости барометрического коэффициента от изменения атмосферного давления. Кроме того, определенную роль может играть изменение энергетического спектра первичного излучения [7], но оно в наших случаях доведено до минимума, благодаря отбору таких участков, когда не наблюдались изменения первичного спектра космических лучей.



## 6. ღლონტი

კოსმოსური სხივების ნეიტრონული კომპონენტის ბარომეტრული კოეფიციენტის ცვლილება ატმოსფერული წნევის დონეზე დამოკიდებულებით

რეზიუმე

ნაშრომში მოსკოვისა და თბილისის სადგურების კოსმოსური სხივების ინტენსივობისა და ატმოსფერული წნევის მონაცემებზე დაყრდნობით შესწავლილია კოსმოსური სხივების ნეიტრონული კომპონენტის ბარომეტრული კოეფიციენტის დამოკიდებულება ატმოსფერული წნევის ცვლილებისაგან. ნაჩვენებია, რომ ბარომეტრული კოეფიციენტის შესწორება მოსკოვისა და თბილისის სადგურებისათვის შესაბამისად შეადგენს  $4 \cdot 10^{-4} \% / \text{მბ}^2$  და  $13 \cdot 10^{-4} \% / \text{მბ}^2$ .

GEOPHYSICS

N. I. GLONTI

STUDY OF THE BAROMETRIC COEFFICIENT CHANGE OF COSMIC RAY NEUTRON COMPONENT DEPENDING ON THE ATMOSPHERIC PRESSURE LEVEL

## Summary

The dependence of the barometric coefficient on the change of the atmospheric pressure is studied on the basis of atmospheric pressure and cosmic ray data analysis of Moscow and Tbilisi stations. It is shown that during an increase of the atmospheric pressure the barometric coefficient decreases. The corrections for the barometric coefficient for Moscow and Tbilisi stations are  $4 \cdot 10^{-4} \% / \text{mb}^2$  and  $13 \cdot 10^{-4} \% / \text{mb}^2$ , respectively.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. В. Алания, О. Г. Рогова. Труды VI Всес. ежегодной земной школы по космофизике. Апатиты, 1969, 78.
2. Т. С. Бакрадзе, Н. Я. Глonti. Сб. Республиканский семинар по некоторым вопросам физики Земли, атмосферы, ионосферы и космических лучей. Тбилиси, 1977, 69.
3. F. Bachelet, P. Balata, N. Iucci. Nuovo Cimento A 40, № 1, 1965, 250.
4. А. Л. Блох, А. Ф. Старков. Космические лучи, № 16, 1976, 71.
5. М. В. Алания. Автореферат докт. дисс. Тбилиси, 1980.
6. Л. И. Дорман. Метеорологические эффекты космических лучей. М., 1972.
7. A. V. Belov, L. I. Dorman. 16th IGRC, Conference papers, Vol. 4., MG II. Kyoto, Japan, 1969, 310.



ГЕОФИЗИКА

В. И. МИРИАНАШВИЛИ

ОЦЕНКА ПРЯМОГО ВЛИЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ  
НА НАКЛОНОМЕРЫ СИСТЕМЫ ОСТРОВСКОГО

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 5.1.1984)

Для изучения влияния вариации атмосферных нагрузок на наклонномерные наблюдения земных приливов анализируемый материал должен быть получен приборами, механизм которых не подвержен или мало подвержен прямому влиянию атмосферного давления. В противном случае необходима дополнительная герметизация наклонномеров посредством их помещения в жесткие герметические контейнеры.

Общепринято, что фотоэлектрические наклонмеры системы Островского характеризуются высокой стабильностью к прямому влиянию атмосферного давления. Однако это мнение основывается на косвенных выводах отдельных результатов [1], а опубликованных работ, посвященных специальному изучению данных приборов на вопрос инструментального эффекта, не имеется. В связи с проведением работ в отделе земных приливов Института геофизики АН ГССР по изучению «вторичных» эффектов при наклонномерных наблюдениях был проведен эксперимент для оценки прямого влияния атмосферного давления на наклонмеры № 14А, 33, 45, 85, 87 системы Островского, имевшиеся в распоряжении отдела.

Инструментальные барические коэффициенты наклонномеров были определены методом искусственной вариации давления воздуха. Наклонномер помещался в металлический контейнер, установленный на постаменте, и герметизировался. Контейнер, имеющий форму прямоугольного параллелепипеда с габаритными размерами  $610 \times 510 \times 610$  мм<sup>3</sup>, был изготовлен из листовой стали толщиной 10 мм. В контейнере наклонномер ставился на базальтовую прямоугольную плиту, которая покоилась на тонком слое мелкозернистого песка, с целью исключения ее упругих наклонов. Для дистанционной регистрации температуры в контейнере применялся термограф сопротивления [2], а для визуального наблюдения вариации давления воздуха через иллюминатор—анероид. Давление воздуха в контейнере менялось ступенчато. Амплитуда задавалась величиной 10—20 мбар. При этом, несмотря на то что контейнер не был окружен теплоизолирующей оболочкой, протекающий в нем процесс можно считать адиабатическим, так как за время эксперимента из-за незначительного температурного градиента система практически не успевала вступать в теплообмен с окружающей средой.



После первого цикла экспериментов прибор в контейнере поворачивался на  $180^\circ$  и опыт повторялся. Анализ кривых хода атмосферного давления, температуры и наклона до и после поворота наклонномеров на  $180^\circ$  показал, что ход давления воздуха и температуры в контейнере находился в четкой корреляции с вариацией наклонов по шагу и по величине. После поворота наклонномеров знак наклонов относительно сторон прибора, соответствующий повышению или понижению давления воздуха, остался прежним, что указывает на инструментальную природу происхождения данных наклонов.

Эксперимент показал, что в наклонмерах № 14А, 33, 45, 85 понижение давления воздуха сопровождается отклонением маятника в сторону ручки арретира прибора, а в наклонмере № 87 — в противоположную сторону. При повышении давления воздуха отклонение маятников происходит в обратные вышеуказанным стороны.

Были получены следующие средние значения инструментальных барических коэффициентов для пяти наклонномеров: № 14А —  $1,2 \pm 0,09$  мс/мбар, № 33 —  $1,48 \pm 0,12$  мс/мбар, № 45 —  $0,30 \pm 0,03$  мс/мбар, № 85 —  $0,98 \pm 0,08$  мс/мбар, № 87 —  $0,57 \pm 0,05$  мс/мбар.

Как следует из таблицы, величины инструментальных барических коэффициенты незначительны и поэтому все приборы пригодны для изучения влияния вариации атмосферных нагрузок на наклонномерные наблюдения земных приливов без их дополнительной герметизации.

Ввиду того что наклонмеры системы Островского не свободны от инструментального эффекта, целесообразно экспериментальное определение значения инструментального барического коэффициента каждого наклонмера с целью последующего учета вклада прямого барического эффекта в результаты наблюдений.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт геофизики

(Поступило 5.1.1984)

ბიოგრაფია

მ. მირიანაშვილი

ოსტროვსკის სისტემის დახრისმზომებზე ატმოსფერული წნევის  
პირდაპირი გავლენის შეფასება

რეზიუმე

ოსტროვსკის სისტემის ხუთი დახრისმზომის მაგალითზე შესწავლილია ხელსაწყოების რეაქცია ატმოსფერული წნევის პირდაპირ ზემოქმედებაზე. მოცემულია ექსპერიმენტის საფუძველზე განსაზღვრული დახრისმზომების ბარული კოეფიციენტების მნიშვნელობები.



V. I. MIRIANASHVILI

ASSESSMENT OF THE DIRECT EFFECT OF ATMOSPHERIC PRESSURE ON TILTMETERS OF OSTROVSKY'S CONSTRUCTION

Summary

The direct effect of the atmospheric pressure variation on the tiltmeters of Ostrovsky's construction was studied using five instruments. Experimentally derived values of the instrumental barometric coefficients for tiltmeters are presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. D. S i m o n. Proc. XVI General Assembly of IUGG. Grenoble, 1975.
2. А. Е. Островский. Сб. «Изучение земных приливов». М., 1961, 64—67.

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Т. О. ВАРДОСНИДЗЕ, А. Н. СОБОЛЕВ, А. Е. ШВЕЛАШВИЛИ,  
Л. Ш. ЧАРЕЛИШВИЛИ

СИНТЕЗ И СТРОЕНИЕ КОМПЛЕКСОВ ТИПА  
 $M(DM)SO_4 \cdot 3H_2O$  ( $M=Co(II), Mn(II), Fe(II), Ni(II)$ )

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Андроникашвили 14.12.1983)

В работе [1] на основании структурного исследования  $Zn(DM)SO_4 \cdot 3H_2O$  было высказано предположение, что в системе  $MSO_4 + DM \xrightarrow{H_2O} M(DM)SO_4 \cdot nH_2O$ , где  $M$  — переходный металл, а  $DM$  — дигидразид малоновой кислоты, образуется полимерное цепочное строение комплексного катиона с октаэдрическими координационными узлами, где  $DM$  выступает в роли бис-бидентатного циклически-мостикового лиганда. Таким образом, получаемая цис-четверная координация до октаэдра дополняется преимущественно молекулами растворителя (воды).

Для выяснения вышеприведенного предположения нами по методике [2] синтезированы комплексные соединения биометаллов ( $Co(II), Mn(II), Fe(II)$  и  $Ni(II)$ ) типа  $M(DM)SO_4 \cdot 3H_2O$  и проведено их рентгеноструктурное исследование. На первом этапе структурного анализа установлена их изоструктурность. Со своей стороны, они изоструктурны и к соединению  $Zn(II)$  [1]. Но, тем не менее, расшифровка структуры синтезированных нами соединений продолжена на монокристаллическом образце соединения  $Co(DM)SO_4 \cdot 3H_2O$  для выявления тонких деталей в стереохимическом и кристаллоструктурном аспекте с учетом того, что структура  $Zn(DM)SO_4 \cdot 3H_2O$  расшифрована на основании фотоэксперимента.

В целях установления кристаллической и молекулярной структуры на монокристаллическом образце размером  $0,25 \times 0,30 \times 0,35$  мм<sup>3</sup> соединения  $Co(DM)SO_4 \cdot 3H_2O$  проведен рентгеновский эксперимент (дифрактометр,  $\lambda MoK\alpha$ , графитовый монохроматор,  $\Theta/2\Theta$  сканирование,  $2\Theta_{max} = 50^\circ$ ). Параметры моноклинной элементарной ячейки:  $a = 11,357(4) \text{ \AA}$ ,  $b = 9,649(3) \text{ \AA}$ ,  $c = 11,729(3) \text{ \AA}$ ,  $\gamma = 116,72(2)^\circ$ , пр. гр.  $P2_1/a$ ,  $Z = 4$ . Структура расшифрована методом Патерсона и уточнена по 1634 ( $I \geq 3\sigma$ ) независимым параметрам до  $R = 0,019$ . Координаты и параметры тепловых колебаний атомов приводятся в табл. 1.

Структура построена из полимерных цепочек, вытянутых вдоль оси  $X$ , в которых  $DM$  выполняет бис-бидентатно-мостиковую функцию (координация  $DM$  аналогична найденной ранее [1]), тетраэдрических анионов  $SO_4^{--}$  (рис. 3) и молекул кристаллизационной воды. Координационный полиэдр — искаженный октаэдр (рис. 1, табл. 2). До октаэдра полиэдр дополняется молекулами кристаллизационной воды. В металлоциклах наблюдается перегиб по линиям  $O(1) - N(1)$  и 20. „მეცნიერება“, ტ. 119, № 2, 1985

O(2) — N(4) (рис. 2) с углами перегибов 10 и 4° соответственно. Угол между металлоциклами (перегиб молекулы DM) — 84°.

Таблица 1

Координаты и параметры тепловых колебаний атомов в структуре  
 $[[Co(DM)(OH_2)_2]SO_4 \cdot H_2O]_n$

Атом	X	Y	Z	U <sub>экв</sub>
Co	0,33372(4)	0,10603(4)	0,14278(3)	0,019
S	0,38018(6)	-0,35425(7)	0,21077(5)	0,021
O(3)	0,4488 (2)	-0,1985 (2)	0,2658 (2)	0,028
O(4)	0,2565 (1)	-0,3667 (2)	0,1635 (1)	0,031
O(5)	0,4606 (2)	-0,3653 (2)	0,1183 (2)	0,036
O(6)	0,3536 (2)	-0,4746 (2)	0,2958 (2)	0,043
Ow(1)	0,1951 (2)	-0,1210 (2)	0,1680 (2)	0,036
Ow(2)	0,4706 (2)	-0,0874 (3)	0,1158 (2)	0,028
Ow(3)	0,2080 (2)	-0,7370 (3)	0,4298 (2)	0,049
O(1)	0,3557 (1)	0,1295 (2)	0,3145 (1)	0,026
N(1)	0,4850 (2)	0,3432 (3)	0,1493 (2)	0,023
N(2)	0,5413 (2)	0,3627 (2)	0,2597 (2)	0,025
C(1)	0,4867 (2)	0,2500 (2)	0,3348 (2)	0,021
C(2)	0,5552 (3)	0,2713 (3)	0,4473 (2)	0,028
C(3)	0,6501 (3)	0,2030 (3)	0,4399 (2)	0,021
N(3)	0,6944 (2)	0,1768 (3)	0,5374 (2)	0,028
N(4)	0,7889 (2)	0,1205 (2)	0,1205 (2)	0,023
O(2)	0,6868 (2)	0,1774 (2)	0,3461 (1)	0,027
				U <sub>изо</sub>
HN(11)	0,462(2)	0,424(3)	0,145(2)	0,026
HN(12)	0,544(3)	0,357(3)	0,099(2)	0,046
HN(2)	0,615(2)	0,447(3)	0,277(3)	0,042
HN(3)	0,663(3)	0,183(4)	0,603(3)	0,045
HN(41)	0,858(2)	0,191(3)	0,571(2)	0,022
HN(42)	0,756(2)	0,035(3)	0,573(2)	0,028
HC(21)	0,494(2)	0,224(3)	0,505(2)	0,032
HC(22)	0,597(3)	0,367(3)	0,467(3)	0,046
H(1)	0,114(3)	-0,151(3)	0,195(3)	0,049
H(2)	0,207(3)	-0,195(3)	0,168(3)	0,054
H(3)	0,478(3)	-0,038(3)	0,161(2)	0,043
H(4)	0,547(3)	0,092(3)	0,105(2)	0,048
H(5)	0,248(3)	-0,668(3)	0,385(2)	0,057
H(6)	0,226(3)	-0,703(3)	0,489(2)	0,072

В структуре наблюдаются довольно сильные водородные связи (табл. 3), из них только последняя (Ow(3)—O(4) межмолекулярная, остальные относятся к катион-анионному взаимодействию.

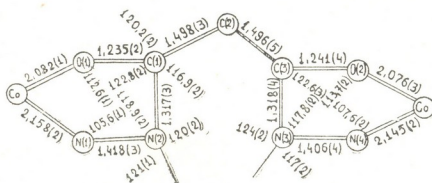


Рис. 1. Линейные (Å) и угловые (град) параметры DM в структуре  
 $[[Co(DM)(OH_2)_2]SO_4 \cdot H_2O]_n$

В заключение нужно отметить, что стереохимия металла в рассматриваемой системе, по-видимому, предопределяется требованиями полидентатного циклического лиганда. В растворе, вероятно, сначала

Таблица 2

Угловые параметры (град), характеризующие координационный полиэдр Co(II) в структуре  $\{[\text{Co}(\text{DM})(\text{OH}_2)_2]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}\}_n$

Ow(1) CoOw(2)=88,43(8)	Ow(2) CoO(2)=174,1(2)
Ow(1) CoO(1)=91,18(7)	O(1) CoN(1)=78,45(7)
Ow(1) CoN(1)=169,6(1)	O(1) CoN(4)=170,9(1)
Ow(1) CoN(4)=96,65(7)	O(1) CoO(2)=97,66(7)
Ow(1) CoO(2)=89,93(9)	N(1) CoN(4)=93,66(8)
Ow(2) CoO(1)=88,00(7)	N(1) CoO(2)=91,26(8)
Ow(2) CoN(1)=91,37(8)	N(4) CoO(2)=77,88(7)
Ow(2) CoN(4)=96,71(9)	

образуется четверная координация вокруг Co(II) с цис-расположением пятичленных металлоциклов, а лишь затем происходит дополнение полиэдра до октаэдра молекулами воды. Аналогичное предположение было высказано на основании расшифровки кристаллической

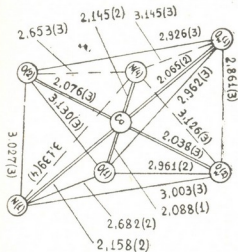


Рис. 2. Координационный полиэдр Co(II) в структуре  $\{[\text{Co}(\text{DM})(\text{OH}_2)_2]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}\}_n$

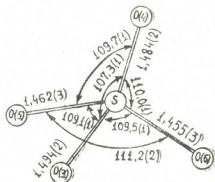


Рис. 3. Анион  $(\text{SO}_4)^{2-}$  в структуре  $\{[\text{Co}(\text{DM})(\text{OH}_2)_2]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}\}_n$

Таблица 3

Линейные (Å) и угловые (град) параметры, характеризующие водородные связи в структуре  $\{[\text{Co}(\text{DM})(\text{OH}_2)_2]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}\}_n$

Связь A ... HB	A ... B	A ... H—B	A ... $\widehat{\text{H}}\text{—B}$
O(5) ... HN(11)N(1)	2,969(3)	2,06(2)	165 (1)
O(3) ... HN(3)N(3)	2,885(3)	2,04(3)	165 (2)
O(4) ... HN(2)N(2)	2,805(2)	1,92(2)	170 (2)
O(3) ... H (1)Ow(1)	2,665(3)	1,78(3)	174 (3)
O(5) ... HN(4)N(4)	2,937(3)	2,06(2)	165 (2)
O(4) ... H (6)Ow(3)	2,883(2)	2,13(2)	170 (2)
O(1) ... HN(42)N(4)	2,938(2)	2,14(2)	153 (3)

структуры  $\text{Ni(en)}_2\text{NCSX}$ , где  $\text{X}=\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{NO}^-$  [3], хотя здесь цис-полиэдр до октаэдра дополняется ацидолигандами, в отличие от приведенного выше соединения.

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

Научно-исследовательский  
 физико-химический институт  
 МХП СССР  
 им. Л. Я. Карлова

(Поступило 29.12.1983)

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

თ. ვარდოსანიძე, ა. სობოლევი, ა. შველავილი, ლ. ჭარელიშვილი

$\text{M}(\text{DM})\text{SO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$   $\text{M}=\text{Co}(\text{II})$ ,  $\text{Mn}(\text{II})$ ,  $\text{Fe}(\text{II})$  და  $\text{Ni}(\text{II})$   
 ტიპის კოვალენტურ-სტრუქტურული სინთეზი და აღნაგობა

რეზიუმე

მოცემულია  $\text{M}(\text{DM})\text{SO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  ტიპის ნაერთების სინთეზის პირობები, სადაც  $\text{M}=\text{Co}(\text{II})$ ,  $\text{Mn}(\text{II})$ ,  $\text{Fe}(\text{II})$  და  $\text{Ni}(\text{II})$ , ხოლო DM მალონმეჯვის დიჰიდრაზიდა და  $\text{Co}(\text{DM})\text{SO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  — ნაერთის რენტგენოსტრუქტურული კვლევის შედეგები.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

T. O. VARDOSANIDZE, A. N. SOBOLEV, A. E. SHVELASHVILI,  
 L. Sh. CHARELISHVILI

### SYNTHESIS AND STRUCTURES OF $\text{M}(\text{DM})\text{SO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ TYPE COMPLEX COMPOUNDS

Summary

The conditions of synthesis of  $\text{M}(\text{DM})\text{SO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  type complex compounds ( $\text{M}$  is  $\text{Co}(\text{II})$ ,  $\text{Mn}(\text{II})$ ,  $\text{Fe}(\text{II})$ ,  $\text{Ni}(\text{II})$ ) and DM is a malonic dehydrazide) and the results of X-Ray diffraction analysis for  $\text{Co}(\text{DM})\text{SO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  complex are given. The complex compounds were found to have polymeric structures.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Е. Швелашвили, Э. Б. Миминошвили, П. В. Гогоришвили, Р. И. Мачхошвили, Н. Н. Векуа, А. И. Квиташвили, Б. М. Щедрин. ЖНХ, 21, № 1, 1976, 292.
2. Р. И. Мачхошвили, Н. Н. Векуа, П. В. Гогоришвили, Ю. Я. Харитонов, А. Е. Швелашвили. Коорд. химия, 3, № 3, 1977, 332.
3. А. Е. Швелашвили. Автореферат докт дисс. Тбилиси, 1974.



ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Л. Д. МЕЛИКАДЗЕ (академик АН ГССР), Э. Г. ЛЕКВЕИШВИЛИ,  
М. Н. ТЕВДРАШВИЛИ, К. Д. ДЖАПАРИДЗЕ

ВЫДЕЛЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ ФЕНАНТРЕНОВЫХ  
УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ ВЫСОКОКИПЯЩИХ МАСЛЯНЫХ  
ФРАКЦИЙ МИРЗААНСКОЙ НЕФТИ ФОТОКОНДЕНСАЦИЕЙ  
С МАЛЕИНЫМ АНГИДРИДОМ

Богатым природным сырьем для получения фенантреновых углеводородов являются нефти. Отсутствие селективных методов выделения фенантренов из нефтей ограничивает возможности их изучения и использования. Целью настоящего исследования являлись поиски и создание метода селективного выделения фенантреновых углеводородов и их производных — более высококонденсированных ароматических углеводородов из нефти.

Ранее нами была изучена реакция фотоконденсации фенантреновых углеводородов с малеиновым ангидридом, разработана методика получения соответствующих фотоаддуктов и показана возможность

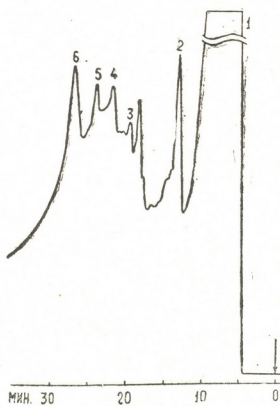


Рис. 1. Хроматограмма образца № 1: 1 — н-гексан, 2 — 2-метилнафталин, 3 — фенантрен, 4 — 9-этилфенантрен, 5 — 1-метил-7-изопропилфенантрен, 6 — хризен

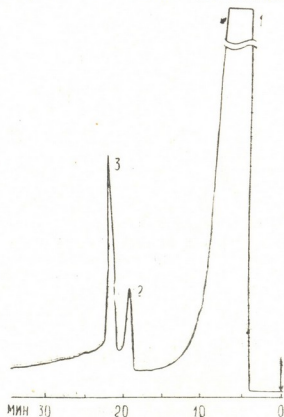


Рис. 2. Хроматограмма образца № 2: 1 — н-гексан, 2 — фенантрен, 3 — 9-этилфенантрен

успешного использования данной реакции для выделения и идентификации указанных углеводородов из высококипящих нефтяных аро-



матических концентратов норийской нефти, полученной комплексом методов деления [1—5]. Настоящая работа посвящена выделению и изучению фенантроновых углеводородов из высококипящих широких масляных фракций на основе реакции фотоконденсации указанных углеводородов с малеиновым ангидридом.

В качестве объекта для исследования были взяты масляные фракции мирзаанской нефти с т. кип. 410—425° (мол. масса 346,  $n_D^{20} = 1,5030$ ) и 460—475° (мол. масса 359,  $n_D^{20} = 1,5060$ ), ранее не изученные в этом направлении.

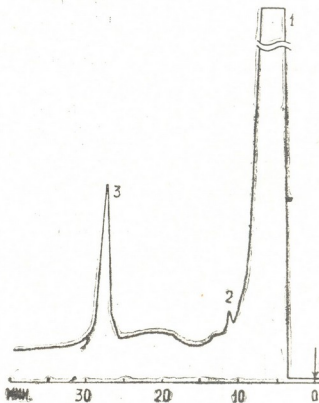


Рис. 3. Хроматограмма образца № 3; 1 — н-гексан, 2 — 2-метилнафталин, 3 — хризен

Фотохимической обработкой указанных фракций с малеиновым ангидридом в кварцевом реакторе в н-гексane в атмосфере водорода при  $t = 10-15^\circ$  при облучении ртутно-кварцевой лампой ПРК-2 в течение 6 часов были получены нерастворимые в гексане аддукты с выходом 30—40%. По данным структурно-группового анализа по УФ-спектрам поглощения, проведенного по методу А. Г. Сирюк и К. И. Зиминой [6], до фотохимической обработки малеиновым ангидридом содержание ароматики в весовых процентах во фракции с т. кип. 410—425°: С бензолные — 14,0%, С нафталиновые — 8,6%, С фенантроновые — 6,5%, а после облучения: С бенз. — 17,2%, С нафт. — 6,2%, С фен. — 1,7%; во фракции с т. кип. 460—574° до облучения: С бенз. — 18,1%, С нафт. — 6,9%, С фен. — 9,4%, а после облучения: С бенз. — 23,4%, С нафт. — 4,9%, С фен. — 5,1%.

Вследствие обратимости реакции фотоконденсации фенантроновых углеводородов с малеиновым ангидридом облучением смесей аддуктов ртутно-кварцевой лампой ПРК-2 в кварцевом реакторе в н-гексане в атмосфере водорода при  $t = 10-15^\circ$  в течение 15 часов были получены узкие смеси исходных нефтяных углеводородов. Следует отметить, что как при фотоконденсации фенантронов с малеиновым ангидридом, так и при фоторазложении соответствующих аддуктов углеводороды не подвергаются изменению, что было показано на целом



ряде индивидуальных модельных ароматических углеводородов. После облучения гексановый раствор обрабатывался 10%-ным раствором едкого кали для удаления примесей аддуктов и водой до нейтральной реакции. Масса, оставшаяся после отделения гексана, высушивалась под вакуумом. Полученная таким путем углеводородная смесь подвергалась хроматографическому делению на колонке с окисью алюминия I степени активности. Образцы вводились в колонку в виде бензольных растворов. В дальнейшем последовательно проводились элюирование гексаном и бензолом, экстракция горячим бензолом и диоксаном при комнатной температуре. Методом газо-жидкостной хроматографии на хроматографе «Цвет 102» на 6-метровой колонке с хромосорбом W с нанесенным на него LiCl в полученных вышеуказанным способом узких углеводородных смесях были идентифицированы следующие углеводороды: фенантрен, 9-метил-, 9-этил-, 1-метил-7-изопропилфенантрены, хризен и 2-метилнафталин.

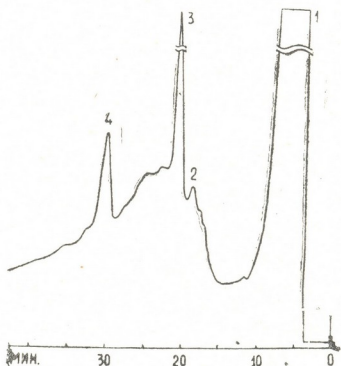


Рис. 4. Хроматограмма образца № 4: 1—н-гексан, 2—фенантрен, 3—9-метилфенантрен, 4—хризен

На рис. 1—4 приведены хроматограммы некоторых узких углеводородных смесей, полученных вышеописанным способом. Образцы № 1 и 2 получены из масляной фракции мирзаанской нефти с т. кип. 410—425° экстракцией горячим бензолом (№ 1) и диоксаном (№ 2), образцы № 3 и 4 — из масляной фракции мирзаанской нефти с т. кип. 460—475° элюированием бензолом (№ 3) и экстракцией горячим бензолом (№ 4).

Таким образом, как показали исследования, разработанный нами метод выделения и изучения фенантроновых углеводородов из нефти на основе реакции фотоконденсации указанных углеводородов с маленновым ангидридом успешно может быть применен как в отношении высококипящих ароматических концентратов, так и широких масляных фракций прямой гонки.

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

(Поступило 7.12.1984)

ლ. მელიკაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ე. ლევკვიშვილი,  
 ბ. თევდორაშვილი, ძ. ჯაფარიძე

მირზაანის ნავთობის მაღალმდულარე ზეთის ფრაქციებიდან  
 ფენანტრენული ნახშირწყალბადების გამოყოფა და შემწავლა  
 მალინიის ანჰიდრიდთან ფოტოკონდენსაციის რეაქციით

## რეზიუმე

მირზაანის ნავთობის მაღალმდულარე ზეთის ფრაქციებიდან გამოყოფილ  
 ნახშირწყალბადთა ვიწრო ნარევებში აირ-თხევადი ქრომატოგრაფიით იდენტი-  
 ფიცირებულია ფენანტრენი, 9-მეთილ-, 9-ეთილ-, 1-მეთილ-7-იზოპროპილფე-  
 ნანტრენები, ზრიზენი და 2-მეთილფენანტრენი.

## ORGANIC CHEMISTRY

L. D. MELIKADZE, E. G. LEKVEISHVILI, M. N. TEVDORASHVILI, K. J. JAPARIDZE

ISOLATION AND STUDY OF PHENANTHRENE HYDROCARBONS  
 FROM HIGH-BOILING OILY FRACTIONS OF MIRZAANI OIL  
 BY PHOTOCODENSATION WITH MALEIC ANHYDRIDE

## Summary

It is shown that the photocondensation reaction of phenanthrene hydro-  
 carbons with maleic anhydride can be successfully used in the isolation  
 and study of the stated hydrocarbons from wide high-boiling oily frac-  
 tions of petroleum. In the narrow hydrocarbon mixtures obtained by the  
 same method from the oily fractions of Mirzaani oil phenanthrene, 9-methyl-,  
 9-ethyl-, 1-methyl-7-isopropylphenanthrenes, chrysene and 2-methylnaph-  
 thalene were identified by gas-liquid chromatography.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

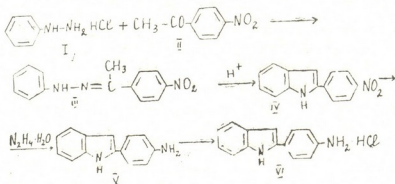
1. Л. Д. Меликадзе, Э. Г. Леквейшвили. Фотохимическая конденсация маленового ангидрида с углеводородами фенантренового ряда. Тбилиси, 1977, 34.
2. Л. Д. Меликадзе, Э. Г. Леквейшвили, М. Н. Тевдорашвили, Ш. Ш. Барабадзе. Изв. АН ГССР, сер. хим., 4, № 2, 1978, 121.
3. Э. Г. Леквейшвили, Л. Д. Меликадзе, М. Н. Тевдорашвили, Э. В. Картвелишвили. Нефтехимия, 19, № 5, 1979, 689.
4. Т. А. Алексеева, Э. Г. Леквейшвили, М. Н. Тевдорашвили, Т. А. Теплицкая, Л. Д. Меликадзе. Сообщения АН ГССР, 96, № 1, 1979, 93.
5. А. А. Полякова, М. Н. Тевдорашвили, Э. Г. Леквейшвили, Л. Д. Меликадзе, Р. Н. Семанюк, Л. О. Коган. Сообщения АН ГССР, 105, № 1, 1982, 65.
6. А. Г. Сирюк, К. И. Зимина. Прикладная спектроскопия, 2, 1969, 157.

Э. А. МУМЛАДЗЕ, И. Ш. ЧИКВАИДZE, Ш. А. САМСОНИЯ,  
Т. А. КОЗИК, Н. Н. СУВОРОВ

### СИНТЕЗ 2(*n*-АМИНОФЕНИЛ)ИНДОЛА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. М. Хананашвили 24.2.1984)

Ранее нами [1] сообщалось о синтезе 3(*n*-аминофенил)индола. Настоящее исследование посвящено синтезу 2(*n*-аминофенил)индола по схеме



Фенилгидразон *n*-нитроацетофенона (III) получается в водно-спиртовом растворе с достаточно высоким выходом (85%).

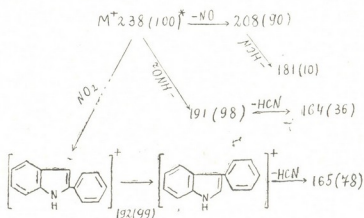
Для получения 2(*n*-нитрофенил)индола (IV) применяли классический метод синтеза индольного кольца — циклизацию фенилгидразона III в полифосфорной кислоте по реакции Фишера. Выход 2(*n*-нитрофенил)индола (IV) после очистки на колонке составляет 31%.

В ИК-спектре соединения IV наблюдаются характеристические полосы поглощения: индольной NH при 3430 и нитрогруппы при 1330, 1510  $см^{-1}$ .

В ПМР-спектре (в ДМСО- $D_6$ ) соединения IV сигналы протонов индольной части молекулы проявляются в области 6,9—7,6 м. д. в виде характерного для 2-замещенных индолов спектра [2]. Сигналы фенильных протонов проявляются в виде характерного для 1,4-дизамещенного бензола спектра и вследствие акцепторного влияния группы  $NO_2$  смещены в область слабого поля.

Молекулярная масса соединения IV, определенная масс-спектрометрически, соответствует расчетной. В спектре, кроме пика молекулярного иона, имеются пики осколочных ионов с массами 208, 192, 191, 181, 165 и 164. Образование осколочных ионов с массами 208, 192 и 191 возможно вследствие отщепления групп NO,  $NO_2$  и  $HNO_2$  от молекулярного иона. Существование ионов с массами 181, 165 и 164 можно объяснить отщеплением группы HCN от ионов, которые обра-

зуются в результате миграции фенильного заместителя из положения 2 в положение 3 индола [3].



Восстановление 2(*n*-нитрофенил)индола проводили динимдом (гидразин гидрат+никель Ренея). Получаемый в результате этой реакции 2(*n*-аминофенил)индол (V) не требует дополнительной очистки. Выход 2(*n*-аминофенил)индола (V) составляет 92%.

В ИК-спектре соединения V наблюдаются характеристические полосы поглощения для NH-связи в области 3300, 3400  $\text{см}^{-1}$ .

Гидрохлорид VI синтезирован пропусканием сухого HCl через кипящий спиртовый раствор 2(*n*-аминофенил)индола. Выход количественный.

Контроль за ходом реакции и чистотой соединений, а также определение значений  $R_f$  проводили на пластинках с закрепленным слоем силикагеля «Silufol uv-254». В качестве сорбентов применяли силикагель с размером частиц 100—160 мкм. УФ-спектры сняты на спектрофотометре «Specord» в этаноле, ИК-спектры — на приборе UR-20 в вазелиновом масле.

Масс-спектры сняты на приборе МХ-1303 методом прямого ввода образца в ионный источник при энергии ионизирующих электронов 50 эВ. ПМР-спектры записаны на спектрометре высокого разрешения «Varian» CFT-20 (80 МГц). Химические сдвиги измерены относительно ТМС как внутреннего стандарта с точностью 0,01 м. д., КССВ — с точностью 0,1 Гц.

Фенилгидразон *n*-нитроацетофенона (III). 14,5 г (1 ммоль) гидрохлорида I растворяют в 200 мл теплой воды и добавляют при перемешивании в течение 15 мин раствор 16,5 г (1 ммоль) *n*-нитроацетофенона (II) в 100 мл воды и 100 мл изо-пропилового спирта. Перемешивают реакционную массу и оставляют на ночь. Осадок отфильтровывают, промывают смесь воды и изо-пропилового спирта 3:1, сушат. Выход 21,7 г (85%), т. пл. 88—89°. ИК-спектр: 1130, 1520 ( $\text{NO}_2$ ), 1610 ( $\text{C}=\text{N}$ ), 3330  $\text{см}^{-1}$  (NH). УФ-спектр,  $\lambda_{\text{max}}$  (lg  $\epsilon$ ): 216(3,98), 237(3,92), 242(3,98), 248(4,05), 253(4,14), 259(4,22), 267(4,27), 420 нм (4,06). Найдено: С 65,4; Н 5,3; N 16,8%.  $\text{C}_{14}\text{H}_{13}\text{N}_3\text{O}_2$ . Вычислено: С 65,8; Н 5,1; N 16,4%.

\* Здесь приведены величины  $m/e$ , в скобках — относительные интенсивности пиков ионов в процентах к максимальному иону.

2(*n*-Нитрофенил)индол (IV). Смесь 25 г полифосфорной кислоты и 2,5 г (10 ммоль) фенилгидразона III при перемешивании выдерживают при 80° 20 мин. Охлаждают, выливают в 250 мл холодной воды. Осадок отфильтровывают, промывают водой до нейтральной реакции, сушат. Получают 2,18 г. Очищают на колонке. Элюент — бензол:гексан, 2:1. Фракция с  $R_f$  0,69 (бензол:эфир, 1:1) содержит 0,73 г (31%) соединения IV, т. пл. 242—243°. ИК-спектр: 3430 (NH); 1330, 1510  $\text{см}^{-1}$  ( $\text{NO}_2$ ). УФ-спектр,  $\lambda_{\text{max}}$  (lg  $\epsilon$ ): 217(4,42), 235(4,24), 242(4,19) плечо, 248(4,08) плечо, 252(4,03), 260(4,05), 268(4,11), 396 нм (4,34). ПМР-спектр (в ДМСО- $\text{D}_6$ ): 11,6(1—H,с); 7,1(3—H,м); 6,9—7,6(4—H, 5—H, 6—H, 7—H, м); 8,03(a—H, a'—H), д. д.; 8,2 м. д. (b—H, b'—H, д.д.);  $J_{ab}=9,3$ : $J_{ab}'=2,5$  Гц. Найдено: С 70,2; Н 4,4; N 15,0%  $\text{M}^+$  238.  $\text{C}_{14}\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_2$ . Вычислено: С 70,0; Н 4,2; N 14,7%. М 238.

2(*n*-Аминофенил)индол (V). К суспензии 2,3 г (10 ммоль) 2(*n*-нитрофенил)индола (IV) в 0,09 л этилового спирта и 0,44 г скелетного никеля при кипячении в течение 3 часов прибавляют по каплям 4,5 мл гидразингидрата. Кипятят еще 1 час при перемешивании. Горячий раствор фильтруют, охлаждают, выпавшие кристаллы отфильтровывают, сушат. Выход 1,91 г (92%), т. пл. 207—208°. ИК-спектр: 3200, 3400  $\text{см}^{-1}$  (NH). УФ-спектр,  $\lambda_{\text{max}}$  (lg  $\epsilon$ ): 217 (4,44), 242(3,96), 248(3,99), 253(4,04), 259(4,06), 263(4,02), 322 нм (4,02). Найдено: С 80,5; Н 6,1; N 13,3%.  $\text{C}_{14}\text{H}_{12}\text{N}_2$ . Вычислено: С 80,4; Н 5,8; N 13,4%.

Гидрохлорид 2(*n*-аминофенил)индола (VI). Раствор 2 г (10 ммоль) амина V в 150 мл абсолютного спирта кипятят в токе сухого хлористого водорода в течение 3 часов. Полученную суспензию охлаждают, осадок отфильтровывают, промывают абсолютным спиртом, затем абсолютным эфиром, сушат. Выход количественный. Разлагается при 300°. ИК-спектр: 3420 (NH), 2600 ( $\text{N}^+\text{H}$ ). УФ-спектр,  $\lambda_{\text{max}}$  (lg  $\epsilon$ ): 216(4,40), 242(3,92) плечо, 248(3,94), 253(4,00), 259(4,00), 263(3,96), 322 нм (4,41). Найдено: С 68,7 Н 5,2; N 11,1; Cl 14,3%.  $\text{C}_{14}\text{H}_{13}\text{N}_2\text{Cl}$ . Вычислено: С 68,7; Н 5,8; N 11,55; Cl 14,5%.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 16.3.1984)

ორგანული ქიმია

ბ. შუმლაძე, ი. ჩიკვაძე, შ. სამონია, ჯ. კოზიცი, ნ. სუპოროვი

2(პ-ამინოფენილ)ინდოლის სინთეზი

რეზიუმე

სინთეზირებულია 2(პ-ამინოფენილ)ინდოლი 2(პ-ნიტროფენილ)ინდოლის აღდგენით, რომელიც მიღებულია პ-ნიტროაცეტოფენონის ფენილჰიდრაზონის ციკლიზაციით. 2(პ-ნიტროფენილ)ინდოლის მოლეკულაში შემჩნეულია ფენილის ჯგუფის მიგრაცია ინდოლის ბირთვის  $\alpha$ -მდგომარეობიდან  $\beta$ -მდგომარეობაში ელექტრონთან შეჯახებისას.

E. A. MUMLADZE, I. Sh. CHIKVAIDZE, Sh. A. SAMSONIA, T. A. KOZIK,  
N. N. SUVOROV

### SYNTHESIS OF 2(P-AMINOPHENYL) INDOLE

#### Summary

2(p-nitrophenyl)indole has been synthesised by cyclization of phenylhydrazone of p-nitroacetophenone. Reduction of 2(p-nitrophenyl) indole yielded 2(p-aminophenyl) indole. Migration of the phenyl substituent in the indole molecule from position 2 to position 3 was marked by an electron impact.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Н. Суворов, Ш. А. Самсония и др. ХГС, № 2, 1978, 217—224.
2. Sh. P. Hiremath, R. S. Hosmane. Adv. Het. Chem., 15, 1973, 277-324.
3. А. А. Полякова, Р. А. Хмельницкий. Масс-спектрометрия в органической химии. М., 1972.





О. Г. ГОГИЛАШВИЛИ

## ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФЕНОЛЬНОГО ПОРОПЛАСТА ФЛ-3 С ВЫСОКИМИ ПРОЧНОСТНЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. М. Хананашвили 25.2.1985)

Основные направления развития народного хозяйства СССР на 1981—1985 гг., утвержденные XXVI съездом КПСС, предусматривают расширение строительства и монтажа зданий и сооружений из прогрессивных конструкций.

В связи с расширением объемов строительства в северных, восточных и труднодоступных районах страны (в том числе и в Грузинской ССР), повышается экономическая эффективность применения алюминиевых труб, заполненных легкими полимерными материалами, в качестве несущих элементов конструкций опор воздушной линии (ВЛ) электропередачи.

Известно [1], что пластмассовые конструкции успешно применяются за рубежом в качестве сжатых элементов сооружений и зданий разного назначения.

Последние достижения в технологии отечественного производства фенолформальдегидных ячеистых полимерных материалов в значительной мере повысили их качество и диапазон применения.

Эти открытоячеистые поропласты серии ФЛ, получаемые по несложной технологии, обладают широким диапазоном физико-механических свойств, что обуславливает возможность их широкого применения в строительстве.

Поропласты ФЛ относятся к жестким фенолформальдегидным ячеистым полимерным материалам заливочного типа. Их получают путем вспенивания и отверждения жидкой резольной фенолформальдегидной смолы марки СФЖ-309 или ее модификаций [2]

Однако получаемый при этом поропласт ФЛ-3 обладает относительно невысокой прочностью на сжатие (1,2 МПа) и относительно высокой кажущейся плотностью (500 кг/м<sup>2</sup>).

С целью получения поропласта ФЛ-3 с улучшенными физико-механическими показателями нами была проведена работа по подбору оптимального соотношения компонентов рецептуры.

Для получения поропласта ФЛ-3 были использованы следующие исходные вещества: 1) жидкая фенолформальдегидная смола резольного типа СФЖ-309 (ГОСТ 20907-75); 2) жидкая карбамидоформальдегидная смола марки КФ-Б (ГОСТ 14231-78), являющаяся модифицирующей добавкой; 3) поверхностно-активное вещество-продукт ОП-7; 4) газообразующие вещества: пудра алюминиевая пигментная ПАП-1 (ГОСТ 5495-71) и ортофосфорная кислота техническая (ГОСТ 10678-63), при взаимодействии которых выделяется водород, вспени-



вающий композицию; 5) бензолсульфокислота (ТУ-1-64-25-79) и этиленгликоль (ГОСТ 10164-75), жидкая смесь которых в соотношении 7:3 (по объему служит отвердителем для смолы СФЖ-309).

Были опробованы три рецептуры фенольного поропласта ФЛ-3 для заполнения алюминиевых труб (диаметр  $65 \times 7 \times 325$  мм и залочный объем  $V=664$  см<sup>3</sup>), состав которых приведен в табл. 1.

Таблица 1

Составы композиции поропласта ФЛ-3

Исходный состав	Варианты рецептур, масс. ч.		
	I	II	III
СФЖ-309	80	80	80
КФБ	20	20	20
ОП-7	4	4	4
ПАП-1	0,4	0,6	0,8
ОФК-1	1,33	2,00	2,66
БСК	16	16	16

Технология получения поропласта ФЛ-3 заключается в приготовлении смоляного и кислотного состава с последующим их смешением и заливкой полученной композиции в трубчатые формы.

Для заливки композиций поропласта ФЛ-3 могут быть использованы заливочные машины непрерывного действия, установки периодического действия и ручное перемешивание в емкостях [3].

Формы и изделия, заполняемые композицией для получения поропластов ФЛ-3, должны быть герметичными и выдерживать давление до 0,3 МПа.

Определение физико-механических характеристик поропласта ФЛ-3 проводили на разрывной машине РМ-0,5 т. Для испытаний изготавливали цилиндрические образцы, которые предварительно подвергали термообработке в течение 8—10 ч. при температуре 105—110°C с последующей выдержкой на воздухе не менее 12 ч.

Таблица 2

Физико-механические свойства цилиндров из поропласта ФЛ-3

Наименование показателей	Вид испытания					
	сжатие			изгиб		
	варианты рецептур			толщина образца		
	I	II	III	20мм	10мм	5—6мм
Кажущаяся плотность, $S_0$ , кг/м <sup>3</sup>	190—195	205—220	228—231	185—192	295—305	440—470
Прочность, Б, МПа	2,43	3,19	2,86	1,13	2,20	5,56
Приведенная прочность, МПа	1,26	1,48	1,24	0,61	0,73	1,23

В табл. 2 приведены результаты испытаний поропластов различных рецептур. Как видно из данных табл. 2, поропласт ФЛ-3, получае-



мый со вторым вариантом рецептуры, обладает относительно высокой прочностью на сжатие при сравнительно невысокой кажущейся плотности и поэтому он является наиболее оптимальным среди трех вариантов рецептуры.

На основании комплексных испытаний экспериментальных образцов опытных партий из поропласта ФЛ-3 можно сделать вывод, что поропласт ФЛ-3 с улучшенными показателями вполне удовлетворяет требованиям совместной работы его с алюминиевой трубой и успешно может быть внедрен в строительство, поскольку эта конструкция имеет высокие технико-экономические показатели по сравнению с существующими строительными конструкциями [4].

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 1.3.1984)

ორგანული ქიმია

ო. გოგილაშვილი

### მაღალი სიმტკიცის მაჩვენებლების მქონე ფენოლური ФЛ-3 ფოროპლასტის მიღების ტექნოლოგია

რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია მაღალი სიმტკიცის მქონე ფენოლური ФЛ-3 ფოროპლასტის მიღების ტექნოლოგია და მასზე ჩატარებული ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები. მოცემულია აღნიშნული პოლიმერული ნივთიერებით ალუმინის მილერების შევსების მთლიანი ტექნოლოგიური პროცესი და მისი გამოყენების პერსპექტივა სოფლის მეურნეობასა და ტექნიკაში.

ORGANIC CHEMISTRY

O. G. GOGILASHVILI

### PRODUCTION TECHNOLOGY OF HIGH STRENGTH PHENOL CELLULAR PLASTIC

Summary

The paper discusses the production technology of high strength phenol cellular plastic and the results of experimental research. The entire technological process of filling aluminium pipes with the indicated polymer substance is presented and the prospects of its use in agriculture and engineering are shown.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Я. Кляти с. Несущие конструкции из пластмасс. М., 1965.
2. Ю. Н. Белов, Ю. В. Смирнов. Фенолформальдегидные поропласты ФЛ, их свойства и применение. Л., 1984.
3. Технические условия. ТУ 401-01-2-83 «Поропласт заливочных марок ФЛ». Л., 1983.
4. Г. К. Мицкевич. Исследование несущей способности алюминиевых труб с полимерным наполнителем на центральное сжатие. Л., 1976.



ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

Ш. В. ДЖАОШВИЛИ

СТОК НАНОСОВ РЕКИ И ПЛЯЖЕОБРАЗОВАНИЕ  
(НА ПРИМЕРЕ р. КОДОРИ)

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Г. Сванидзе 28.12.1983)

На аккумулятивных берегах Восточного Причерноморья преобладающую роль в образовании пляжей играют реки, доставляющие к морю большое количество твердого материала. Крупность стока наносов изменяется от мелкого алеврита до валунов. Вынесенный на взморье твердый материал участвует в формировании как пляжей, так и глубоководных осадков.

Речные наносы — слабо изученный гидрологический элемент, особенно в горных краях. Это объясняется несовершенством техники измерения и сложностью характера формирования речных наносов. В связи с активизацией размывов черноморских берегов в последнее время появились исследования, посвященные твердому стоку [1—3]. Однако данные, полученные разными исследователями, расходятся, а некоторые недостаточно обоснованы. Во всех случаях речные выносы рассмотрены вне связи с береговыми наносами и с морскими гидрологическими процессами. Исключение составляет р. Бзыби, где речные наносы исследовались во взаимосвязи с морским берегом, а длительность наблюдений над донными наносами составляет 7 лет, что является явлением редким [4].

В настоящей работе ставится цель определить долю пляжеобразующего материала в полном стоке наносов. Объектом исследования была выбрана р. Кодори.

Пляжевые наносы аккумулятивных берегов образуются за счет влекомого и частично взвешенного твердого стоков, которые волновыми течениями вовлекаются во вдольбереговой поток. Обычно валуны и галька располагаются в зоне прибойного потока, а песок преобладает в периферийных частях береговой зоны. Роль этих песков в устойчивости пляжей так же важна, как крупных наносов.

Крупность пляжевых отложений зависит от гранулометрического состава речных наносов, особенно донных. Важную роль играют также волновой режим и уклоны береговой зоны. Гранулометрический состав пляжевых отложений в районе воздействия наносов р. Кодори приведен в табл. 1. Данные получены путем осреднения результатов механического анализа проб, взятых бороздовым методом, на разных расстояниях от устья. Используются также данные А. Г. Кикнадзе, полученные по работам 1964—1966 гг. [5].

Судя по данным о крупности наносов, можно считать, что в районе Кодорского мыса пляжеобразующей является фракция крупнее 0,25 мм. На устьевом взморье, на глубинах порядка 10—15 м встречаются более мелкие отложения, крупностью 0,1 мм и мельче, но этот материал является заполнителем и можно допустить, что в пляжеобразовании он не участвует.

Сток наносов обычно измеряется в единицах веса, а количество береговых отложений — в объемах. В зависимости от гранулометрического, литологического и минералогического состава применялась величина плотности от 1,7 до 1,9, полученная путем определения плотности многих проб, взятых в разных районах, на пляже и в русле реки.



Стационарные наблюдения над взвешенными наносами в устьевой области р. Кодори ведутся с 1947 г. По данным этих наблюдений, зависимость между среднесуточными данными стока воды и взвешенных наносов носит прямолинейный характер и выражается равенством

$$R=0,00062 Q^{2,17}.$$

Среднее многолетнее значение годового количества взвешенных наносов составляет 824700 т. В объемах это составляет 485100 м<sup>3</sup>. Коэффициент вариации очень высок — 0,64. Годовой сток взвешенных наносов может меняться в пределах 175000—800000 м<sup>3</sup>.

Таблица 1

Крупность пляжевых отложений близ устья р. Кодори

Крупность, мм	100	100— —50	50— —20	20— —10	10— —5	5—2	2—1	1— —0,5	0,5— —0,25	0,25— —0,1
%	34,9	32,8	13,9	5,3	5,6	1,2	0,7	2,0	3,1	0,5

Внутри года взвешенные наносы распределяются исключительно неравномерно. В мае и июне выносятся около половины твердого стока, а в январе месячное количество наносов не превышает 0,6%.

Гранулометрический состав материала, выносимого р. Кодори, во взвешенном состоянии неоднороден. Больше одной трети его приходится на ил. Пляжеобразующая фракция, т. е. материал крупнее 0,25 мм, составляет около 42%, в объемах — 203750 м<sup>3</sup> за год.

В исследовании пляжеобразующих наносов р. Кодори основной интерес представляло уточнение влекомых наносов, которые наименее изучены на горных реках и труднее всего поддаются измерению. Измерение расхода влекомого твердого стока проводилось ловушками в придонном слое реки. Входное отверстие ловушки имело вид сегмента шириной 25 см и высотой 20 см. Нижняя эластичная часть ловушки плотно прижималась ко дну и принимала его форму. Приемный марлевый мешок имел длину 2 м, чем доводилось до минимума лобовое сопротивление, создаваемое накопленным материалом. Эксперименты проводились в створе гидропоста Варче.

Ширина речного потока в устьевой области составляет 80—100 м. Русло реки слегка поворачивает налево, и основной водный поток прижат к правому берегу. Тут же проносится преобладающее большинство донных наносов. Скорость водного потока при половодье составляет 3—4 м/с, а иногда и больше.

Наблюдения над влекомыми наносами проводятся с 1980 г. Измерено 22 расхода влекомых наносов в диапазоне расходов воды от 70 до 400 м<sup>3</sup>/с. За это время количество донных наносов изменялось от 1,40 до 13,23 кг/с.

Зависимость количества донных наносов от стока воды выражается уравнением

$$G=0,45 Q^{0,91}.$$

Годовой объем донных наносов рассчитан как сумма суточного стока. Движение наносов во влекомом виде наблюдается при расходах воды больше 70 м<sup>3</sup>/с. Число дней, когда наблюдается перемещение наносов, определялось по кривым обеспеченности (таких в году около 200).

Среднемноголетнее значение годового количества донных наносов составляет 127000 т, в объемах — 66800 м<sup>3</sup>.

Материал, выносимый р. Кодори в виде влекомых наносов, отличается крупным гранулометрическим составом (см. табл. 2). Средняя



крупность наносов 37,6 мм. Следует отметить, что из больших рек Причерноморья более крупный материал выносится только р. Чорохи.

Влекомые наносы р. Кодори по сезонам распределяются неравномерно. Во время половодья выносится больше половины годового количества. Остальная часть выносится во время дождевых паводков. Материал, вынесенный во время половодья, по крупности значительно превосходит наносы, транспортируемые при паводках.

Таблица 2

Крупность влекомых наносов р. Кодори

Крупность, мм	100	100— —50	50— —20	20— —10	10— —5	5—2	2—1	1— —0,5	0,5— —0,25	0,25— —0,1
%	6,5	27,5	21,7	7,6	4,3	14,3	13,9	2,4	1,7	0,1

Таким образом, среднее многолетнее значение годового объема наносов р. Кодори, как взвешенных, так и влекомых, составляет 551900 м<sup>3</sup>. Модуль твердого стока равняется 271 м<sup>3</sup>/км<sup>2</sup>. Из общего количества наносов пляжеобразующие составляют 270550 м<sup>3</sup>/год (203750+66800 м<sup>3</sup>). В зависимости от водности года эта величина может изменяться в пределах 100000—450000 м<sup>3</sup>.

Наносы р. Кодори в виде вдольберегового потока перемещались на юг и достигали устья Ингури [5]. Так продолжалось в течение длительного периода. После постройки очамчирского мола, прерывающего поток, наносы стали накапливаться на берегу между молотом и устьем р. Моква.

В настоящее время Кодорский выступ, нарастая и приближаясь к подводному каньону, принял такую форму, что аллювий реки в пляжеобразовании участвует лишь в локальных масштабах. За мысом Искурия в зоне действия вдольберегового потока с моря изымается около 150000 м<sup>3</sup> (56%) пляжевого материала. В бухту Скурча поступает не более 20000 м<sup>3</sup> (7%), остальные 100000 м<sup>3</sup> (37%) бесследно исчезают в подводных каньонах от устья до оконечности мыса Искурия. Наносы р. Кодори дальше Скурчинского залива не продвигаются. В самой бухте при соответствующих волнениях на коротком отрезе берега образуется слабый обратный поток, о чем свидетельствует эфемерный аккумулятивный выступ в вершине бухты. Противоположное движение наносов определено выступанием мыса Искурия, который экранизирует часть берега в заливе [6].

Изучение стока наносов в море имеет важное значение для исследования процессов седиментации в береговой зоне, на шельфе и в глубоководной части моря. Для аккумулятивных берегов Грузии, где из-за нарушения равновесия размывы берегов достигли катастрофических величин, определение количества пляжеобразующих наносов является задачей первостепенной важности.

Исследования пляжеобразующих речных наносов в дальнейшем необходимо проводить при одновременном исследовании устьевых взморий и речных наносов. Только при таких условиях можно избежать ошибки.

НПО «Грузморберегозащита»  
при СМ ГССР

(Поступило 29.12.1983)

შ. ჯაოშვილი

მდინარის მყარი ჩამონადენი და პლაჟფარმომქმნა (მდ. კოდორის მაგალითზე)

რეზიუმე

მდინარე კოდორის ატენარებული და ფსკერული მყარი ჩამონადენის დეტალური შესწავლის საფუძველზე გაანგარიშებულია პლაჟფარმომქმნელი ალუვიური მასალის წლიური რაოდენობა (270550 მ<sup>3</sup>). აღნიშნული სიდიდიდან საშუალოდ 100000 მ<sup>3</sup> (37%) უკვალოდ იკარგება წყალქვეშა კანიონებში, დაახლოებით 150000 მ<sup>3</sup>-ს (56%) იღებენ ზღვიდან სამშენებლო მიზნებისთვის და მხოლოდ 20000 მ<sup>3</sup> (7%) მასალა ღებულობს მონაწილეობას პლაჟების შექმნაში.

PHYSICAL GEOGRAPHY

Sh. V. JAOSHVILI

## THE RUN-OFF OF RIVER SEDIMENTS AND BEACH FORMATION (AFTER THE EXAMPLE OF THE RIVER KODORI)

Summary

On the basis of a detailed investigation of the suspended and bed solid run-off of the river Kodori the annual quantity of the beach-forming sediments (270 550 m<sup>3</sup>) is determined. On the average, of the indicated quantity, 100 000 m<sup>3</sup> (37%) disappears tracelessly in submarine canyons, nearly 150 000 m<sup>3</sup> (56%) is removed for constructional needs, and only 20 000 m<sup>3</sup> (7%) of the alluvium takes part in beach formation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Ф. Мандыч. Вестник Московского университета, География, № 2, 1967.
2. О. И. Халатян. Гидротехническое строительство, № 3, 1977.
3. Г. Н. Хмаладзе. Выносы наносов реками Черноморского побережья Кавказа. Л., 1978.
4. Гидрология реки Бзыбь. Под ред. Г. Г. Сванидзе. Тбилиси, 1981.
5. А. Г. Кикнадзе. Сб. «Новые исследования береговых процессов». М., 1971.
6. О. К. Леонтьев, Г. А. Сафьянов. Каньоны под морем. М., 1973.



ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

Г. И. ГАГУА, К. А. ТАВАРКИЛАДЗЕ

ВЕРОЯТНОСТЬ ВЫПАДЕНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ  
НА ТЕРРИТОРИИ КУБЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Ш. Джаошвили 20.12.1983)

При изучении агроклиматических условий Кубы, расположенной в тропической зоне, большое значение имеет вопрос обеспечения атмосферными осадками сельскохозяйственных культур. Это в основном касается сухого сезона года. На территории Кубы резко выражена последовательность сухого и влажного сезонов. Сухой сезон, продолжающийся с начала ноября до конца апреля, является сравнительно прохладным периодом года. Поэтому он более благоприятен для выращивания однолетних сельскохозяйственных культур. Однако в это время года наблюдается недостаток атмосферных осадков. На сухой период приходится 24,4% осадков от годовой нормы. Внутригодовое распределение атмосферных осадков на территории Кубы характеризуется 1—2 максимумами и столькими же минимумами. В западных районах республики максимальное количество осадков приходится на июнь и август-сентябрь, а минимальное — на декабрь и февраль, в восточных районах максимальное количество — на май и октябрь, а минимальное — на февраль и июль [1]. По режиму осадков территория Кубы разделена на восемь зон [2].

В сухой период для обеспечения оптимального условия роста и развития сельскохозяйственных культур необходимы оросительные мероприятия. Для установления режима орошения большое значение имеет определение вероятности выпадения того или иного количества осадков в определенный промежуток времени. Изучение этого вопроса является целью настоящей работы. Нами использован метод, изложенный в статье [3].

По данным многолетних наблюдений рассчитываются даты накопления определенного  $Q, 2Q, 3Q$  и т. д. количества осадков начиная с 1 ноября (начало сухого сезона) по отдельным годам. Эти даты, определяющие промежуток времени с начала сухого сезона, когда накапливается  $Q, 2Q, 3Q$  и т. д. количество осадков, подчиняются закону нормального распределения, т. е.

$$\gamma(T_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp \left\{ -\frac{(\bar{T} - T_i)^2}{2\sigma^2} \right\}, \quad i = 1, 2, \dots \quad (1)$$

где  $T_i$  — дата наполнения  $Q, 2Q, 3Q, \dots$  количества осадков в  $i$ -том сезоне;  $\sigma$  — среднеквадратическое отклонение;  $\bar{T}$  — наимвероятнейшая дата накопления  $Q, 2Q, 3Q, \dots$  количества осадков с начала сезона. Если ряд наблюдений над осадками составляет  $n$  годов, то тогда  $\bar{T}$  и  $\sigma$  определяются по формулам

$$\bar{T} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_i, \quad (2)$$





$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{T} - T_i)^2}{n}} \quad (3)$$

Поскольку распределение нормальное, вероятность того, что  $Q$  количество осадков накопится к дате  $\bar{T}$ , составляет 0,5; а вероятность того, что, в отличие от  $\bar{T}$ , к какой-нибудь другой дате  $t$  накопится то же  $Q$  количество осадков, будет

$$\Phi\left(\frac{\bar{T} \pm t}{\sigma}\right) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{\frac{\bar{T} \pm t}{\sigma}} \exp\left[-\frac{x^2}{2}\right] dx, \quad (4)$$

где  $\Phi\left(\frac{\bar{T} \pm t}{\sigma}\right)$  — интеграл вероятности.

Вероятность накопления того или иного количества осадков за период сначала сезона до даты  $T = \bar{T} \pm t$  будет

$$\Phi\left(\frac{T}{\sigma}\right) = 0,5 \pm \Phi\left(\frac{\bar{T} \pm t}{\sigma}\right). \quad (5)$$

Очевидно, для использования этого метода необходим большой ряд наблюдений над осадками для той определенной территории, на которой как сумма среднегодовых значений, так и внутригодовое распределение осадков не испытывают сильных изменений. Как было отмечено, по режиму осадков территория Кубы разделяется на восемь зон. Годовые суммы осадков в этих зонах значительно отличаются друг от друга. Так, например, в районе Гуантанамо, в частности в южной его части, среднегодовая сумма осадков составляет 800 мм, а в районе Баракоа — более чем 3000 мм [1]. В таких условиях использование упомянутого метода, конечно, нецелесообразно. Поэтому мы использовали карту распределения нормы атмосферных осадков на территории Кубы [1], составленную по многолетним данным. Считая вероятность нормы осадков по всей территории равной 1, вместо абсолютных количеств осадков ( $Q, 2Q, 3Q, \dots$ ) рассчитали вероятности выпадения 0,1, 0,2, ..., 0,9 относительных количеств от нормы для отдельных пунктов наблюдений. По формулам (2) и (3) рассчитали наименее вероятные даты выпадения 0,1, 0,2, ..., 0,9 относительных количеств от нормы и их среднеквадратические отклонения. При таком подходе уже не имеют значения абсолютные количества нормы для той или иной территории. Здесь гораздо большее значение имеет то, насколько едины аэросиноптические процессы по всей территории, обуславливающие осадкообразование. Иными словами, по количеству выпавших осадков на резко отличающихся друг от друга территориях относительные внутригодовые распределения осадков должны быть в хороших корреляционных зависимостях. Территория Кубы, судя по географическому расположению, этому условию должна удовлетворять. Для проверки этого мы составили картину распределения вероятностей выпадения осадков для всей территории, исключая район Баракоа, резко отличающийся по режиму осадков. Если вышеупомянутое условие будет соблюдено, тогда полученные этими двумя путями результаты должны быть близки друг к другу.

Таким образом, в первом случае были использованы данные 58 плювиометрических пунктов, расположенных в приблизительно одинаковых условиях. По этим данным, для каждого года были определе-



ны даты накопления 0,1 (10%), 0,2 (20%) и т. д. 0,9 (90%) количества соответствующих норм с начала 1 ноября. Затем были рассчитаны  $\bar{T}$  и  $\sigma$  (табл. 1).

Наивероятнейшие даты ( $\bar{T}$ ) и соответствующие среднеквадратические отклонения накопления 0,1, 0,2, . . . 0,9 количества от нормы осадков

Количество плевнометрических пунктов	Показатели	Часть от нормы								
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
n = 58	$\bar{T}$	23. I	5. IV	8. V	30. V	23. VI	23. VII	21. VIII	13. IX	6. X
	$\sigma$	38	45	38	27	20	20	13	10	5
n = 53	$\bar{T}$	29. I	15. IV	18. V	7. VI	28. VI	27. VII	24. VIII	15. IX	6. X
	$\sigma$	35	32	22	14	10	12	8	8	5

Во втором случае ( $n=53$ ), как было отмечено ранее, исключен район Баракоа, для которого имелись данные на пяти плевнометрических пунктах.

На основании данных таблицы по формуле (5) были рассчитаны вероятности накопления 10, 20, ..., 90% осадков относительно нормы и затем была построена номограмма (рис. 1). На рис. 1 сплошные кривые построены по данным 58 пунктов наблюдений, а пунктирные — по данным 53 пунктов. На ординату нанесена вероятность накопления 0,1, 0,2, ... 0,9 относительного количества от нормы, а на абсциссу — время с 1 ноября по 31 октября.

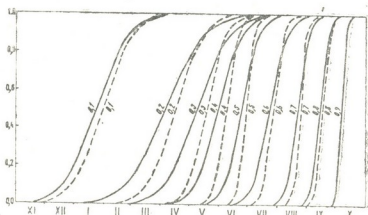


Рис. 1. Вероятность выпадения осадков в Республике Куба: — для всей республики, - - - за исключением района Баракоа

Приведем несколько примеров практического использования номограмм. Вероятность того, что с 1 ноября до 31 марта по всей территории Кубы будет накоплена десятая часть осадков (10%) от нормы, составляет 98% (на номограмме вертикальная линия с 31 марта пересекает сплошную кривую 0,1 в соответствии с вероятностью 0,98). Для того же периода вероятность накопления пятой части (20%) от нормы составляет 43% для всей территории, а с исключением района Баракоа — 25% (ордината отсчитывается до пересечения с пунктирной кривой). Что касается даты выпадения 43% наивероятности того же относительного количества осадков для территории Кубы, то она с исключением района Баракоа совпадает с 11 апреля (из ординат со



значением 0,43 горизонтальная линия пересекает пунктирную кривую 0,2 в точке, соответствующей 11 апреля). Следовательно, наивероятнейшее число накопления пятой части количества осадков относительно нормы, в отличие от всей территории с исключением района Баракоа, передвинуто на 11 суток. Подобные различия наблюдаются больше в нижней части номограммы, соответствующей низким значениям вероятностей. Например, вероятность того, что для всей территории с начала сезона накопление 20% относительного количества осадков от нормы закончилось бы 24 февраля, составляет 10% (т. е. в десять лет ожидается один раз). Накопление осадков того же количества с той же вероятностью для территории Кубы с исключением района Баракоа ожидается к 17 марта, т. е. в данном случае дата переместилась на 21 сутки.

Вообще на распределение вероятности накопления определенного количества осадков всей территории Кубы подавляющее влияние оказывает район Баракоа. Это влияние особенно заметно в сухой период, когда кривые с учетом и без учета района Баракоа наиболее отдаляются друг от друга.

Таким образом, построенная нами номограмма дает картину вероятности распределения относительного количества осадков от нормы в течение года для всей территории Кубы, а также с исключением резко отличающегося по режиму осадков района Баракоа.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт географии  
им. Вахушти

(Поступило 21.12.1983)

ფიზიკური გეოგრაფია

ბ. ბაგუა, კ. თავართკილაძე

ატმოსფერული ნალექების მოსვლის ალბათობა კუბის ტერიტორიაზე  
რეზიუმე

განხილულია კუბის ტერიტორიაზე ამა თუ იმ რაოდენობის ნალექების დაგროვების თარიღების განსაზღვრის შესაძლებლობა. კუბის გეოგრაფიული პირობები ამ თარიღების დადგენის საშუალებას იძლევა მხოლოდ ფარდობითი, წლიური ნორმის ნებისმიერი ნაწილისათვის. აგებულია ნალექების ნებისმიერი ფარდობითი რაოდენობის დაგროვების ალბათობათა განმსაზღვრელი ნომოგრამა დროის ნებისმიერი შუალედისათვის.

PHYSICAL GEOGRAPHY

G. I. GAGUA, K. A. TAVARTKILADZE

PROBABILITY OF PRECIPITATION ON THE TERRITORY OF CUBA

Summary

Long-term observations of the precipitation permitted the authors to determine its accumulation dates of the utmost probability on the territory of Cuba. A nomogram is constructed, defining the probability of precipitation accumulation of any relative quantity for any length of time.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. G. I. Gagua, S. N. Zarembo, A. Izquierdo. Voluntad Hidraulica, № 37, La Habana, 1976.
2. Ф. Ф. Давитая, И. И. Трусов. Климатические ресурсы Кубы и их использование в народном хозяйстве. Тбилиси, 1966.
3. К. А. Таварткиладзе. Сообщения АН ГССР, 89, № 3, 1978.



Л. И. МАРУАШВИЛИ, Н. С. МАМАЦАШВИЛИ, Р. Д. ХАЗАРАДЗЕ

### РЕЗУЛЬТАТЫ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ БОДОРНСКОГО РАЗРЕЗА БАЗАЛЕТСКОЙ МОЛАССОВОЙ ТОЛЩИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Ш. Джаошвили 31.1.1984)

Бодорнский разрез южной полосы моласс Кавказиони находится у одноименного храма и памятника природы, внесенного в «Красную книгу Грузинской ССР» [1]. На правобережье Арагви, на широте города Душети высятся обрыв конгломератов с прослоями суглинков и высеченными в нем пещерами. Высота обрыва приблизительно 245 м.

Стратиграфия толщи видна на рис. 1. Эту толщу В. П. Ренгартен назвал Базалетской серией и отнес к эпохе миндельского оледенения [2]. Впоследствии грузинские геологи на основании находок гиппарионовой фауны датировали толщу понтом (нижний плиоцен) и отождествили ее с развитой западнее душетской свитой [3]. В пользу более древнего из этих вариантов датировки молассовой формации Бодорны говорят высокая степень сцементированности и большая мощность конгломератов. Косвенным свидетельством прочности (сцементированности) бодорнских конгломератов следует считать наличие в имеющемся здесь денудационном останце («Бодорнском столпе») хорошо сохранившейся древней культовой пещеры [1]. Что же касается почти ненарушенного, субгоризонтального залегания «Базалетской серии», то оно объясняется ее приуроченностью к мульде широкой синклинали [3].

Образцы для палинологического анализа брались как из глинистых прослоев толщи, так и из конгломератов (с отбором цементирующего вещества). Образцы № 1—8 взяты от храма Бодорна вверх до бровки обрыва, а остальные (№9—20) — от того же храма вниз к подножию обрыва на правобережье р. Арагви.

Среди изученных 20 образцов пород разреза три (№ 5, 2, 10) оказались стерильными. В 10 образцах (№ 20, 18, 16, 15, 12, 11, 9, 3, 6, 7) содержание пыльцы очень низкое.

Для сравнения результатов пыльцевого анализа с составом современной флоры Восточной Грузии мы обратились к трудам А. А. Гроссгейма [4] и Н. Н. Кецховели [5]. Основные спектрообразующие таксоны Бодорнского разреза плиоценовых моллас ныне являются образователями растительного покрова Восточного Закавказья и, в частности, его предгорных и низинных лесов.

Лишь три вида, обнаруженные в Бодорне, а именно *Cedrus* (Pinaceae), *Taxodiaceae* и *Aesculus* (Hippocastanaceae), в настоящее время не встречаются на Кавказе в естественных условиях. Эти и другие архаичные для перешейка таксоны растений в большем количестве присутствуют в составе плиоценовых и плейстоценовых флор Западной Грузии [6]. Очевидно, в Восточной Грузии эти растения находили менее благоприятные условия и вымерли раньше, чем во влажном и мягком климате Колхиды.

Обращает на себя внимание отсутствие в спектрах бодорнского разреза темнохвойных — пихты и ели. Поскольку остатки ели обнару-



жены в верхнем плиоцене Кахетии и Азербайджана [6], следует предположить, что либо горы верховьев Палео-Арагви в нижнем плиоцене не достигали гипсометрических отметок, достаточных для существования темнохвойного лесного пояса, либо климат был недостаточно влажным для мезофильного леса.

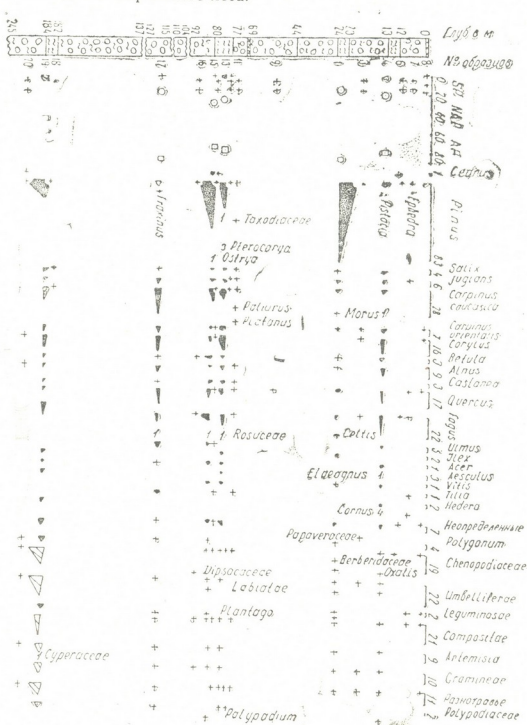


Рис. 1

В Бодорнском разрезе не удастся уловить какое-либо существенное изменение состава ископаемой флоры во времени. Это можно объяснить, с одной стороны, видовой и количественной бедностью обнаруженной ископаемой пыльцы, а с другой — весьма вероятной быстротой накопления конгломератовой толщи в условиях прогиба Базалетской синклинали.

Результаты палинологических исследований Бодорнского разреза гармонируют с мнением грузинских геологов [3] о плиоценовом воз-



расте «Базалетской свиты», поскольку в отложениях четвертичного (послеапшеронского) возраста не найдены архаичные (вымершие в пределах Кавказского перешейка) фитотаксоны.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт географии  
им. Вахушти

(Поступило 3.2.1984)

ფიზიკური გეოგრაფია

ლ. მარუაშვილი, ნ. მამაცაშვილი, რ. ხაზარაძე

ბაზალეთის მოლასური წყვილის გოდორნის ჰორილის პალინოლოგიური  
შესწავლის შედეგები

რეზიუმე

ბოდორნის ჰორილი მდებარეობს დუშეთის რაიონში, ცნობილ ტაძართან და სვეტთან. მისი ხილული სიმაღლეა 245 მ. აქედან აღებულ ნიმუშებში ქარბობს აღმ. საქართველოს ფლორის თანამედროვე წარმომადგენლები. არქაულ გვარებს და ოჯახს მიეკუთვნება მხოლოდ სამი ტაქსონი: Cedrus, Aesculus და Taxodiaceae.

ჰორილის პალინოლოგიური შესწავლის შედეგები ეთანხმება ქართველი გეოლოგების შეხედულებას ე. წ. ბაზალეთის წყების (დუშეთის წყების ზედა ნაწილის) პლიოცენური ასაკის შესახებ, რამდენადაც აღმოსავლეთ ამიერკავკასიაში არქაული (კავკასიაში გამქრალი) მცენარეები მეოთხეულში (აფშერონულის შემდგომ) არ მოიპოვება.

PHYSICAL GEOGRAPHY

L. I. MARUASHVILI, N. S. MAMATSASHVILI, R. D. KHAZARADZE

RESULTS OF PALYNOLOGICAL STUDIES OF THE BODORNA  
SECTION OF THE BAZALETI MOLASSE TERRANE

Summary

The bodorna section occurs at the same latitude as the town of Dusheti, its scarp height being 245 m. Among the samples taken for the palynological analysis taxons predominate that occur in the vegetative cover of eastern Transcaucasia. Three taxons belong to the archaic genera and family: Cedrus, Aesculus, and Taxodiaceae. The results of palynological investigations of the Bodorna section coincide with the view of Georgian geologists who consider the Bazaleti suite of Pliocene age, because in the Quaternary deposits archaic phytotaxons have not been found (being extinct within the Caucasian isthmus).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. საქართველოს სსრ წითელი წიგნი. თბილისი, 1982.
2. В. П. Ренгартен. Труды ВГО, 148, 1932.
3. შ. ა. ადამია, ნ. მ. დოცენიძე, გ. კ. მაჭონაშვილი, გ. კ. მელაძე. Изв. Геол. о-ва Грузии, 4, вып. 2, 1965.
4. А. А. Гроссгейм. Растительный покров Кавказа. М., 1948.
5. ბ. კეცხოველი. საქართველოს მცენარეული სფერო. თბილისი, 1959.
6. Каталог ископаемых растений Кавказа, I—II. Под ред. А. А. Колаковского. Тбилиси, 1973.



З. В. САХЕЛАШВИЛИ, Л. П. ТАБАГАРИ

## О НАХОЖДЕНИИ UNIO ESERI KRAUSS В КОЦАХУРСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ КАРТЛИ

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 6.12.1983)

Юго-западнее г. Хашури, на правом берегу р. Куры, в окрестностях с. Рбона, в балке Дамчхеулас-геле обнажаются коричневатожелтые глины и песчаники с септариями, богатые ярозитом и гипсом. Мощность этой толщи не превышает 30 м. Стратиграфически выше согласно следуют серовато-желтые слоистые крупнозернистые песчаники с прослоями микроконгломератов. Мощность толщи достигает 50 м. В песчаниках встречаются моллюски: *Cardium carthlicum* David, *Congerina amygdaloides* Duncer., *Rzehakia socialis* Rz., *Melanopsis intermedia*, Rz., наличие которых подтверждает их принадлежность к коцахурскому регионопусу.

В микроконгломератах коцахура, помимо вышеотмеченных форм, нами найден *Unio eseri* Krauss, ранее описанный из онкофоровых слюев Западной Европы [1]. В Грузии этот вид никем не отмечался. Надо полагать, что описание упомянутого вида даст новый дополнительный материал для корреляции среднемиоценовых отложений Кавказа с одновозрастными слоями Центрального и Западного Паратетиса.

Класс *Bivalvia* Linnaeus, 1758  
Подкласс *Palaeoheterodonta* Newell, 1965  
Отряд *Unionoida* Stoliczka, 1871  
Надсемейство *Unionacea* Fleming, 1828  
Семейство *Unionidae* Fleming, 1828  
Подрод *Unio* Philipson, 1788  
*Unio eseri* Krauss

Табл. 1, фиг. 1—3

1852. *Unio eseri* Krauss—Ib. Vaterl. Ver. Naturk. Würtemb., 8, s. 153, 154, Taf. 3. Fig. 6.

1963. *Unio eseri* Schlickum, Arch. Moll. 98, s. 2—8.

1963. *Unio eseri* Schlickum, Arch. Moll. 93, s. 2—23.

1973. *Unio eseri* Krauss (Schlickum et Strauch), Die Molluskenfaunen des Ottningien, s. 491, Taf. 16. Fig. 4.

Описание. В нашей коллекции имеются две хорошо сохранившиеся створки (изображение дается в натуральную величину).

Раковина средней величины, умеренно толстостенная, удлинненно-эллиптическая. Макушки хорошо обособленные неширокие, маловыступающие и расположены ближе к переднему краю. Передний край округленный, образует узкую дугу, верхний край сильновыгнутый. Задний край сужен и заострен, нижний почти ровный, маловыгнутый. Наружная поверхность покрыта тонкими линиями нарастания. Тупо округленный килевой перегиб явно выражен. Зубной аппарат из-за



сомкнутости створок не доступен для изучения. Мускульные отпечатки четкие, передний — глубокий, задний — поверхностный. Подматочная полость неглубокая. Внутренняя поверхность гладкая.

Размеры (мм)

a Длина	b Высота	c Выпуклость	d Длина переднего края	v/a
85	41	27	22	0,48

Сравнение. Описанный нами вид по величине, удлинено-эллиптической форме и скульптуре наружной поверхности створок обнаруживает большое сходство с *U. oslavanensis* Rzehak, который был описан Штироким [1] из солоноватоводных рзгакиевых слоев Моравии, однако отличается от последнего постепенным сужением и заостренностью раковин по направлению к заднему краю.

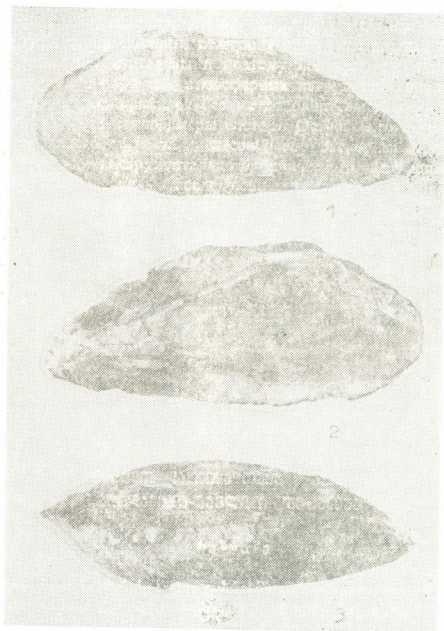


Рис. 1. Фиг. 1—3



По перечисленным признакам наша форма из рзегакиевых слоев Восточной Грузии идентична *Unio eseri* Krauss, описанной Шликкумом в 1964 г. из онкофоровых слоев Баварии.

Местонахождение. Грузинская ССР, Хашурский район (Картли), окрестности с. Рбона.

Возраст. Оттнанг (рзегакиевые слои) Баварии, коцахурский региоярус Восточной Грузии.

Донная моллюсковая фауна коцахурского региояруса Юга СССР и его аналогов — онкофоровых и кирхбергских слоев Центральной Европы, по данным Г. А. Квалиашвили [2], складывается из трех групп: 1) представителей родов явно морского происхождения (роды *Rzehakia*, 2) *Siliqua*, *Panope*); солоноватоводных форм, не встречающихся ни в морских, ни в пресноводных отложениях (виды родов *Cardium*, *Eoprosodacna*, *Congeria*), и 3) представителей пресноводных родов (*Unio*, *Paludina*, *Planorbis*, *Neritina*, *Melanopsis*). В моллюсковых комплексах солоноватоводных онкофоровых слоев господствуют представители родов *Rzehakia*, *Eoprosodacna*, *Cardium*, *Congeria*.

Известные в настоящее время ископаемые моллюски из солоноватоводных коцахурских отложений Грузии состоят из аналогичных трех групп: *Rzehakia socialis* Rz., *Eoprosodacna carthlica* David., *E. makae metechiensis* Kval., *Siliqua* cf. *alemannica* Pfan., *S.* cf. *suevica* Mayer, *Panope nana* David. et Char., *Cyrena transcaucasica* Kval., *Congeria transcaucasica* David., *C. subamygdaloides* Rz., *Planorbis cornu* Br., *Planorbis* sp., *Unio trogloditarum* Bog., *Unio* sp., *Melanopsis intermedia* Rz., *Neritina* sp., *Paludina* sp., *Oxyrhina hastalis* Ag. Они в большинстве случаев эндемичны, за исключением *Rzehakia socialis* Rz., *Coretus* sp., *Neritina* sp.

Отмеченный В. В. Богачевым [3, 4] новый вид из рода *Unio* определяется им как *Unio trogloditarum* n. sp., однако не приводятся ни его описание, ни его местонахождение.

Описанная нами форма из рода *Unio* — один из значительных элементов коцахурской моллюсковой фауны. Виды этого рода — *Unio eseri* Krauss, *U. kirchbergensis* Krauss, *U. oslavanensis* Rz. являются довольно обычными в солоноватоводных бассейнах Баварии и Моравии, где встречаются в мелководных сильноопресненных отложениях верхнего оттнанга.

Нахождение *Unio eseri* Krauss в коцахурских отложениях Восточной Грузии вместе с характерным комплексом ископаемых моллюсков коцахурского региояруса еще раз доказывает синхронность последнего с верхнеоттнангскими солоноватоводными отложениями Центрального Паратетиса.

Что же касается присутствия представителя пресноводного рода *Unio* вместе с эндемичными солоноватоводными формами коцахурского региояруса, то это подтверждает полуопресненный характер коцахурского водного бассейна.

Академия наук Грузинской ССР  
Геологический институт  
им. А. И. Джanelидзе

(Поступило 8.12.1983)

ზ. სახელაშვილი, ლ. თაბაგარი

 UNIO ESERI KRAUSS-ის პოვნის შესახებ ქართლის კოჭახურულ  
 ნალექებში

რეზიუმე

აღმოსავლეთ საქართველოს კოჭახურულ ნალექებში *Unio eseri* Krauss პოვნა კოჭახურული რეგიონარტულის მოლუსკური ფაუნის კომპლექსთან ერთად კიდევ ერთხელ ადასტურებს ამ უკანასკნელის სინქრონულობას ცენტრალური პარათეტისის ზედაოტნანგურ მომარილიანო ნალექებთან.

PALAEONTOLOGY

Z. V. SAKHELASHVILI, L. P. TABAGARI

 ON THE OCCURRENCE OF *UNIO ESERI* KRAUSS IN THE  
 KOTSAKHURI DEPOSITS OF KARTLI

Summary

The occurrence of *Unio eseri* Krauss in the Kotsakhuri deposits of Eastern Georgia, together with the fossil molluscan faunistic complex characteristic of the Kotsakhuri horizon, supports the suggestion that the latter is synchronous with the Upper Ottanangian brackish water deposits of the Central Paratethys.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. P. Čtyroky, O. Höizl, I. Kokay, W. R. Schliekum. Die Molluskenfaunen des Ottanangien. Taf. 16, Fig. 4, P. 491, 492, 1973.
2. Г. А. Квалиашвили. Онкофоровый (резгакиевый) горизонт Евразии. Тбилиси. 1962.
3. В. В. Богачев. Онкофоровые пласты в Закавказье. Тбилиси, 1933.
4. В. В. Богачев. Мiocен Закавказья. Баку, 1938.

Т. А. ЛОМИНАДЗЕ, И. В. КВАНТАЛИАНИ

К ВОПРОСУ О СИСТЕМАТИКЕ СЕМЕЙСТВА  
DORSOPLANITIDAE (AMMONOIDEA)

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 28.6.1984)

Перисфинктоидеи являются наиболее сложной для изучения группой аммонитов. Морфология раковины этих животных может изменяться в онтогенезе настолько сильно, что даже соседние обороты часто резко отличаются друг от друга, и в то же время одинаковая комбинация признаков может возникать в филогенезе различных групп [1]. Именно по этой причине нет единого мнения о систематике этих животных.

Нами изучены пять келловейских (*Flabellisphinctes*, *Choffatia*, *Volgaites*, *Indosphinctes*, *Subgrossouvria*) и три волжских рода (*Pavlovia*, *Laugeites* и *Dorsoplanites*) перисфинктов. Предлагаемая классификация основана главным образом на исследовании изменчивости в онтогенезе наиболее важного для таксономии признака — лопастной линии.

У келловейских родов просутура двухлопастная. Примасутура состоит из пяти лопастей:  $(V_1 V_1) L U I D$ . На 2-м обороте внутренняя боковая лопасть I делится на две асимметричные лопасти  $I_2$  и  $I_1$ . В конце 3-го или в начале 4-го оборота на внутренней стороне появляется еще одна внутренняя боковая лопасть  $I_3$ , а лопасть  $I_2$  смещается на внешнюю сторону оборота. Формула:  $(V_1 V_1) L U I_2 : I_1 I_3 D$ . Эту стадию проходят все келловейские перисфинкты. В дальнейшем, на 5-м или на 6-м обороте, в вершине седла  $I_2/I_1$  появляются симметрично расположенные, но не вполне обособившиеся лопасти ( $I_2^1 : I_2^2$ ), одна из которых находится на внешней, а другая — на внутренней стороне раковины:  $(V_1 V_1) L U I_2^1 : I_2^2 I_1 I_3 D$  (рис. 1). У *Flabellisphinctes* между  $I_2^1 : I_2^2$  появляется еще одна пара симметрично расположенных вспомогательных лопастей.

По ходу роста раковины боковая (L) и умбиликальная (U) лопасти постепенно углубляются и часто принимают трехраздельную форму. Характерными чертами для взрослых келловейских перисфинктов являются симметричное расположение и почти одинаковая глубина внутренних боковых лопастей  $I_1$  и  $I_3$ . Седла V/L и L/U очень широкие и отчетливо разделены на две части вспомогательными лопастями. Седло U/ $I_2$  также очень широкое и наклонено к шовной линии. Все седла и лопасти имеют сильно зазубренные элементы. Образованная в области шовной линии так называемая суспенсивная лопасть имеет глубокие элементы.

Волжские перисфинкты имеют иной тип развития лопастной линии (рис. 2, 3). Просутура двух- и трехлопастная, а примасутура пятилопастная:

( $V_1 V_1$ ) LUID. В конце первого или на втором обороте внутренняя боковая лопасть 1 делится на две асимметричные лопасти  $I_2$  и  $I_1$ . В дальнейшем в конце 3-го или на 4-м обороте вторая внутренняя боковая лопасть, в свою очередь, делится на две асимметричные лопасти  $I_{2,2} : I_{2,1}$ , одна из которых находится на внешней стороне раковины, а другая — на внутренней: ( $V_1 V_1$ )  $LUI_{2,2} : I_{2,1} I_1 D$ . По ходу роста раковины между этими лопастями появляются еще симметрично-двураздельные, но не вполне обособившиеся лопасти *Pavlovia*, *Laugeites*). Конечная формула лопастной линии волжских перисфинктов имеет один и тот же вид: ( $V_1 V_1$ )  $LUI_{2,2} I_{2,2} I_{2,2} : I_{2,2} I_{2,2} I_{2,1} I_1 D$ . Однако между *Laugeites*, с одной стороны, и *Pavlovia* и *Dorsoplanites*, с другой, имеются и существенные различия.

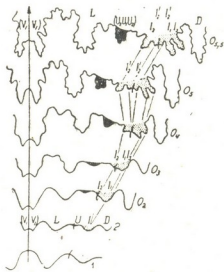


Рис. 1. Онтогенетическое развитие лопастной линии *Indosphinctes nikitinoensis* (Sas.), экз. 2144/2, Рязанская область, бассейн р. Оки, у с. Елатмы, средний келловей. Обозначения: 1, 2—про- и примасура;  $0_1, 0_2, \dots$ —положение лопастных линий на оборотах

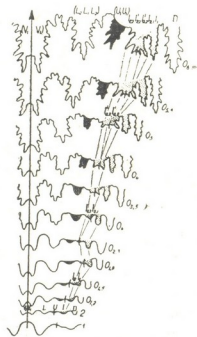


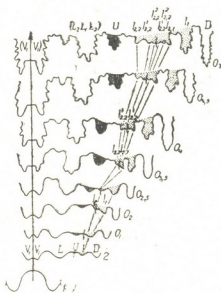
Рис. 2. Онтогенетическое развитие лопастной линии *Pavlovia iatriensis* Пов., экз. 2145/15. Восточный склон Приполярного Урала, бассейн р. Ятрии, Средняя Волга. Обозначения те же, что на рис. 1

У *Laugeites* умбиликальная лопасть по сравнению с остальными волжскими родами в процессе онтогенеза становится отчетливо двураздельной. Наиболее существенные различия появляются в строении суспенсивной лопасти. У *Laugeites* расстояние между  $I_{2,2}$  и  $I_{2,1}$  на поздних стадиях очень большое и элементы лопастной линии низкие (рис. 3). У *Pavlovia* и *Dorsoplanites* расстояние между теми же лопастями небольшое, а элементы очень глубокие, провисающие (рис. 2).

Таким образом, анализируя данные, полученные в результате исследования трех волжских родов перисфинктов, мы пришли к выводу, что роды *Laugeites*, а также *Epilaugeites* и *Chetaites* надо объединить в новое подсемейство *Laugeitinae*, а два других рода *Pavlovia* и *Dorsoplanites*, как и прежде, оставить в составе подсемейства *Dorsoplanitinae*.

Вместе с тем, волжские перисфинкты отличаются от геологически более древних перисфинктов [1] планом развития скульптуры, формой раковины, изменением диаметра сифона в онтогенезе, показателем положения сифона, а также другими признаками [2]. Однако наиболее существенные различия, как было показано выше, видны при сравнении лопастных линий: у волжских перисфинктов, в отличие от среднеюрских и келловейских [1, 2], лопасть  $l_3$  в онтогенезе не образуется и усложнение линии происходит за счет деления лопасти  $l_2$ ; у геологически более древних перисфинктов на внутренней стороне 3-го или 4-го оборота образуется лопасть  $l_3$  и усложнение лопастной линии происходит за счет появления в вершине седла  $l_2/l_1$  симметрично расположенных, но не вполне обособившихся лопастей.

Рис. 3. Онтогенетическое развитие лопастной линии *Laugeites borealis* Mes., экз. 2145/16. Восточный склон Приполярного Урала, бассейн р. Ятрии, Средняя Волга. Обозначения те же, что на рис. 1



Ранее на основании изучения лопастной линии в онтогенезе Н. П. Михайлов [3] сделал вывод о необходимости возведения представителей подсемейства *Dorsoplanitinae* в семейственный ранг, однако предложенное им название *Pseudoperisphinctidae* оказалось невалидным. Впоследствии [4] было установлено семейство *Dorsoplanitidae*, в состав которого были включены подсемейства *Pectinatitinae*, *Pavloviinae* и *Dorsoplanitinae*.

Таким образом, исходя из анализа планов развития лопастных линий в онтогенезе, а также принимая во внимание и другие признаки раковины [2], мы, как и Donovan, Kallomon и Gohart [4], волжские перисфинкты объединяем в семейство *Dorsoplanitidae*. Предварительный объем семейства отличается от предложенного этими исследователями объема и представляется в следующем виде: надсемейство *Cicostephanoidae*, семейство *Dorsoplanitidae* Arkell, 1950, подсемейство, *Dorsoplanitinae* Arkell, 1950, роды *Dorsoplanites* Semenov, 1898, *Pavlovia* Ilovaisky, 1917, (с под родами *Pavlovia* Ilovaisky, 1917, *Pallasiceras* Spath, 1923), *Paravirgatites* Buckman, 1922, *Lydistratites* Buckman, 1922, *Crendonites* Buckman, 1923, *Strajevskya* Michailov, 1962, *Epivirgatites* Spath, 1924, *Lomonossovella* Ilovaisky in Zonov, 1939, подсемейство *Laugeitinae* Lominadze



et Kvantaliani subfam. nov., роды *Laugeites* Spath, 1936, *Chetaites* Schulgina, 1962, *Epilaugeites* Mesezhnikov, 1974.

Академия наук Грузинской ССР  
Геологический институт  
им. А. И. Джanelидзе

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 29.6.1984)

პალეონტოლოგია

თ. ლომინაძე, ი. კვანტალიანი

DORSOPEANITIDAE (AMMONOIDEA) ოჯახის სისტემატიკის  
საკითხისათვის

რეზიუმე

კალოვიური და ვოლგური პერისფინქტების ტიხრის ხაზის მორფოგენეზის შესწავლამ ავტორები მიიყვანა იმ დასკვნამდე, რომ ვოლგური პერისფინქტები გაერთიანებული უნდა იქნენ *Dorsoplanitidae*-ს ოჯახში, რომლის შემადგენლობაში შედის ორი ქვეოჯახი *Dorsoplanitinae* და *Laugeitinae* subfam. nov.

PALAEONTOLOGY

T. A. LOMINADZE, I. V. KVANTALIANI

TOWARDS THE SYSTEMATICS OF FAMILY  
DORSOPEANITIDAE (AMMONOIDEA)

Summary

On the basis of an investigation of the suture line morphogenesis of the Callovian and Volgian perisphinctids, the authors consider that the Volgian Perisphinctids should be united into the family of *Dorsoplanitidae* which contains two subfamilies: *Dorsoplanitinae* Arkell, 1950 and *Laugeitinae* subfam. nov.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. В. Безносков, И. А. Михайлова. Палеонт. ж., 1981, № 3, 47—60.
2. Т. А. Ломинадзе, И. В. Кванталиани. Тез. докл. научной сессии Ин-та палеобиологии им. Л. Ш. Давиташвили АН ГССР, посвящ. 60-летию образования СССР. Тбилиси, 1982, 17—19.
3. Н. П. Михайлов. Труды Геол. ин-та АН СССР, вып. 151, 1966.
4. D. T. Donovan, J. H. Callomon, M. K. Howarth. Systematics Association Special Volume № 18, The Ammonoidea, 1980, 101-155.

Д. В. ПАТАРИДЗЕ, А. Г. ТВАЛЧРЕЛИДZE, А. Л. ХУЦАИДZE,  
М. Р. МИРИАНАШВИЛИ

### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗОТОПОВ СЕРЫ В ПРОЦЕССЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ДИССОЦИАЦИИ ПИРИТА

(Представлено академиком Г. А. Твалчрелидзе 18.12.1984)

В предыдущих исследованиях, посвященных термической диссоциации сульфидных фаз в вакууме [1—4], исследовался суммарный изотопный состав твердофазового продукта экспериментов, что снижало достоверность вскрытых закономерностей. Общеизвестно [5], что конечным продуктом термической диссоциации пирита является гексагональный пирротин, а промежуточные продукты состоят из смеси пирита и пирротина в различном соотношении. Поскольку, сог-

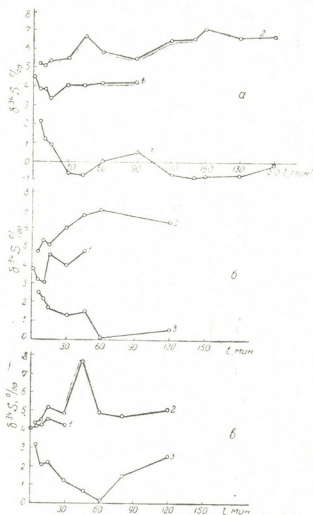


Рис. 1. Зависимость изотопного состава пирита (1), пирротина (2) и экстрагированной серы (3) от продолжительности опытов: а — экспериментальная серия 1; б — экспериментальная серия 2; в — экспериментальная серия 3





ласно теоретическим предпосылкам [6], между этими сосуществующими сульфидными фазами должно наблюдаться фракционирование изотопов серы, в настоящей работе впервые осуществлено раздельное изучение изотопии пирита и пирротина.

Эксперименты проводились на пирите Маднеульского месторождения. Проведено три серии опытов на кристаллах размером 8—10 мм (серия 1, исходный изотопный состав +4,5‰); 3—5 мм (серия 2, исходный изотопный состав +3,9‰); 0,5—1 мм (серия 3, исходный изотопный состав +4,0‰). Опыты проводились в вакуированной кварцевой ампуле с охлаждаемой жидким азотом зоной (для вымораживания экстрагированной из твердой фазы серы) при температуре 600°C и давлении 2Па. Продукты экспериментов тщательно перетирались в агатовой ступке, помещались в ацетон и подвергались магнитной сепарации на пирит и пирротин. Чистота полученных фаз контролировалась рентгенометрически. Экстрагированная сера смешивалась с порошком электролитической меди и выдерживалась в муфельной печи при температуре 70°C в течение 30 мин, после чего смесь перетиралась в агатовой ступке.

№ опыта	Экспозиция, мин	Навеска, г	Масса твердого остатка, г	Масса вымороженной серы, г	Изотопный состав серы		
					Пирит	Пирротин	Сера сублимированная
Серия 1							
1	1	2,848	2,771	0,077	3,9	5,3	2,1
2	10	2,473	2,343	0,130	3,9	5,1	1,3
3	15	3,260	3,057	0,203	3,4	5,4	1,0
4	30	3,954	3,339	0,615	4,1	5,5	-0,6
5	45	2,966	2,313	0,653	4,1	6,7	-0,9
6	60	5,071	4,002	1,069	4,2	5,8	0,0
7	90	4,324	3,380	0,944	4,3	5,5	0,6
8	120	3,318	2,516	0,801	—	6,5	-0,6
9	140	3,555	2,691	0,874	—	6,6	-0,9
10	150	3,955	3,021	0,974	—	7,1	-0,8
11	180	3,182	2,407	0,775	—	6,7	-0,6
12	210	2,878	2,170	0,708	—	6,8	-0,4
Серия 2							
13	5	2,332	2,218	0,114	3,3	4,8	2,6
14	10	2,193	2,007	0,183	3,1	5,4	2,3
15	15	2,039	1,947	0,142	4,7	5,3	1,7
16	30	2,702	2,393	0,393	4,0	6,0	1,4
17	45	2,253	1,817	0,441	4,8	6,9	1,5
18	10	2,201	1,654	0,547	—	7,3	0,1
19	120	2,594	1,912	0,682	—	6,4	0,7
Серия 3							
20	5	2,535	2,491	0,091	4,2	4,2	3,1
21	10	2,770	2,533	0,207	4,3	4,4	2,1
22	15	2,315	1,977	0,333	4,5	5,4	2,2
23	30	2,735	2,181	0,555	4,3	4,9	1,3

В полученном сульфиде меди, пирите и пирротине на масс-спектрометре МИ-1201 с модифицированной напускной системой определялся изотопный состав серы. Точность измерений  $\pm 0,3\%$ . Технические условия и результаты экспериментов приведены в таблице.

На рис. 1 показаны три четкие закономерности:

1. Пирротин характеризуется утяжеленным, а экстрагированная сера — облегченным относительно пирита изотопным составом.

2. Во всех трех исследованных фазах наблюдается колебательный характер зависимости изотопного состава серы от продолжительности опытов, что в предыдущих работах [1—4] не отмечалось.

3. После исчезновения пирита во всех случаях постепенно устанавливается изотопная стабильность пирротина и экстрагированной серы.

Наиболее неожиданным результатом работы явилось периодическое изменение изотопного состава серы первичного гомогенного пирита, что не может быть объяснено в рамках современных представлений о неравновесных изотопных эффектах [7]. Согласно последним, в случае протекания простой направленной реакции изотопный состав серы пирротина должен утяжеляться экспоненциально на фоне стабильной изотопии пирита. Следовательно, в нашем случае имел место сложный механизм диссоциации пирита, обусловленный конкуренцией прямой и обратной реакций. В последующих работах мы попытаемся детально остановиться на этом механизме.

Однако уже сейчас вскрытые закономерности могут пролить свет на некоторые аномальные природные явления. В частности, В. И. Буадзе с соавторами [8] отмечали аналогичные флуктуации аномального изотопного состава серы пирита и пирротина при образовании медно-пирротиновых руд Горной Абхазии. Настоящий эксперимент подтверждает их вывод об образовании пирротина за счет диссоциации пирита в сложной реакции псевдоморфизма.

Кавказский институт  
минерального сырья  
им. А. А. Твалчрелидзе

(Поступило 20.12.1984)

გეოქიმია

დ. პატარაძე, ა. თვალჭრელიძე, ა. ხუციანიძე, ა. შირინაშვილი

გეოქიმიის ინსტიტუტის განყოფილება პირიტის თერმული  
დისოციაციის პროცესში

რ ე ზ ი უ მ ე

ექსპერიმენტულად შესწავლილია პირიტის თერმული დისოციაცია 600°C ტემპერატურისა და 2 პა წნევის პირობებში. ნაჩვენებია, რომ გეოქიმიის ინსტიტუტის შემდგომი დამოკიდებულება ექსპერიმენტის ხანგრძლივობაზე არ ექვემდებარება ექსპონენციურ კანონს, როგორც ეს მიღებულია ამჟამად.

D. V. PATARIDZE, A. G. TVALCHRELIDZE, A. L. KHUTSAIDZE,  
M. R. MIRIANASHVILI

## DISTRIBUTION OF SULPHUR ISOTOPES IN THE COURSE OF THERMAL DISSOCIATION OF PYRITE

### Summary

The process of the thermal dissociation of pyrite at the temperature 600°C and pressure 2 Pa was experimentally investigated. The time dependences for three experimental series of sulphur isotopic composition of experimental products are considered. It is shown that—contrary to the earlier belief—these dependences are not of exponential character.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. З. Ярошевич, А. Г. Твалчрелидзе. Зап. Всесоюз. минерал. о-ва, т. 109, вып. 2, 1980.
2. А. Г. Твалчрелидзе, В. З. Ярошевич. Генезис стратиформных колчеданных месторождений. М., 1981.
3. А. Г. Твалчрелидзе, М. Ш. Кавиладзе, И. С. Цомая, Н. П. Вяхи-рев. ДАН СССР, 234, № 2, 1977.
4. Y. Kajiwaga, A. Sasaki, O. Matsubaya. *Geochem. J.* 15, № 4, 1981.
5. T. Harada, S. Izumikawa. *J. Min. Metallurg. Inst. Jap.*, 91, № 1048, 1975.
6. H. Ohmoto. *Econ. Geol.* 67, № 5, 1972.
7. В. З. Ярошевич. Тез. докл. X Всесоюз. симп. по стабильным изотопам в геохимии. М., 1984.
8. В. И. Буадзе, Т. Э. Кердзая, М. Ш. Кавиладзе. Геол. руд. месторожд., № 4, 1978.

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Ю. К. МЕЛАШВИЛИ

СОБСТВЕННЫЕ ЧАСТОТЫ ШАТРОВЫХ СЕТОК НА УПРУГОМ ОСНОВАНИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 16.11.1983)

Рассмотрим пологую упругую сетку шатрового типа на упругом основании, которая используется в строительстве в качестве покрытия сооружений.

Будем предполагать, что рассматриваемая шатровая сетка, опирающаяся на прямоугольный в плане жесткий контур со сторонами  $l_x$  и  $l_y$ , имеет стрелы  $f_{01}$  и  $f_{02}$  (рис. 1 а, б).

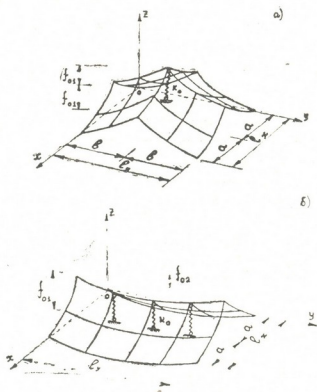


Рис. 1

Форма поверхности шатровых сеток нерегулярная с сосредоточенными кривизнами. Сетка опирается как на сплошное упругое винклеровское основание, так и на отдельные дискретные опоры.

В общем виде уравнение поверхности шатровых сеток имеет вид

$$Z_0(x, y) = Z_0(x) + Z_0(y) + Z_{0n}(x, y). \quad (1)$$

В развернутом виде для рассматриваемых шатровых сеток имеем

$$Z_0(x, y) = f_{01} \left\{ \left( \frac{x}{a} \right)^i + \frac{2}{(2^i - 1)} \left[ 1 - \left( \frac{x}{2a} \right)^i \right] 1(x-a) + \left( \frac{y}{b} \right)^j 1(b-y) + \frac{2}{(2^j - 1)} \left[ 1 - \left( \frac{y}{2b} \right)^j \right] 1(y-b) \right\}, \quad i, j = 1, 2, 3, \dots \quad (2)$$



$$Z_0(x, y) = f_{01} \left(\frac{x}{a}\right)^j I(a-x) + \frac{2^j}{(2^j-1)} f_{01} \left[1 - \left(\frac{x}{2a}\right)^j\right] I(x-a) - \\ - \frac{4 f_{02}}{l_y^2} (y l_y - y^2), \quad j=1, 2, 3, \dots, \quad (3)$$

где  $I(a-x)$ ,  $I(x-a)$ ,  $I(b-y)$  и  $I(y-b)$  — единичные функции Хевисаида.

Уравнение движения шатровой сетки на упругом основании имеет вид [1]

$$\nabla_{H_0}^2 W + \frac{E_x F_x}{X_2 - X_1} \int_{x_1}^{x_2} L(W, Z_0, x) dx \frac{\partial^2 W}{\partial x^2} + \frac{E_y F_y}{y_2 - y_1} \int_{y_1}^{y_2} L(W, Z_0, y) dy \frac{\partial^2 W}{\partial y^2} + \\ + \frac{E_x F_x}{X_2 - X_1} \int_{x_1}^{x_2} L(W, Z_0, x) dx \frac{\partial^2 Z_0}{\partial x^2} + \frac{E_y F_y}{y_2 - y_1} \int_{y_1}^{y_2} L(W, Z_0, y) dy \frac{\partial^2 Z_0}{\partial y^2} - \\ - m \frac{\partial^2 W}{\partial t^2} - K(x, y) W = 0.$$

Обозначим

$$L(W, Z_0, x_i) = \frac{\partial W}{\partial x_i} \left( \frac{\partial Z_0}{\partial x_i} + \frac{1}{2} \cdot \frac{\partial W}{\partial x_i} \right), \quad x_i = x, y;$$

$\nabla_{H_0}^2 = H_{0x} \frac{\partial^2}{\partial x^2} + H_{0y} \frac{\partial^2}{\partial y^2}$  — двумерный оператор;  $x_1, x_2, y_1$  и  $y_2$  — абсциссы точек закрепления шатровой сетки, параллельные в плане осям  $OX$  и  $OY$ ;  $H_{0x}, H_{0y}$  — натяжение сетки по осям  $OX$  и  $OY$ ;  $Z_0(x, y)$  — начальная форма поверхности шатровой сетки;  $W(x, y, t)$  — прогиб;  $E_x F_x, E_y F_y$  — жесткость сетки на растяжение;  $m$  — погонная масса единицы поверхности сетки;  $K(x, y)$  — коэффициент жесткости упругого основания (коэффициент постели).

Представим вертикальные перемещения сетки в виде рядов тригонометрических или полиномиальных и применив метод Бубнова—Галеркина, для уравнения (4) получим обыкновенное нелинейное дифференциальное уравнение свободных колебаний вида [2]:

$$\ddot{T} + \omega_{nm}^2 T + \beta T^2 + \gamma T^3 = 0, \quad (5)$$

где  $\omega_{nm}^2$  — круговая частота собственных колебаний шатровых сеток на упругом основании;  $\beta$  и  $\gamma$  — коэффициенты нелинейности системы.

Для определения  $\omega_{nm}^2$  составляется уравнение частот (детерминант) собственных колебаний при симметричных, кососимметричных и симметрично-кососимметричных формах колебаний шатровых сеток:

$$\delta_{11} \delta_{33} - \delta_{13} \delta_{31} = 0, \quad \delta_{22} = 0, \quad \delta_{12} = 0 \text{ и } \delta_{21} = 0. \quad (6)$$

Выражения  $\delta_{nm}$  определяются по следующей формуле:

$$\delta_{nm} = \omega_{nm}^2 m R_3 l_x l_y + H_{0x} R_{3x} l_x l_y + H_{0y} R_{3y} l_x l_y + E_x F_x R_{2x} l_y + \\ + E_y F_y R_{2y} l_x - R_6 l_x l_y, \quad (7)$$

где квадратуры, входящие в выражение (7), имеют вид

$$R_{2x} = \int_0^{l_x} \int_0^{l_y} R_{1x} \frac{\partial^2 Z_0}{\partial x^2} V \cdot \bar{W} dx dy; \quad R_{2y} = \int_0^{l_x} \int_0^{l_y} R_{1y} \frac{\partial^2 Z_0}{\partial y^2} V \cdot \bar{W} dx dy;$$



$$\begin{aligned}
 R_{3x} &= \int_0^{l_x} \int_0^{l_y} \frac{d^2 V}{dx^2} V \overline{W}^2 dx dy; & R_{3y} &= \int_0^{l_x} \int_0^{l_y} \frac{d^2 \overline{W}}{dy^2} V^2 \overline{W} dx dy; \\
 R_{1x} &= \int_0^{l_x} \frac{dV}{dx} \cdot \frac{\partial Z_0}{\partial x} \overline{W} dx; & R_{1y} &= \int_0^{l_y} \frac{d\overline{W}}{dy} \cdot \frac{\partial Z_0}{\partial y} V dy; \\
 R_5 &= \int_0^{l_x} \int_0^{l_y} V^2 \overline{W}^2 dx dy; & R_6 &= \int_0^{l_x} \int_0^{l_y} K(x, y) V^2 \overline{W}^2 dx dy. \quad (8)
 \end{aligned}$$

Здесь  $V(x)$  и  $\overline{W}(y)$  — аппроксимирующие (базисные) функции форм собственных колебаний шатровых сеток, удовлетворяющих граничным условиям на контуре

$$V(x) = \sin \frac{n\pi x}{l_x}, \quad \overline{W}(y) = \sin \frac{m\pi y}{l_y}, \quad n, m = 1, 2, 3, \dots, \quad (9)$$

$$K(x, y) = K_0 = \text{const} \text{ — для сплошного упругого основания;} \quad (10)$$

$$K(x, y) = K_0 \delta(x-a) \delta(y-b) \text{ — для сосредоточенной опоры;} \quad (11)$$

$$K(x, y) = K_0 \delta(x-a) \frac{4}{l_y^2} (yl_y - y^2) \text{ — для равномерно-распределенного} \\ \text{вдоль оси } Y \text{ упругого основания;} \quad (12)$$

$K_0$  — коэффициент жесткости центральной опоры.

Подставляя (9) и (11) в (8), а затем в (7) при  $i=j=1$  для формы поверхности шатровой сетки в виде (9) получаем:

для симметричных колебаний

$$\begin{aligned}
 \delta_{11} &= \omega_{11}^2 m l_x^4 l_y^4 - \pi^2 H_{0x} l_x^2 l_y^4 - \pi^2 H_{0y} l_x^4 l_y^2 - 32 f_{01}^2 E_x F_x l_y^4 - \\
 &\quad - 32 f_{01}^2 E_y F_y l_x^4 - 4 K_0 l_x^2 l_y^2, \\
 \delta_{33} &= \omega_{33}^2 m l_x^4 l_y^4 - 9\pi^2 H_{0x} l_x^2 l_y^4 - 9\pi^2 H_{0y} l_x^4 l_y^2 - 32 f_{01}^2 E_x F_x l_y^4 - \\
 &\quad - 32 f_{01}^2 E_y F_y l_x^4 - 4 K_0 l_x^2 l_y^2, \\
 \delta_{13} &= \omega_{13}^2 m l_x^4 l_y^4 - \pi^2 H_{0x} l_x^2 l_y^4 - 9\pi^2 H_{0y} l_x^4 l_y^2 - 32 f_{01}^2 E_x F_x l_y^4 - \\
 &\quad - 32 f_{01}^2 E_y F_y l_x^4 - 4 K_0 l_x^2 l_y^2, \\
 \delta_{31} &= \omega_{31}^2 m l_x^4 l_y^4 - 9\pi^2 H_{0x} l_x^2 l_y^4 - \pi^2 H_{0y} l_x^4 l_y^2 - 32 f_{01}^2 E_x F_x l_y^4 - \\
 &\quad - 32 f_{01}^2 E_y F_y l_x^4 - 4 K_0 l_x^2 l_y^2; \quad (13)
 \end{aligned}$$

для кососимметричных колебаний

$$\delta_{22} = \omega_{22}^2 m l_x^2 l_y^2 - 4 \pi^2 H_{0x} l_x^2 - 4 \pi^2 H_{0y} l_y^2; \quad (14)$$

для симметрично-кососимметричных колебаний:

$$\begin{aligned}
 \delta_{12} &= \omega_{12}^2 m l_x^4 l_y^2 - \pi^2 H_{0x} l_x^2 l_y^4 - 4 \pi^2 H_{0y} l_x^4 - 32 f_{01}^2 E_x F_x l_y^2, \\
 \delta_{21} &= \omega_{21}^2 m l_x^2 l_y^4 - 4 \pi^2 H_{0x} l_x^2 - \pi^4 H_{0y} l_x^2 l_y^2 - 32 f_{01}^2 E_y F_y l_x^2, \quad (15)
 \end{aligned}$$

Подставляя (9) и (12) в (8), а затем в (7) для формы поверхности шатровой сетки в виде (3) при  $j=1$  получаем:

для симметричных колебаний

$$\begin{aligned}
 \delta_{11} &= \omega_{11}^2 \pi^2 m l_x^4 l_y^4 - \pi^4 H_{0x} l_x^2 l_y^4 - \pi^4 H_{0y} l_x^4 l_y^2 - 32 f_{01}^2 \pi^2 E_x F_x l_y^4 - \\
 &\quad - 512 f_{02}^2 E_y F_y l_x^4 + 4 \pi^2 K_0 l_x^2 l_y^2 (1 - 1,5 l_y),
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 \delta_{33} &= \omega_{33}^2 9\pi^2 m l_x^4 l_y^4 - 81\pi^4 H_{0x} l_x^2 l_y^4 - 81\pi^4 H_{0y} l_x l_y^4 - 288\pi^2 f_{01}^2 E_x F_x l_x^4 l_y^4 \\
 &\quad - 512 f_{02}^2 E_y F_y l_x^4 l_y^4 + 36\pi^2 K_0 l_x^3 l_y^3 (1 - 1,5 l_y), \\
 \delta_{13} &= \omega_{13}^2 9\pi^2 m l_x^4 l_y^4 - 9\pi^4 H_{0x} l_x^2 l_y^4 - 81\pi^4 H_{0y} l_x l_y^4 - 288\pi^2 f_{01}^2 E_x F_x l_x^4 l_y^4 - \\
 &\quad - 512 f_{02}^2 E_y F_y l_x^4 l_y^4 + 36\pi^2 K_0 l_x^3 l_y^3 (1 - 1,5 l_y), \\
 \delta_{31} &= \omega_{31}^2 \pi^2 m l_x^4 l_y^4 - 9\pi^4 H_{0x} l_x^2 l_y^4 - \pi^4 H_{0y} l_x l_y^4 - 32\pi^2 f_{01}^2 E_x F_x l_x^4 l_y^4 - \\
 &\quad - 512 f_{02}^2 E_y F_y l_x^4 l_y^4 + 4\pi^2 K_0 l_x^3 l_y^3 (1 - 1,5 l_y); \quad (16)
 \end{aligned}$$

для кососимметричных колебаний

$$\delta_{22} = \omega_{22}^2 m l_x^2 l_y^2 - 4\pi^2 H_{0x} l_x^2 l_y^2 - 4\pi^2 H_{0y} l_x l_y^2; \quad (17)$$

для симметрично-кососимметричных колебаний

$$\begin{aligned}
 \delta_{12} &= \omega_{12}^2 m l_x^2 l_y^2 - \pi^2 H_{0x} l_x^2 l_y^2 - 4\pi^2 H_{0y} l_x l_y^2 - 32 f_{01}^2 E_x F_x l_x^2 l_y^2 + 4 K_0 l_x^3 l_y^3 (1 - 1,5 l_y), \\
 \delta_{21} &= \omega_{21}^2 m \pi^2 l_x^2 l_y^2 - 4\pi^4 H_{0x} l_x^2 l_y^2 - \pi^4 H_{0y} l_x l_y^2 - 512 f_{02}^2 E_y F_y l_x^2 l_y^2. \quad (18)
 \end{aligned}$$

В качестве примера рассмотрим шатровую сетку на прямоугольном плане при следующих данных:

$$l_x = 200 \text{ см}, l_y = 600 \text{ см}, m = 5 \cdot 10^{-8} \text{ Н} \cdot \text{сек}^2 / \text{см}^3, f_{01} = 90 \text{ см}, f_{02} = 10 \text{ см}, E_x F_x = E_y F_y = 10000 \text{ Н/п.см}, H_{0x} = 5 \text{ Н/п.см}, H_{0y} = 2 \text{ Н/п.см}, K_0 = 1,33 \text{ см}^{-1} / \text{см}.$$

Круговая частота собственных кососимметричных колебаний по формуле (17) равна  $\omega_{22} = 321$  гц, которая является наименьшей для рассматриваемой шатровой сетки.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт строительной механики  
и сейсмостойкости  
им. К. С. Завриева

(Поступило 17.11.1983)

საშენიანო მეცნიერებათა აკადემია

ი. მელაშვილი

დრეკად ფუძეზე მდებარე კარავინებზე ბაღეთა საკუთარი სიხშირეები

რეზიუმე

ნაშრომში მიღებულია საანგარიშო ფორმულები დრეკად ფუძეზე მდებარე კარავინებზე ბაღეთა საკუთარი სიხშირეების განსაზღვრისათვის.

STRUCTURAL MECHANICS

Yu. K. MELASHVILI

THE NATURAL FREQUENCIES OF MARQUEE NETS ON AN ELASTIC FOUNDATION

Summary

The paper presents formulae for determining the natural frequencies of marquee nets on an elastic foundation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Сб. «Всеячие покрытия». М., 1962.
2. Ю. К. Мелашвили. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, № 6 (95), 1968.

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Т. Г. ДЖАВАХИШВИЛИ

УПРУГОЕ РАВНОВЕСИЕ СОПРЯЖЕННЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ  
 ОБОЛОЧЕК НЕКРУГОВОГО ОЧЕРТАНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 17.4.1984)

Рассмотрим сопряженные вдоль общей образующей две одинаковые некруговые открытые цилиндрические оболочки со свободно опертыми криволинейными краями (рис. 1).

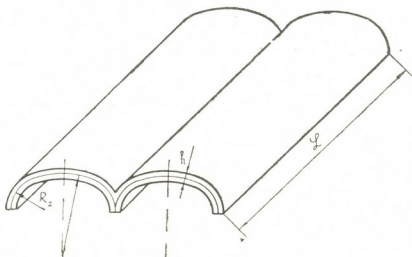


Рис. 1

Дифференциальное уравнение упругих прогибов для каждой из оболочек (сообразно полумоментной теории), после разделения переменных принимает вид [1—4].

$$\frac{d^8 W}{d s^8} + T \cdot W = f(s), \quad (1)$$

где

$$T = \frac{12 \pi^4}{h^2 L^4 R^2}; \quad f(s) = - \frac{24}{E h^3 R^4} \cdot q \cdot \cos \frac{s}{R};$$

$h$  — толщина оболочки;  $R$  — кусочно-постоянный радиус кривизны;  $L$  — длина оболочки;  $E$  — модуль упругости, а  $q$  — интенсивность действующей на конструкцию вертикальной нагрузки.

Разрывное решение уравнения (1) построим с помощью обобщенной Ш. Е. Микеладзе формулы Маклорена без остаточного члена [5].

$$W(s) = \sum_{k=1}^n \frac{s^{k-1}}{(k-1)!} W^{(k-1)}(0) + \sum_{k=1}^n \sum_{\eta=1,2}^r \frac{(s-s_\eta)^{k-1}}{(k-1)!} \delta_\eta^{k-1}, \quad (2)$$



где  $s_\eta < s$ , а  $\delta_\eta^{k-1}$  ( $\eta = 1, 2, \dots, r$ ) обозначают соответственно точки разрыва и значения скачков функций  $W^{(k-1)}$ .

Попутно заметим, что  $W(s)$  и ее производные до третьего порядка включительно являются непрерывными функциями, а скачки остальных (до седьмого порядка включительно) определяются из условий непрерывности тангенциальных составляющих векторов перемещений, кольцевых нормальных сил и перерезывающих сил в точках  $s_\eta$ . Что касается производных более высокого порядка  $W^{(k)}$  ( $k \geq 9$ ) и их скачков, то они определяются посредством производных более низкого порядка и их скачков на основе диффе-

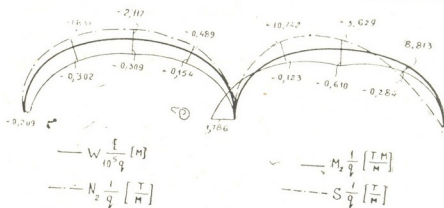


Рис. 2

ренциального уравнения (1) и тех соотношений, которые получаются путем дифференцирования этого уравнения соответствующее число раз:

$$W^{(t)}(0) = f^{(t)}(0) - T \cdot W^{(t-8)}(0), \quad (t = 8, 9, \dots)$$

и

$$\delta_\eta^{t+8} = f^{(t)}(s_\eta) - f^{(t)}(s_{\eta-}) - (T_{(+)} - T_{(-)}) \cdot W^{(t)}(s_\eta) - T_{(+)} \cdot \delta_\eta^t, \quad (t = 0, 1, 2, \dots),$$

где знаки (+) и (-) соответствуют значениям функций в точке разрыва справа и слева.

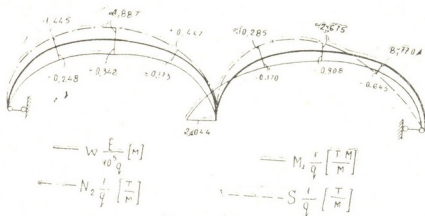


Рис. 3

Вследствие симметричности нагрузки и самой конструкции, расчет обсуждаемой конструкции сводится к рассмотрению лишь одной оболочки.

Сформулируем граничные условия вдоль общей образующей оболочек [2]. На основе симметрии можем заключить, что действующие в вертикальной плоскости сопряжения силы, одна из которых пред-



ставляет собой сдвигающую силу, а другая перпендикулярна линии сопряжения, равняются нулю. Из симметрии следует равенство нулю и угла поворота. Далее, поскольку край оболочки должен оставаться в вертикальной плоскости сопряжения, то исключается его перемещение перпендикулярно к этой плоскости.

Окончательно, указанные условия имеют следующий вид [2]:

$$\frac{dW}{ds} = 0,$$

$$\frac{d^5 W}{ds^5} = \frac{24}{Eh^3} \frac{q}{R} \sin \frac{s}{R},$$

$$\frac{d^3 W}{ds^3} \cos \frac{s}{R} - R \frac{d^4 W}{ds^4} \sin \frac{s}{R} = \frac{6R}{Eh^3} q \sin \frac{2s}{R},$$

$$\left(\frac{\pi}{L}\right)^4 \cdot W(s) \sin \frac{s}{R} + \frac{R h^2}{12} \frac{d^7 w}{ds^7} \cdot \cos \frac{s}{R} = - \frac{q}{EhR^2} \sin \frac{2s}{R}.$$

Конструкция, составленная из двух сопряженных между собой овальных цилиндрических оболочек (рис. 1) ( $R_1 = 3,0$  м;  $R_2 = 1,5$  м;  $L = 20$  м;  $h = 0,1$  м).

Построенные эпюры для прогибов и некоторых усилий соответствуют случаю сопряженной конструкции, внешние продольные края которой свободны (рис. 2), либо шарнирно оперты (рис. 3).

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

(Поступило 19.4.1984)

საშენობლო მეცნიერება

თ. ჯავახიშვილი

არაწრიული მოხაზულობის შეუღლებული ცილინდრული გარსების  
დრეკადი წონასწორობა

რეზიუმე

განხილულია მსახველის გასწვრივ ერთმანეთთან შეუღლებული ორი ერთნაირი არაწრიული ღია ცილინდრული გარსისგან შედგენილი ნაგებობა.

გადამწყვეტი დიფერენციალური განტოლების წყვეტილი ამონახსნი აგებულია შ. მიქელაძის მიერ განზოგადებული მაკლორენის ფორმულის [5] დახმარებით.

T. G. JAVAKHISHVILI

TOWARD THE ANALYSIS OF OPEN CYLINDRICAL SHELLS OF  
NON-CIRCULAR SHAPE

## Summary

An open oval cylindrical shell with piece-wise continuous thickness is considered. The problem is solved by the successive approximation technique. A discontinuous solution of the corresponding resolving differential equation is constructed in each approximation, using the Maclaurin formula [2], generalized by Sh. E. Mikeladze. A particular example is discussed. The results are compared with those obtained by the author in his earlier paper [5].

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. T. E. Gibson. Linear Elastic Theory of Thin Shells. London, 1965.
2. შ. შიქელაძე. თხელკედლიანი სივრცული სისტემების ვანგარიშების საფუძვლები. თბილისი, 1980.
3. შ. შიქელაძე. გარსთა თეორიის საფუძვლები. თბილისი, 1974.
4. T. G. Джавахишвили. Сообщения АН ГССР, 119, № 1, 1985.
5. Ш. Е. Микеладзе. Избранные труды, т. 2. Тбилиси. 1980.



Т. Ф. МЧЕДЛИШВИЛИ, Т. Е. ДЖЕЙРАНАШВИЛИ

## СИНТЕЗ НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ ПРИВОДОВ В ОПРЕДЕЛЕННОЙ ОБЛАСТИ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

(Представлено академиком Д. С. Тавхелидзе 12.9.1984)

В реальных условиях работы следящий привод должен удовлетворять целому ряду показателей переходных процессов. В работе [1] изложен метод синтеза линеаризованных систем, позволяющий конструировать передаточные функции проектируемых систем с одновременным учетом нескольких показателей.

Согласно названному методу желаемые передаточные функции определяются с помощью нормированных передаточных функций и теоремы масштабов из теории функции комплексного переменного. Желаемую передаточную функцию прежде всего выбирают с учетом требований закона распределения нулей и полюсов, удовлетворяющего порядку астатизма и величине перерегулирования, и рассматривают ее как функцию масштабного коэффициента времени  $z_m$ . Это, в свою очередь, позволяет определять значения масштабного коэффициента в функциональной взаимосвязи с заданными показателями переходных процессов как при конкретном виде воздействия, так и для случая наличия нескольких внешних сигналов.

Процедура синтеза нелинейных систем, изложенная в работе [2], может быть приведена в соответствие с процедурой синтеза линеаризованных систем [1].

Синтез нелинейных систем [2] по аналогии с процессом синтеза линеаризованных систем осуществляется по заданным (желаемым) процессам. Отличительной особенностью является то обстоятельство, что при каждом из внешних воздействий в первом случае получаем применительно ко всей области модулей  $A_0$  переходные процессы вида  $x(t)$ , в случае же синтеза нелинейных систем имеем дело с переходными процессами вида  $x(A_0; t)$ , т. е. с пачками желаемых процессов, где  $A_0$  — модуль внешнего воздействия. При этом желаемым процессам  $x(t; z_m)$  в линейных системах регулирования поставим в соответствие процессы  $\bar{x}(A_0; t; z_m)$  в аппроксимирующей линейной системе и фактические  $x(A_0; t; z_m)$  переходные процессы в нелинейной системе.

Рассмотрим последовательность синтеза из работы [1] с помощью графических представлений функциональных зависимостей критериев качества регулирования от величин масштабного коэффициента времени  $z_m$ .

Просинтезируем линейную систему при следующих заданных критериях качества регулирования: а) максимальное время регулирования  $t_p^k$ ; б) величина максимального перерегулирования  $M^k$ ; в) максимальная динамическая



ошибка  $\delta_x^k$ , соответствующая управляющему воздействию вида  $At$ ; г) максимальная динамическая ошибка  $\delta_x^k$ , соответствующая управляющему воздействию вида  $At^2$ . Параметры системы регулирования должны быть выбраны таким образом, чтобы выполнялись вышеназванные критерии качества. Пусть функциональные зависимости  $t_p = f_{t_p}(z_m)$ ,  $M = f_M(z_m)$ ,  $\delta_x = f_{\delta_x}(z_m)$  и  $\delta_{\ddot{x}} = f_{\ddot{x}}(z_m)$  графически изображаются кривыми 1, 2, 3 и 4, соответственно представленными на рис. 1 а, б, в, г.

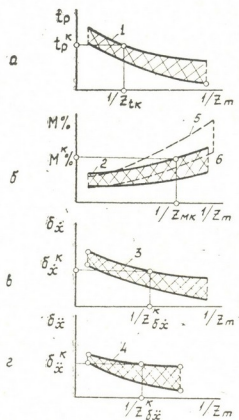


Рис 1. Графики функциональных зависимостей критериев качества переходных процессов от масштабного коэффициента времени

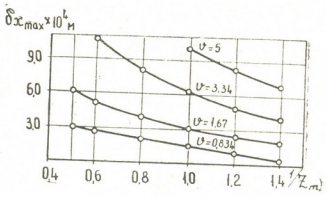
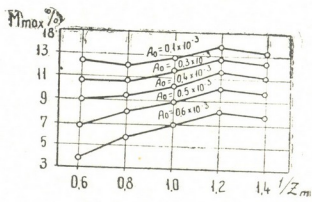


Рис. 2. Графики функциональных зависимостей  $M_{\max\%} = f(A_0; z_m)$  и  $\delta_{x_{\max}}^k = f(\Delta v; z_m)$ , построенные для системы стабилизации скорости подачи

Согласно этим графикам определяем значения  $z_{tk}$ ,  $z_{Mk}$ ,  $z_{\delta_x k}$  и  $z_{\delta_{\ddot{x}} k}$ , соответствующие допустимым значениям  $t_p^k$ ,  $M^h$ ,  $\delta_x^k$  и  $\delta_{\ddot{x}}^k$  критериев качества. Выбираем то значение  $z_m^k$ , при котором одно из требований качества выполняется точно, а все остальные — с запасами. Для случая, рассмотренного на рис. 1, таким значением параметра  $z_m^k$  будет являться  $z_{Mk}$ . При  $z_m^k = z_{Mk}$  точно выполняется условие  $M = M^h$ , а все другие требования выполняются с запасом.

В процессе синтеза нелинейных систем имеем дело с функциональными зависимостями вида

$$t_p = f_{t_p}(z_m; A_0), \quad M = f_M(z_m; A_0),$$

$$\delta_x = f_{\delta_x}(z_m; v), \quad \delta_{\ddot{x}} = f_{\delta_{\ddot{x}}}(z_m; \ddot{x}_0),$$

(1)

поэтому, если условно принять кривые 1, 2, 3 и 4 (рис. 1) соответственно верхними граничными кривыми пачек переходных процессов, определяемых зависимостями (1), то процедура подбора параметров остается в точности такой же, как при синтезе линейных систем

регулирования. После определения  $z_m^k = z_{Mk}$  осуществляем подбор всех  $C_k$  синтезируемых параметров, ибо все они находятся в однозначной функциональной взаимосвязи с одним обобщенным параметром  $z_m$ .

При синтезе нелинейных систем регулирования может быть случай, когда вышеизложенный подбор параметра  $z_m$  становится невозможным с точки зрения удовлетворения заданным требованиям.

К примеру, если кривые 5 и 6 (рис. 1) ограничивают область значений функции  $M = f_M(z_m; A_0)$ , то выбором  $z_m$  можно удовлетворить максимум трем требованиям  $t_p < t_p^k$ ,  $\delta_x < \delta_x^k$ ,  $\delta_x \leq \delta_x^k$ .

В таком случае встает вопрос введения структурных изменений, либо некоторого отхода от заданных требований.

Для примера синтеза параметров нелинейной системы привода рассмотрим процедуру определения коэффициентов усиления по скорости  $k_{v\varphi}$  и  $k_{v1}$  гидравлической системы стабилизации скорости подачи копирующего станка [3]. Динамика рассматриваемой системы описывается следующей системой уравнений:

$$\begin{aligned}
 m_\varphi \cdot \ddot{x}_\varphi + h_\varphi \cdot \dot{x}_\varphi + k_{ж\varphi} \cdot x_\varphi + F_{н\varphi} (|P_{m\varphi}|) &= k_{v\varphi} \cdot F_\varphi^* \cdot \varepsilon_\varphi(t), \\
 m_1 \cdot \ddot{x}_1 + h_1 \cdot \dot{x}_1 + k_{ж1} \cdot x_1 + F_{н1} (|P_{m\varphi}|) &= k_{v1} \cdot F_1^* \cdot \varepsilon_1(t), \\
 \varepsilon_\varphi(t) &= \left[ \frac{x_{b\varphi}}{\cos\varphi} + \frac{R}{r} x_\varphi - \frac{x_1}{\cos\varphi} \right] \cdot \frac{l}{\rho_k} \operatorname{sign} \ddot{f}(x_1) - \frac{l}{r} x_\varphi, \\
 \varepsilon_1(t) &= \frac{R_1}{r} x_\varphi - x_1 \quad \varphi = \varphi_0 + \frac{x_\varphi}{r},
 \end{aligned} \tag{2}$$

а условные обозначения, участвующие в системе уравнений (1), заимствованы из работы [3].

Выбираем исходную линейную „систему желаемого процесса“ [1] с параметрами, при которых переходный процесс  $x_\varphi(t)$  имеет 15%-ное перерегулирование, и ищем значения искомых коэффициентов из условия минимизации функционалов  $\Phi_\varphi(z_m)$  и  $\Phi_1(z_m)$  при следующих исходных значениях параметров нелинейной системы:

$$\begin{aligned}
 m_\varphi &= 50 \text{ кг}, \quad k_{ж\varphi} = 0,98 \cdot 10^8 \text{ н/м}, \quad |P_{m\varphi}| = 300 \text{ н}, \quad m_1 = 200 \text{ кг}, \quad |P_{m\varphi}| = 980 \text{ н}, \\
 k_{ж1} &= 1,96 \cdot 10^8 \text{ н/м}; \quad \rho_k = 0,146 \text{ м}, \quad l = r = 0,05 \text{ м}.
 \end{aligned}$$

На рис. 2 приведены графики функциональных зависимостей  $M_{\max} \% = f(A_0; z_m)$ ,  $\delta_x \max = f(v_0; z_m)$ , где  $M_{\max}$  и  $\delta_x \max$  — максимальные значения величины перерегулирования и скоростной ошибки.

На основании приведенных зависимостей при выборе  $z_m = 1$ ,  $k_{v1} = 104$  л/с,  $k_{v\varphi} = 55$  л/с получаем, что система будет удовлетворять условиям  $M \% \leq 13$ ,  $\delta_x \leq 3 \cdot 10^{-4}$  м.

თ. გვილიანი, თ. ჯეირანაშვილი

არაწრფივ ამკრავთა სისტემების სინთეზი გარე ზემოქმედების  
 ბარაკვიულ სფეროში

რეზიუმე

წარმოდგენილია არაწრფივ ამკრავთა სისტემების სინთეზის მეთოდთა წინასწარ დასმული გარდამავალი პროცესების მიხედვით, რომლის გამოყენება საშუალებას გვაძლევს შევიჩინოთ დასაგეგმარებელი სისტემის პარამეტრები მუშაობის რიგი მახასიათებლების გათვალისწინებით.

MACHINE BUILDING SCIENCE

T. F. MCHEDLISHVILI, T. E. JEIRANASHVILI

SYNTHESIS OF NONLINEAR SYSTEMS OF TRANSMISSIONS IN A  
 DEFINITE SPHERE OF EXTERNAL INFLUENCES

Summary

A method is presented for synthesizing systems of nonlinear transmissions according to pre-set transitional processes. The proposed method permits to determine the parameters of the projected system, with account of a number of operation characteristics.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. И. Соколов. Аналитический метод синтеза линеаризованных систем автоматического регулирования. М., 1969, 328.
2. Т. Ф. Мchedlishvili. Сообщения АН ГССР, 100, № 3, 1980, 633—636.
3. Т. Ф. Мchedlishvili, В. А. Мартыненко, Ю. И. Тулаев. Труды вузов Уральского зоны, сб. 206. Свердловск, 1972, 107—111.

Э. Г. КУХАЛАШВИЛИ, Д. О. ГУБЕЛАДЗЕ, А. К. БУАЧИДЗЕ

ДИНАМИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ СЕЛЕВОЙ МАССЫ ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТИ НА ПОПЕРЕЧНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 18.3.1984)

Попытка обоснованного расчета динамического воздействия селевых потоков на поперечные сооружения с учетом основных компонентов селевой массы осуществлена в работах [1—3].

Характер воздействия селевых потоков на поперечные сооружения проявляется по-разному в зависимости как от типа сооружений и их ориентаций по отношению к движущимся потокам, так и от режима движения.

Для приблизительного определения ударной силы селевого потока на сооружения применяется расчетная схема, представленная на рис. 1.

Количество движения секундной массы в сечениях А—А и Б—Б соответственно будет  $m_0V_{ср}$  и  $m_1V_1$ .

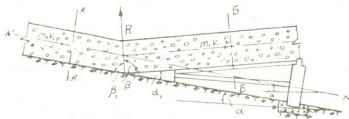


Рис. 1. Расчетная схема динамического воздействия селевого потока на сооружение

Реактивная сила  $R$  определяется по зависимости количества движения от ее проекций на ось  $N-N$ . Исходя из этого можно записать

$$m_0V_{ср} - m_1V_1 - R \cos \beta_1 = 0. \tag{1}$$

Учитывая, что

$$\begin{aligned} \beta_1 &= 180^\circ - \beta, \\ \cos \beta &= \cos(180^\circ - \alpha_1) = \sin \alpha_1 \\ -\cos \beta &= -\cos(90^\circ - \alpha_1) = \sin \alpha_1 \end{aligned} \tag{2}$$

получаем

$$m_0V_{ср} - m_1V_1 + R \cos \beta = 0, \tag{3}$$

где  $\alpha_1$  — угол наклона сооружения к водотоку;  $\alpha$  — угол наклона русла к горизонту;  $\beta$  — угол между реактивной силой и динамической осью потока на сооружения.





Ввиду того что для нашего случая  $\alpha \leq \frac{\pi}{2}$ , с изменением уклона селевого потока скорость его поднятия на сооружение может быть определена по следующей зависимости:

$$V_1 = V_{cp} \cos \alpha_1. \quad (4)$$

Если учесть, что скорость селевого потока уменьшается за счет придавливания его глубины и  $m_0 = m_1$ , можно написать

$$m_1 V_{cp} - V_{cp} m_1 \cos \alpha + R \cos \beta = 0. \quad (5)$$

Реактивная сила

$$R = \frac{m_0 V_{cp} (1 - \cos^2 \alpha_1)}{\sin \alpha_1}. \quad (6)$$

При учете

$$m_0 = \frac{\gamma_c \omega V_{cp}}{g}$$

получаем

$$R = K \frac{\gamma_c \omega V_{cp}^2 \sin \alpha_1}{g}, \quad (7)$$

где  $K$ —опытный коэффициент, полученный в результате ударного воздействия селевого потока на сооружение и в среднем  $K=4, 5$ ;  $\gamma_c$ —удельный вес селевого потока;  $\omega$ —его поперечное сечение;  $V_{cp}$ —средняя скорость селевого потока;  $g$ —ускорение свободного падения.

Различные виды селевых потоков отличаются друг от друга режимом движения. При ламинарном режиме движения средняя скорость будет

$$V_{cp} = 60,4 \left( \frac{H}{d} \right)^{1/6} \sqrt[3]{\frac{\left( 1 - \frac{h_{0D}}{H} \right) \left( 2,68 + 1,32 \frac{h_{0D}}{H} \right)}{3,18 + \frac{0,874}{\frac{h_{0D}}{H}}}} V \overline{Hi}, \quad (8)$$

а при турбулентном режиме

$$V_{cp} = C^* V \overline{Hi}, \quad (9)$$

где

$$C^* = \frac{\sqrt{1 - \left( \frac{V^*}{V_0} \right)^2}}{\sqrt{1 - \left( \frac{V^*}{V_0} \right)^2} \left\{ 1 - 1,11 \left[ 1 - \left( 1 - 0,5 \frac{V^*}{V_0} \right) \left( 1,1 - 0,7 \frac{V^*}{V_5} \right) \right] \right\} + 0,56 \left( 1,1 - 0,7 \frac{V^*}{V_0} \right) \arcsin \frac{V^*}{V_0} - 0,87 \left( 1,1 - 0,7 \frac{V^*}{V_0} \right)}. \quad (10)$$

Здесь  $H$ —глубина потока;  $d$ —высота выступов водотока;  $h_{0D}$ —глубина ядра селевого потока;  $i$ —уклон водотока;  $V_0$ —поверхностная скорость селевого потока;  $V^*$ —скорость на границе между стенкой и потоком.

Абсолютное значение сопротивления движению получено на основе экспериментальных данных

$$h_{0D} = \frac{\frac{P_B}{P_{MM}} \left( 1,41 - 1,25 \frac{P_B}{P_{MM}} + 0,04 \frac{P_{MM}}{P_T} \right) + \frac{P_{MM}}{P_T} \left( 2,59 + 0,11 \frac{P_{MM}}{P_T} \right) - 0,47}{\left[ 2,36 + \frac{P_B}{P_{MM}} \left( 1,27 - 1,09 \frac{P_B}{P_{MM}} \right) - 1,91 \frac{P_{MM}}{P_T} \right] i} \quad (\text{см}), \quad (11)$$

где  $\frac{P_B}{P_{MM}}$  — отношение веса воды к весу фракции  $d \leq 1$  мм;  $\frac{P_{MM}}{P_T}$  — отношение веса фракции  $d \leq 1$  мм к общему весу твердой фазы.

Для наглядности на рис. 2 приводится графическая связь  $C^* = f \left( \frac{h_{0D}}{H} \right)$ .

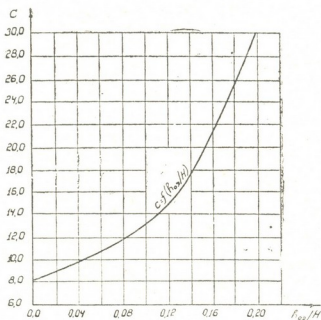


Рис. 2. График зависимости  $C^* = f \left( \frac{h_{0D}}{H} \right)$

На основе расчетных зависимостей (8) и (9) при подстановке их в (7) получаем расчетную ударную силу: для ламинарного режима движения

$$R = \frac{4,5 \gamma_c \omega \sin \alpha_1}{g} \left[ 60,4 \left( \frac{H}{d} \right)^{1/6} \sqrt{\frac{\left( 1 - \frac{h_{0D}}{H} \right) \left( 2,68 + 1,32 \frac{h_{0D}}{H} \right)}{3,18 + \frac{0,874}{\frac{h_{0D}}{H}}}} \sqrt{Hi} \right]^2 \quad (12)$$

для турбулентного режима движения

$$R = \frac{4,5 \gamma_c \omega \sin \alpha_1 Hi}{g} C^{*2}. \quad (13)$$

მ. კახალაშვილი, დ. გუბელაძე, ა. ბუაჩიძე

მაღალი სიმკვრივის სელური მასის დინამიკური დატვირთვები  
 განივ ნაგებობებზე

რეზიუმე

მაღალი სიმკვრივის სელური მასის დინამიკური დატვირთვის სიდიდე განივ ნაგებობებზე დამოკიდებულია ნაგებობის ტიპზე, მის ორიენტაციაზე მოძრა ნაკადთან და მოძრაობის რეჟიმზე.

ნაშრომში განსაზღვრულია სელური ნაკადის დამრტყმელი ძალის სიდიდე როგორც ლამინარული, ისე ტურბულენტური რეჟიმით მოძრაობის დროს.

HYDRAULIC ENGINEERING

E. G. KUKHALASHVILI, D. O. GUBELADZE, A. K. BUACHIDZE

DYNAMIC LOAD OF HIGH DENSITY MUD FLOW MASS ON  
 TRANSVERSE STRUCTURES

Summary

The value of a dynamic load of a high density mud flow mass on transverse structures depends upon the structure type, its orientation in relation to moving flows, and the motion regime. The value of mud flow impact power is determined both for laminar and for turbulent motion regimes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. მ. ს. გაგოშიძე. Селевые явления и борьба с ними. Тбилиси, 1970, 386.
2. ზ. ს. იორდანიშვილი, ლ. დ. სოხაძე. Сб. «Эрозионные и селевые процессы и борьба с ними», вып. 3, Тбилиси, 1974, 48--54.
3. ო. გ. ნატიშვილი, ლ. ა. სულაკველიძე, ზ. ს. იორდანიშვილი, ვ. ი. თევზაძე. Материалы международного семинара по противоселевым мероприятиям. Тбилиси, 1969.

Д. П. НАМГАЛДЗЕ

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ БЕЗОТКАЗНОЙ РАБОТЫ ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ МАГИСТРАЛЬНОГО ПУЛЬПОПРОВОДА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 22.6.1984)

Линейная часть магистральных трубопроводов является основным элементом сложной динамической системы. Отказ линейной части приводит к большому ущербу, вызванному в основном простоем магистрального трубопровода. К этому ущербу добавляются убытки от потерянного продукта, стоимости ремонтных работ, стоимости запасных частей, ущерб от загрязнения окружающей среды и т. д. Поэтому определение вероятности безотказной работы линейной части магистральных трубопроводов является весьма важным и актуальным вопросом.

Причиной отказа линейной части может быть гидравлический удар (в случае не сработки противоударных средств защиты), дефекты сварного шва и заводские дефекты труб и т. д. Исключая вышеуказанные причины (являющиеся чисто случайными отказами) можно сделать вывод об усталостной прочности труб, как основной причины отказа. В литературе [1] встречаются данные о фактах, когда при разрыве трубопровода давление внутри его было рабочим (или даже ниже рабочего). Также высказывались предположения [2], что это вызвано малоцикловым нагружением труб, следствием которых является постепенное снижение прочности труб во времени.

Статистическая обработка осциллограмм внутреннего давления в магистральных пульпопроводах (Норильская, Таллахская и Оскольская гидротранспортные системы), показала что внутреннее давление суть стохастическая случайная функция. Обработка также показала, что время между выбросами давления за предел  $P_{раб} + 0,2 P_{раб}$  подчиняется пуассоновскому распределению:

$$\pi_k(t) = \frac{e^{-\alpha t} (\alpha t)^k}{k!}, \quad (1)$$

где  $\alpha$  — параметр, равный среднему числу циклов за единицу времени.

Рассмотрим модель малоциклового нагружения, когда каждый выброс за предел  $P_{раб} + 0,2 P_{раб}$  вызывает снижение прочности материала трубы на некоторую постоянную величину  $a_k$ . Прочность материала трубы рассматривается как стохастическая функция, которая реализовавшись в сечении, превращается в случайную величину, имеющую плотность распределения вероятности Гнеденко — Вейбулла с коэффициентом формы  $\beta = 2$ .

$$g(S') = \frac{2 S'}{\theta_s^2} \exp \left[ - \left( \frac{S'}{\theta_s} \right)^2 \right], \quad (2)$$

где  $\theta_s$  — ресурсная характеристика.



Подразумевается, что при каждом цикле малого нагружения математическое ожидание прочности уменьшается на некоторую величину  $a_k$ , а ее среднеквадратичное отклонение остается постоянным. Графически рассматриваемый процесс представлен на рис. 1.

Тогда вероятность разрыва трубопровода дается выражением

$$R(t) = \sum_{k=0}^{\infty} \tau_k(t) R_k, \quad (3)$$

где  $R_k$  — вероятность разрушения в каждом цикле.

Статистическая обработка осциллограмм внутреннего давления в вышеуказанных магистральных пульпопроводах показала, что давление имеет плотность распределения вероятности Гнеденко—Вейбулла, с коэффициентом формы  $\beta=2$ .

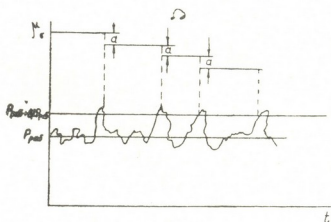


Рис. 1. Графическая интерпретация явления малоциклового нагружения

Условие безотказной работы трубопровода можно записать в виде  $\eta < S'$ , где  $\eta = \frac{PD}{2\delta}$ ;  $P$  — внутреннее давление;  $D$  — внутренний диаметр пульпопровода;  $\delta$  — толщина стенки труб.

Определим плотность распределения величины  $\eta$ . Согласно [3] будем иметь

$$\varphi(\eta) = \left| \frac{dP}{d\eta} \right| f\left(\frac{2\delta}{D}\eta\right) = \frac{8\delta^2\eta}{\Theta_p^2 D^2} \exp\left[-\frac{4\delta^2\eta^2}{D^2\Theta_p^2}\right] \quad (4)$$

или обозначая  $A = \frac{\Theta_p D}{2\delta}$

$$\varphi(\eta) = \frac{2\eta}{A^2} \exp\left[-\frac{\eta^2}{A^2}\right]. \quad (5)$$

Тогда вероятность неразрушения материала трубы в каждом цикле будет равняться [3]

$$R_k = \mathbf{P}(P_k \leq \sigma_k) = \mathbf{P}(\eta \leq S - a_k) = \int_0^{\infty} g(S) \left[ \int_0^{S-a_k} \varphi(\eta) d\eta \right] dS =$$



$$\begin{aligned}
 &= \frac{4}{\Theta_s^2 A^2} \int_0^\infty S \exp \left[ -\frac{S^2}{\Theta_s^2} \right] \left\{ \int_0^{s-ak} \eta \exp \left[ -\frac{\eta^2}{A^2} \right] d\eta \right\} dS = \\
 &= 1 - \frac{A^2}{A^2 + \Theta_s^2} \exp \left\{ \frac{ak^2}{A^2} \left[ 1 + \frac{1}{A^2} - \frac{\Theta_s^2}{A^2 + \Theta_s^2} \right] \right\} - \\
 &- \frac{2\sqrt{\pi} A}{\Theta_s \sqrt{A^2 + \Theta_s^2}} \exp \left\{ -\frac{ak^2}{A^2} \left[ 1 - \frac{1}{A^2} \right] \right\} \Phi \left[ \frac{\sqrt{2} ak \Theta_s}{A \sqrt{A^2 + \Theta_s^2}} \right],
 \end{aligned} \tag{6}$$

где  $\Phi$  — функция нормального распределения.

Обработка экспериментальных данных показала, что значение можно принять равным

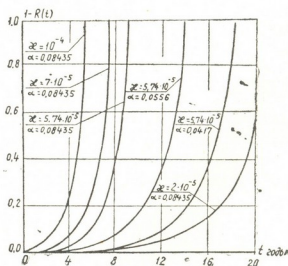
$$ak = \alpha k \Theta_s. \tag{7}$$

Подставляя (1) и (6) в (3) и учитывая (7), получаем зависимость для определения вероятности безотказной работы линейной части в любой момент времени

$$\begin{aligned}
 R(t) = &\sum_{k=0}^\infty \frac{e^{-\alpha t} (\alpha t)^k}{k!} \left[ 1 - \frac{A^2}{A^2 + \Theta_s^2} \exp \left[ \frac{ak^2}{A^2} \left( 1 + \frac{1}{A^2} - \frac{\Theta_s^2}{A^2 + \Theta_s^2} \right) \right] - \right. \\
 &- \left. \frac{2\sqrt{\pi} A}{\Theta_s \sqrt{A^2 + \Theta_s^2}} \exp \left[ -\frac{ak^2}{A^2} \left( 1 - \frac{1}{A^2} \right) \right] \Phi \left[ \frac{\sqrt{2} ak \Theta_s}{A \sqrt{A^2 + \Theta_s^2}} \right] \right]. \tag{8}
 \end{aligned}$$

Для вычисления  $R(t)$  была составлена программа "TDIMAK" на языке высокого уровня APL, которая реализовалась на ЭВМ "Aplixi". Так

Рис. 2. Графики зависимости вероятности безотказной работы линейной части трубопровода от времени



как чувствительность ЭВМ от  $10^{-74}$  до  $10^{74}$  и учитывая, что для больших  $k$ ,  $k! = \left(\frac{k}{e}\right)^k \sqrt{2\pi k}$  [4], в (9) производилась следующая замена

$$\frac{e^{-\alpha t} (\alpha t)^k}{k!} = \left( \frac{\alpha t e}{k} \right)^{\frac{1-\alpha t}{k}} \frac{1}{\sqrt{2\pi k}}. \tag{9}$$

Рассмотрим конкретный пример, Норильской гидротранспортной системы. Согласно натурным и экспериментальным данным  $\alpha = 0,08435$  час $^{-1}$ ;  $\alpha = 5,74 \cdot 10^{-5}$  цикл $^{-1}$ . Результаты расчета по зависи-

мости (8) представлены на рис. 2. Для сравнения на том же графике нанесены кривые  $R(t)$  для различных пар значений  $\alpha$  и  $x$ .

Программа «ТДИМАК» хранится на кафедре гидравлики и использования водной энергии ГПИ им. В. И. Ленина.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 7.9.1984)

ჰიდროტექნიკა

დ. ნამგალაძე

მაგისტრალური მილსადენების სრფივი ნაწილის უმუშაობის  
მუშაობის ალბათობის განსაზღვრა

რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია მცირეციკლიანი დატვირთვის მოდელი მაგისტრალური მილსადენებისათვის იმ შემთხვევაში, როდესაც ციკლებს შორის დრო ემორჩილება პუასონის განაწილებას, ხოლო შიგა წნევა და მილსადენის მასალის სიმტკიცე — ვეიბულის განაწილებას. გამოყვანილია საანგარიშო დამოკიდებულება და განხილულია რიცხვითი მაგალითი.

HYDRAULIC ENGINEERING

D. P. NAMGALADZE

## DETERMINATION OF THE PROBABILITY OF SURVIVAL OF THE LINEAR PART OF THE MAIN PIPELINE

Summary

A model of low-cyclic loading of main pipelines is proposed for the case of Poisson time distribution between the cycles and the Weibull probability distribution of pressure in the pipeline and the strength of the pipe material. A formula is derived and a numerical example is considered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. М. Гутман, Б. В. Амосов, М. А. Худяков. Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов. № 6, 1980.
2. Л. С. Маслов, М. Х. Султанов. Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов. № 5, 1981.
3. К. Капур, Л. Ламберсон. Надежность и проектирование систем. М., 1980.
4. И. Н. Бронштейн, К. А. Семендяев. Справочник по математике. М., 1981.



АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

В. П. КОЖЕЯКО, О. Г. НАТРОШВИЛИ, Л. И. ТИМЧЕНКО,  
Н. Е. ФУРДИЯК

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО СЛОЖЕНИЯ  
ПРОИЗВОЛЬНЫХ ВЕЛИЧИН МЕТОДОМ СРАВНЕНИЙ

(Представлено академиком В. К. Чичинадзе 25.11.1984)

Способ параллельного сложения  $n$ -произвольных величин заключается в следующем.

$n$ -Произвольных величин, подаваясь соответственно на входы  $I_1, I_2, I_3, \dots, I_n$ , задают исходные величины для сложения по предлагаемому способу.

Сложение выполняется за  $m$  действий.

В первом действии сложения на блоках  $2_1, 2_2, 2_3, \dots, 2_n$ , от каждой из которых вычитается нуль, подаваемый с блока 3 выделения общей части. Полученные разности, в данном случае исходные величины, параллельно воздействующие по  $n$  входам на блок 4, образуют  $n$ -кратную общую часть, сформулированную на блоке 4. Эта общая часть равна наименьшей из значащих исходных величин.

Во втором действии на блоках  $2_1, 2_2, 2_3, \dots, 2_n$  формируются разности между исходными величинами, поступающими с тех же блоков и общей частью, образованной в первом действии.

Общая часть второго действия так же, как и в первом действии, формируется в блоке 3 и в  $(n-P_1)$ -кратном размере накапливается в блоке 4 к  $n$ -кратной общей части первого действия, где  $P_1$  — число наименьших одинаковых величин первого действия.

В то же время общая часть второго действия, вычитаясь из разностей этого действия на  $(n-P_1)$  из блоков  $2_1, 2_2, 2_3, \dots, 2_n$ , образует исходные величины третьего действия.

В общем случае, в каждом  $j$ -м действии из предыдущих  $n - \sum_{k=0}^{j-2} p_k$  ( $j=2, m$ ) разностей на блоках  $2_1, 2_2, 2_3, \dots, 2_n$  формируются

$n - \sum_{k=0}^{j-1} p_k$  разностей (фактически исходных величин для данного дейст-

вия), параллельно воздействующих по  $n - \sum_{k=0}^{j-1} p_k$  входам на блок 4, где

$p_k$  — число наименьших одинаковых величин  $k$ -го действия ( $k=1, m$ );  $p_0=0$ .

Общая часть  $j$ -го действия формируется на блоке 3, где происходит выделение значащей общей части из  $\left[ n - \sum_{k=0}^{j-1} p_k \right]$  разностей, а на блоке





4 по воздействию с блока 3 происходит образование  $\left[ n - \sum_0^{j-1} p_k \right]$ -кратной общей части, накапливающейся к полученным на предыдущих действиях  $n$ -кратной,  $(n-p_1)$ -кратной, ...,  $n - \sum_0^{j-2} p_k$  ( $j = \overline{2, m}$ )-кратной общим частям.

В последнем  $m$ -м действии в блоке 4 формируется окончательный результат путем прибавления к ранее накопленной сумме кратных  $\left( n - \sum_0^{m-1} p_k \right)$ -кратной общей части, сформированной как разность, самой большой из величин  $(m-1)$ -го действия с общей частью того же действия.

Математическая модель параллельного сложения произвольных величин представляется следующим выражением (тождеством), математическое доказательство которого приводится ниже.

$$\sum_{i=1}^n a_i = \sum_{j=1}^m [n - (n_j - 1)] \min_i \{a_i - a_{n_{j-1}}\}_{i=n_j}^n, \quad (1)$$

где  $a_i > 0$  ( $i = \overline{1, n}$ ) — данные числа, упорядоченные по величине, т. е.  $a_i \leq a_{i+1}$  ( $i = \overline{1, n-1}$ );  $m$  — число групп различных чисел, в пределах одной группы числа совпадают,  $m \leq n$ ;  $n_j$  — номер, с которого начинаются числа в  $j$ -й группе ( $j = \overline{1, m}$ ),  $n_0 = 0$ ,  $n_1 = 1$ ,  $n_j \leq n$ ; также по определению  $a_0 = 0$ .

Та к как по условию  $a_i \leq a_{i+1}$  ( $i = \overline{1, n-1}$ ), то

$$\min_i \{a_i - a_{n_{j-1}}\}_{i=n_j}^n = a_{n_j} - a_{n_{j-1}}. \quad (2)$$

Преобразуем правую часть (1)

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^m [n - (n_j - 1)] \min_i \{a_i - a_{n_{j-1}}\}_{i=n_j}^n &= \sum_{j=1}^m [n - (n_j - 1)] (a_{n_j} - a_{n_{j-1}}) = \\ &= p_1 a_{n_1} + p_2 a_{n_2} + \dots + p_j a_{n_j} + \dots + p_{m-1} a_{n_{m-1}} + p_m a_{n_m} = \sum_{i=1}^n a_i, \end{aligned}$$

где  $p_j$  — кратность числа  $j$ -й группы,  $j = \overline{1, m}$ . Справедливость тождества (1) доказана.

Покажем, что тождество (1) соответствует описанному выше алгоритму параллельного сложения величин.

Обозначим через  $A_1$  множество ненулевых чисел, участвующих в 1-м действии алгоритма. Элементы множества  $A_1$  будем обозначать  $a_i$ ,  $a_{i1} \neq 0$

$$A_1 = \{a_i\} = \{a_i - a_0\}_{i=n_1}^n = \{a_i - a_{n_0}\}_{i=n_1}^n,$$

т. к.  $n_0 = 0$ ,  $n_1 = 1$  и  $a_0 = 0$ .

Символом  $\min A_1$  обозначим наименьшее из чисел множества  $A_1$ . В 1-м действии алгоритма минимум выбирается из  $n$  чисел. Поэтому в результате выполнения 1-го действия образуется число

$$n \min A_1 = n \min_i \{a_i - a_{n_0}\}_{i=n_1}^n = [n - (n_1 - 1)] \min_i \{a_i - a_{n_0}\}_{i=n_1}^n,$$

которое является первым слагаемым правой части (1).

Для анализа последующих действий введем в рассмотрение множество чисел  $A_2, \dots, A_j, A_{j+1}, \dots, A_m$ , образующихся последующему правилу. Элементами множества  $A_{j+1}$  являются ненулевые числа, которые участвуют в  $(j+1)$ -м действии. Это разности из чисел множества  $A_j$  с наименьшим числом из  $A_j$ . Наименьшее число из множества  $A_j$  будем обозначать символом  $\min A_j$ .

Образует по этому правилу множество  $A_2$ , состоящее из ненулевых чисел 2-го действия. Элементы множества  $A_2$  будем обозначать  $a_{i_2}, a_{i_2} \neq 0$ .

$$A_2 = \{a_{i_2}\} = \{a_{i_2} - \min A_1\} = \{(a_i - a_{n_0}) - (a_{n_1} - a_{n_0})\}_{i=n_1}^n = \{a_i - a_{n_1}\}_{i=n_2}^n,$$

где  $a_i - a_{n_1} = 0$  для  $i < n_2 \leq n$ . Здесь в силу (2)  $\min A_1$  заменен на  $(a_{n_1} - a_{n_0})$ .

Во 2-м действии минимум выбирается из  $[n - (n_2 - 1)]$  чисел, т. к.  $(n_2 - 1)$  одинаковых чисел 1-й группы обратились в нуль. Поэтому в результате выполнения 2-го действия образуется число

$$[n - (n_2 - 1)] \min_i A_2 = [n - (n_2 - 1)] \min_i \{a_i - a_{n_1}\}_{i=n_2}^n,$$

которое является вторым слагаемым правой части (1).

Покажем, используя метод математической индукции, что в произвольном  $j$ -м действии алгоритма ( $j = \overline{1, m}$ ) образуется число

$$[n - (n_j - 1)] \min_i \{a_i - a_{n_{j-1}}\}_{i=n_j}^n.$$

Утверждение верно, как показано выше, для  $j = 1, 2$ .

Предположим, что утверждение верно для  $j$ -го действия алгоритма.

Покажем, что она верно для  $(j+1)$ -го действия. По сформулированному выше правилу образуем множество  $A_{j+1}$  с элементами  $a_{ij+1}, a_{ij+1} \neq 0$ .

В силу предположения индукции

$$A_j = \{a_{ij}\} = \{a_{ij} - a_{n_{j-1}}\}_{i=n_j}^n$$

$$\min A_j = a_{n_j} - a_{n_{j-1}} \text{ в силу (2).}$$

Тогда

$$\begin{aligned} A_{j+1} = \{a_{ij+1}\} &= \{a_{ij} - \min A_j\} = \{(a_i - a_{n_{j-1}}) - (a_{n_j} - a_{n_{j-1}})\}_{i=n_j}^n = \\ &= \{a_i - a_{n_j}\}_{i=n_{j+1}}^n, \end{aligned}$$

т. к.  $a_i - a_{n_j}$  для  $i < n_{j+1} \leq n$ .

В  $(j+1)$ -м действии алгоритма минимум выбирается из  $[n - (n_{j+1} - 1)]$  чисел, т. к.  $(n_{j+1} - 1)$  чисел из  $j$  предыдущих групп обратились в нуль. Поэтому в результате выполнения  $(j+1)$ -го действия образуется число

$$[n - (n_{j+1} - 1)] \min A_{j+1} = [n - (n_{j+1} - 1)] \min_i \{a_i - a_{n_j}\}_{i=n_{j+1}}^n.$$

Утверждение доказано.

По доказанному в произвольном  $j$ -м действии ( $j = \overline{1, m}$ ) образуется число

$$[n - (n_j - 1)] \min A_j = [n - (n_j - 1)] \min_i \{a_i - a_{n_j - 1}\}_{i=n_j}^n.$$

За  $m$  действий алгоритма накапливается сумма результатов всех действий от 1-го до  $m$ -го, т. е. сумма вида

$$\sum_{j=1}^m (n - (n_j - 1)) \min_i \{a_i - a_{n_j - 1}\}_{i=n_j}^n = \sum_{i=1}^n a_i$$

в силу доказанного выше тождества (1).

Тождество доказывает универсальность данного способа параллельного сложения  $n$  произвольных величин.

Отличительной особенностью данного способа параллельного сложения является то, что числа могут подаваться несинфазно, т. е. они могут быть сдвинуты относительно друг друга во времени. Это позволяет говорить не только о параллельном вводе чисел, но и о последовательно-параллельном, что особенно важно для различных систем автоматики и вычислительной техники.

Грузинский политехнический  
институт  
им. В. И. Ленина

Винницкий политехнический  
институт

(Поступило 12.12.1984)

ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

ვ. კოჟემიაკო, ო. ნატროშვილი, ლ. ტიმჩენკო, ნ. ფურდიაკი

შეღარების მეთოდით ნებისმიერ სიდიდეთა პარალელური შეკრების  
მათემატიკური მოდელი

რეზიუმე

სტატიაში განხილულია შეკრების მეთოდი იმ შემთხვევისათვის, როცა სიდიდეები შეიძლება მიწოდებულ იქნას სინფაზურად, რაც იძლევა პარალელური და მიმდევრობით-პარალელური რეჟიმის განხორციელების საშუალებას.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

V. P. KOZHEMYAKO, O. G. NATROSHVILI, L. I. TIMCHENKO,  
N. E. FURDIYAK

A MATHEMATICAL MODEL OF PARALLEL ADDITION OF  
ARBITRARY VALUES BY THE METHOD OF COMPARISONS

Summary

The principles of organization of parallel addition of arbitrary values, effected by a consecutive comparison of an array of arbitrary values, are considered in the paper.



Ц. Г. МЧЕДЛИШВИЛИ, Н. В. ЕГОРАШВИЛИ, М. С. ГЕРГАЯ

## ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ И СОЧЕТАНИЙ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙ, КАЧЕСТВО ОГУРЦОВ И СОДЕРЖАНИЕ НИТРАТОВ В УСЛОВИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. К. Дараселия 25.12.1983)

Получение высоких и устойчивых урожаев огурцов в условиях защищенного грунта и обеспечение хорошего качества продукции зависит в основном от рационального применения минеральных удобрений с соблюдением оптимальных доз и соотношений между ними.

Вопрос питания овощных культур в защищенном грунте весьма актуален. Для быстрого роста и развития растений в грунте постоянно должно быть достаточное количество питательных веществ, соответствующее потребностям растений. Такое количество питательных элементов достигается внесением минеральных удобрений в грунт в соответствии с данными анализа, а в период вегетации недостаток элементов питания должен пополняться подкормками.

Как утверждается в ряде исследований [1—3], внесение высоких доз азотных удобрений нарушает баланс питательных элементов как в почве, так и в растениях и приводит к снижению урожая, а также к значительному ухудшению качества продукции, в частности к увеличению накопления нитратов и других вредных веществ в плодах огурцов, что отрицательно влияет на здоровье человека [4, 5].

Как известно, Грузия характеризуется получением минимальных урожаев плодов огурцов в защищенном грунте. Одной из причин этого является нарушение режима питания растений, в частности оптимальное соотношение питательных элементов в субстрате.

Общепринятые уровни минерального питания овощных культур в защищенном грунте разработаны для грунтов с высоким содержанием органических веществ. В условиях Грузии, где почвогрунт существенно отличается по содержанию органического вещества (большинство грунтов карбонатные, с слабощелочной реакцией среды), имеющиеся рекомендации питания овощей нуждаются в уточнении в соответствии с нашими условиями.

Для выявления наилучших доз минеральных удобрений и разработки оптимального сочетания азота, фосфора и калия для внесения под огурец в 1982—1983 гг. в Душетском тепличном комбинате нами был заложен опыт по шестивариантной схеме в четырех повторностях. Площадь опытной делянки — 8 м<sup>2</sup>, сорт огурца — Московский тепличный. Из минеральных удобрений применялись аммиачная селитра — 34%, простой суперфосфат — 18%, сульфат калия — 45% д. в.

Экспериментальная работа проводилась согласно методическим указаниям [6—8].

Агрохимическая характеристика опытного участка: рН в Н<sub>2</sub>О—7, СаСО<sub>3</sub>—1, 0—1,5%, влажность—43,4—43,8%, органическое вещество—12,5—15,0%, концентрация солей—0,12—0,17%, воднорастворимые формы элементов питания: NO<sub>3</sub>—8,5—12,5, NH<sub>4</sub>—1,25—1,8, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>—1,7—1,8, K<sub>2</sub>O—3,0—0,32,5, Са—35, 0—48,0, Mg—7,5—12,1 мг/100 г грунта.



Опыт был заложен по следующей схеме: 1) NPK—по агроправилам, 2)  $N_1P_1K_1$ , 3)  $N_{1,5}P_1K_1$ , 4)  $N_{1,5}P_{1,5}K_{1,5}$ , 5)  $N_2P_1K_1$ , 6)  $N_2P_2K_2$ .

По агроправилам (контроль), помимо основной заправки  $N_{20}P_{30}K_{40}$  г/м<sup>2</sup> д. в., осуществлялась подкормка грунта 0,5% раствором NPK 1 раз в 15 дней без агрохимического контроля грунта.

Остальные дозы вариантов 2, 3, 4, 5 и 6 рассчитывались исходя из содержания в грунте 15% органического вещества и определения аналитическим путем содержания воднорастворимых питательных элементов на основе Голландской методики, т. е. в варианте 2  $N_1P_1K_1$  применялась  $N_{20}P_{40}K_{30}$  г/м<sup>2</sup> д. в.

Подкормка проводилась через месяц с момента посадки на основе содержания питательных элементов в грунте 1 раз в 15 дней до плодоношения и 1 раз в 8—10 дней после начала плодоношения 0,4% растворами NPK по потребности.

Об эффективности применения минеральных удобрений судят по урожаю, который они обеспечили.

Как показали наши экспериментальные данные, за 2 года в Душетском тепличном совхозе, где грунт был слабо обеспечен азотом, самый хороший эффект дала доза  $N_{1,5}P_1K_1$  (вариант 3) прибавка урожая огурцов составила 3,88 кг/м<sup>2</sup> (27%), а доза  $N_{1,5}P_{1,5}K_{1,5}$  (вариант 4) незначительно отстала. При дальнейшем увеличении доз азотных, фосфорных и калийных удобрений (вариант 6) урожайность огурцов упала на 0,25 кг/м<sup>2</sup> по сравнению с контролем (табл. 1).

Таблица 1  
Влияние различных доз и сочетаний минеральных удобрений на урожай огурцов (1982—1983 г.г.).

№	Схема опыта	Повторности				Средний урожай, кг/м <sup>2</sup>	Прибавка урожая		Чистый доход, руб/м <sup>2</sup>
		I	II	III	IV		кг/м <sup>2</sup>	%	
1	NPK—по агроправилам (контроль)	14,4	13,7	16,2	13,2	14,37	—	—	—
2	$N_1P_1K_1$	17,3	15,1	19,5	15,0	16,72	2,35	16,3	7,0
3	$N_{1,5}P_1K_1$	19,0	16,9	20,1	17,0	18,25	3,88	27,0	9,13
4	$N_{1,5}P_{1,5}K_{1,5}$	18,0	20,1	17,2	17,0	18,0	3,63	25,2	8,78
5	$N_2P_1K_1$	15,8	16,1	15,1	15,3	16,07	1,70	11,6	6,1
6	$N_2P_2K_2$	13,7	16,3	13,2	13,3	14,12	-0,25	N 1,4	3,39

p%—4,47.

н. с. р. (0,95)—2,24 кг/м<sup>2</sup>.

Урожайные данные были обработаны математически, методом дисперсионного анализа на ЭВМ и показали достоверность результатов проведенных исследований (табл. 1).

Были рассчитаны также экономические показатели применения минеральных удобрений. Максимальная величина чистого дохода была получена в варианте 3 при применении дозы  $N_{1,5}P_1K_1$  — 9,13 руб/м<sup>2</sup>. Дальнейшее повышение доз способствует уменьшению чистого дохода и в варианте дало минимум — 3,39 руб/м<sup>2</sup>.

Исследованием нитратов в огурцах обнаружено, что в начале плодоношения, как и следовало ожидать, их количество больше, чем при массовом плодоношении и в конце его. Во всех периодах плодоношения при возрастании доз азотных удобрений количество нитра-



тов увеличивалось: в начале плодоношения — от 40,7 до 177,8 мг/кг, в период массового плодоношения — от 31,6 до 89,8 мг/кг, в период массового плодоношения — от 31,6 до 89,8 мг/кг и в конце — от 22,4 до 75,9 мг/кг. Исключение составлял лишь вариант 3, в котором количество нитратов, наоборот, уменьшалось в период массового плодоношения от 31,6 до 20,1 мг/кг, в конце — от 22,4 до 15,5 мг/кг.

Т а б л и ц а 2

Влияние различных доз и сочетаний минеральных удобрений на качественные показатели огурцов, фаза—массовое плодоношение (на сырое вещество)

№	Схема опыта	Сухое вещество, %	Витамин С, мг %	Общий сахар, %	Нитраты, мг/кг	% уменьшения нитратов*
		масс.	массов	масс.	масс.	
1	НПК—по агроправилам (контроль)	3,31	7,55	1,34	89,1	14,8
2	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	3,31	8,3	1,74	31,6	44,9
3	N <sub>1,5</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	4,20	8,5	1,9	20,1	65,3
4	N <sub>1,5</sub> P <sub>1,5</sub> K <sub>1,5</sub>	4,40	9,50	1,96	50,1	62,8
5	N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	4,0	8,65	1,94	89,1	57,3
6	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	4,0	8,55	1,98	89,3	57,3

\* Нитраты определены с помощью ионоселективного электрода.

При рассмотрении скорости уменьшения содержания нитратов по фазам развития в зависимости от доз внесенных азотных удобрений, принимая за 100% содержание нитратов в начале плодоношения, выяснилось, что в вариантах 3 и 4 за одинаковый промежуток времени уменьшилось больше нитратов, чем в других вариантах (65,3 и 62,2%).

Это дает основание считать, что в варианте 3, в котором количество нитратов в конце плодоношения было самым низким, соотношение питательных элементов в почвогрунте, являющееся одной из основных причин накопления нитратов в продукции, соответствовало оптимальному значению для предотвращения загрязнения продукции закрытого грунта нитратами.

Определение качественных показателей выявило, что с повышением доз азотных удобрений в плодах огурцов во все периоды плодоношения наивысшее количество витамина С было получено в варианте N<sub>1,5</sub>P<sub>1,5</sub>K<sub>1,5</sub>, а при двойной дозе оно уменьшилось.

Что касается содержания общего сахара, при возрастающих дозах азотных удобрений оно менялось во все периоды плодоношения в сторону увеличения с небольшими отклонениями (табл. 2).

Изменение доз минерального питания не оказывало существенного влияния на содержание сухого вещества в плодах огурцов. В варианте 4 была отмечена тенденция увеличения накопления сухого вещества, что имело место также в конце плодоношения.

По результатам двухгодичных исследований установлено, что расчет доз минеральных удобрений, для основной заправки должен производиться по количеству органического вещества в почвогрунте и наличию воднорастворимых питательных элементов, а подкормка — по



данным анализа грунта, в результате чего при дозе  $N_{1.5}P_1K_1$  можно получать максимальную прибавку урожая огурцов с допустимым количеством нитратов.

Закавказский филиал Центрального института агрохимического обслуживания сельского хозяйства СССР

(Поступило 28.12.1983)

აბრეშვიტი

ც. გვილიშვილი, ნ. ეგორაშვილი, მ. გერგაი

მინერალური სასუქების სხვადასხვა დოზების და შემთავსების გავლენა კიტრის მოსავალზე, ხარისხზე და ნიტრატების შემცველობაზე დახურული ბრუნვის პირობებში

რეზიუმე

ცდებით დადგინდა, რომ თუ გრუნტი ხასიათდება ორგანული ნივთიერების დაბალი შემცველობით და ითვლება კარბონატულ ნიადაგად სუსტი ტუტე რეაქციით, მინერალური სასუქების ოპტიმალურ დოზად ჩაითვლება  $N_{1.5}P_1K_1$  დოზა, რომლის დროსაც მიღებულია კიტრის მაქსიმალური მოსავალი — 18,25 კგ/მ<sup>2</sup> რამაც შეადგინა 27% -ით მოსავლის ნამატი კონტროლთან შედარებით. აღნიშნული თანაფარდობით მინერალური სასუქების შეტანისას ნიტრატების რაოდენობაც დასაშვებ ფარგლებში აღინიშნება 15,5—44,7 მგ/კგ-ზე.

AGRICULTURAL CHEMISTRY

Ts. G. MCHEDLISHVILI, N. V. EGORASHVILI, M. S. GERGAIA

## THE INFLUENCE OF DIFFERENT DOSES AND COMBINATIONS OF MINERAL FERTILIZERS ON THE YIELD AND QUALITY OF CUCUMBERS AND THEIR NITRATE CONTENT IN PROTECTED SOIL CONDITIONS

Summary

Experimental data from the Dusheti hot-house economy, where the soil-ground is characterized by a low content of organic matter and is considered to be carbonate with weak alkaline reaction, point to the optimal dose of  $N_{1.5}P_1K_1$ , resulting in the maximum crop of cucumbers at 18.25 kg/m<sup>2</sup>; thus, the increase in the yield totals 27% as compared to the control. At the indicated ratio of fertilizer doses the quantity of nitrates in the produce varies, according to phases, from 15.5 to 44.7 mg/kg being within the norm.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. А. Хасан. Сб. «Применение удобрений в овощеводстве защищенного грунта». М., 1979.
2. Н. М. Глунцов. Сб. «Применение удобрений в овощеводстве защищенного грунта». М., 1979.
3. Н. М. Глунцов, М. М. Гукова. Сб. «Влияние химических средств, применяемых в сельском хозяйстве на качество урожая». М., 1981.
4. И. Г. Ракипов. Почвоведение и агрохимия. 3, 1979, 85.
5. М. Э. Эрван. Химия в сельском хозяйстве, № 10, 1980, 6.
6. Методические указания по проведению опытов и внесению удобрений в овощеводстве защищенного грунта, ч. II. М., 1972.
7. Методические указания по определению качества растительной продукции для зональных агрохимических лабораторий. М., 1976.
8. Рекомендация по рациональному использованию удобрений в защищенном грунте. М., 1977.



Д. А. КАПАНАДЗЕ

КРИТИЧЕСКАЯ ЗАМЕТКА О ВИДЕ *SATUREJA*  
*DENSIFLORA* ZEINALOVA (LABIATAE)

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Ш. Нахуцишвили 22.12.1983)

*Satureja* L. является полиморфным родом семейства губоцветных. Своим происхождением род связан с областью Средиземноморья и в настоящее время насчитывает около 30 видов. На территории Советского Союза род *Satureja* представлен 13 видами [1], 9 из коих отмечены на Кавказе. Все кавказские виды относятся к секции *Sabbatia* Briq., которая подразделяется на 6 рядов. Первый ряд—*Annuae* Boriss. объединяет однолетние виды, среди которых *Satureja laxiflora* C. Koch характеризуется наиболее широким географическим распространением.

В последнее время из Зуванда (Азербайджанская ССР) С. А. Зейналовой [2] было описано два новых вида: *S. densiflora* Zeinalova [Тип: Кавказ. Лерикский р-н, в окрестности сел. Кала, на горных щебнистых южных склонах предгорий. 28.IX.1966. Соб. С. А. Зейналова (ВАК)] и *S. borissovae* Zeinalova [Тип: Кавказ. Лерикский р-н, в окрестности сел. Космольян, на песчаных южных скалах. 18.IX.1966. Соб. С. А. Зейналова (ВАК)].

По нашему мнению, вид *S. borissovae* не является самостоятельным. По своим морфологическим признакам он вмещается в диапазон варьирования *S. densiflora* и как бы является переходным от *S. laxiflora* к *S. densiflora*.

По данным автора, *S. densiflora* отличается от *S. laxiflora* „густым соцветием из сближенных мутовок (а не рыхлым вытянутым соцветием), цветками по 4—3 в мутовке, на коротких цветоножках 1—5 мм длины (а не по 1—2 цветка в мутовке, на цветоножках 5—15 мм длины)» [2]. Приблизительно в таких же пределах колеблется данный морфологический признак и у *S. borissovae*: по данным С. А. Зейналовой, вид *S. borissovae* отличается от *S. laxiflora* „густым и плотным соцветием из сближенных мутовок (а не рыхлым соцветием), цветками по 3—5 в мутовке, на коротких цветоножках 3—5 мм длины (а не 1—2 цветка в мутовке, на цветоножках 5—15 мм длины)» [2]. Следует отметить, что и по размеру венчика отмеченные новые виды совершенно сходные, у обоих длина его равна 5—6 мм. Характеризуя цветок *S. densiflora*, автор, принимая во внимание опушение, делает вывод, что венчик «снаружи обильно опушенный. Зев внутри совершенно голый», тогда, как, по ее же словам, у цветков *S. laxiflora* эта часть венчика густо опушенная. По мнению ряда авторов, отмеченный признак не является характерным для этого вида.





То же самое подтверждает анализ изученных нами популяций из классических местообитаний *S. laxiflora* и из различных частей Кавказа. В то же время при сопоставлении этих признаков автор неверно указывает, что цветки *S. borissovae* отличаются от цветков *S. densiflora* «венчиком снаружи и в зеве скудно опушенным (а не обильно снаружи опушенным и в зеве скудно опушенным)». Выше мы уже отмечали, что в характеристике *S. densiflora* автор зев венчика приводит как «совершенно голый».

С. А. Зейналова описанные ею новые виды отличает от *S. laxiflora* и по форме чашечки: у *S. densiflora* чашечка колокольчатая, а в цветках *S. borissovae* она ворончатая. По первоисточникам и специальной литературе, чашечка сначала колокольчатая, а потом ворончатая. Так что по форме чашечки оба этих новых вида также вмещаются в пределы изменчивости формы чашечки названного нами вида, поэтому по данному признаку разделение их на два самостоятельных вида не представляется возможным.

Что касается листьев, форма и размеры их у *S. borissovae* и *S. densiflora* совпадают. Размеры листьев *S. borissovae* совпадают с данными *S. densiflora* (длина листьев *S. densiflora* 5—10 мм, ширина 1—2 мм, в экземплярах *S. borissovae* длина 3—9 мм, ширина 1—2 мм).

Надо отметить, что С. А. Зейналова отличает *S. densiflora* от *S. laxiflora* по форме листьев, указывая, что у нового вида они линейные или нелинейно-продолговатые, а не ланцетные, как это характерно для *S. laxiflora*. На самом деле в популяциях *S. laxiflora* преобладают узкие, почти линейные и почти продолговатые, а не ланцетные листья.

По рассеченности зубцов чашечки и длине тычинок *S. densiflora* также не отличается от *S. laxiflora*. Орешки у обоих новых видов по форме сходны с *S. laxiflora*. Неверно указывается также продолговатая форма орешков чабера рыхлоцветкового.

Приводим выводы С. А. Зейналовой, сделанные ею на основе палинологических исследований азербайджанских видов рода *Satureja*: «Палинологические данные подтверждают отнесение новых видов рода *Satureja* к ряду *Аннае*. Пыльцевые зерна *S. densiflora* и *S. borissovae* очень сходны с зернами *S. laxiflora*, наибольшее сходство с *S. laxiflora* имеют пыльцевые зерна *S. borissovae* Zeinal.» [3]. Как видно, палинологические данные не могут послужить для решения вопроса об установлении самостоятельности этих новых видов.

Таким образом, анализ морфологических признаков, а также экология и ареал географического распространения новых для Зуванда видов показывают, что *S. densiflora* и *S. borissovae* представляют собой идентичные виды: *S. borissovae* своими морфологическими признаками вмещается в рамки изменчивости *S. densiflora*, поэтому считаем его синонимом *S. densiflora*.

В то же время следует учесть, что *S. densiflora* — использованное название. Под этим названием Бриге был описан вид с Канарских островов [4]. Поэтому эпитет вида следует изменить. Ввиду того что классическим местонахождением вида, описанного Зейналовой, является Зуванд, поэтому можно дать ему название *Satureja zuvandica* D. Kapanadze (nom. nov.).

Интересно отметить, что популяции с признаками, свойственными виду *S. zuvandica*, обнаружены на Малом Кавказе (хр. Триалети), в Восточной Грузии, в Атенском ущелье. Эти популяции мы относим к виду *S. zuvandica*. Исходя из хорологического анализа, ареал данного вида охватывает в основном Малый Кавказ, Зувандское нагорье и западную часть Триалетского хребта. Возможна иррадиация данного вида и в горные засушливые районы Малой и Передней Азии.

Приводим синонимику вида *S. zuvandica*: *Satureja zuvandica* D. Kapanadze nom. nov.—*S. densiflora* Zeinalova 1969. Докл. АН Аз. ССР 25, 12: 50.

Typus: "Caucasus, distr. Lerikensis, in vicinus pagi Cala, in declivibus australibus schistosis promontiorum 28 IX 1966 Zeinalova S. A. legit" (БАК).

— *S. borissovae* Zeinalova 1969, там же: 51.

Typus: "Caucasus, distr. Lerikensis, in vicinus pagi Kosmoljan, in declivibus australibus arenosis 18 IX 1966 Zeinalova S. A. (БАК).

Area geographica: Caucasus Minor, jugum Thrialeti—in fauc. fl. Ateni; Zuvand.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 23.12.1983)

ბოტანიკა

დ. კაპანაძე

კრიტიკული შენიშვნა *SATUREJA DENSIFLORA*  
*ZEINALOVA* (LABIATAE) სახეობის შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილია ზუვანდიდან (აზერბ. სსრ) აწერილი ორი სახეობის — *S. densiflora* Zeinalova-ს და *S. borissovae* Zeinalova-ს ტაქსონომია და ნომენკლატურა. *S. borissovae* მიზნულია *S. densiflora*-ს სინონიმად და დადგენილია ამ უკანასკნელის გეოგრაფიული გავრცელების არეალი: მცირე კავკასიონი (თრიალეთის ქელი), ზუვანდი.

რადგანაც სახელწოდება *S. densiflora* გამოყენებული იყო Briquet-ს მიერ კანარის კუნძულებიდან აწერილი სახეობისათვის, ამიტომ *S. densiflora*-ს მიეცა ახალი სახელწოდება *satureja zuvandica* D. Kapanadze (nom. nov.).

BOTANY

D. A. KAPANADZE

A CRITICAL NOTE ON THE SPECIES *SATUREJA DENSIFLORA*  
*ZEINALOVA* (LABIATAE)

Summary

The taxonomy and nomenclature of two described species: *S. densiflora* Zeinalova and *S. Borissovae* Zeinalova from Zuvand (Azerb. SSR) have been studied.



*S. Borissovae* is regarded to be synonymous with *S. densiflora*. The geographical distribution area of the latter has been determined: Lesser Caucasus (Trialeti Ridge), Zuvand. *S. densiflora* has been given a new name, *Satureja zuvandica* D. Kapnadze (*nom. nov.*), as the name *S. densiflora* was used by Briquet for the species described on the Canary Islands.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Г. Борисова. Флора СССР, 21. М.—Л., 1954.
2. С. А. Зейналова. ДАН АзССР, 25, 12, 1969.
3. С. А. Зейналова. ДАН АзССР, 28, 4, 1972.
4. A. Engler und K. Prantl. Die natürlichen Pflanzenfamilien, IV, 3a. Leipzig, 1897.

Л. К. КУХАЛЕИШВИЛИ

## НОВЫЕ ВИДЫ ВОДОРΟΣЛЕЙ ДЛЯ АЛЬГОФЛОРЫ ГРУЗИИ ИЗ ВЕРХНЕЙ РАЧИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Ш. Нахуцришвили 14.3.1984)

Верхняя Рача находится в верхней зоне бассейна р. Риони, которая берет начало на южном склоне Главного Кавказского хребта, у подножья горы Пасисмта, на высоте 2620 м н. у. м. Около 70% территории Верхней Рачи принадлежит высокогорной области и расположено на высоте более 3000 м н. у. м., включая в себя часть Главного Кавказского хребта [1, 2].

Во время наших экспедиций в Верхнюю Рачу в 1981—1983 гг. собрано 200 альгологических образцов, после обработки которых ряд видов водорослей оказались новыми для альгофлоры Грузии. В настоящей статье предлагается список этих видов с краткими диагнозами, с указанием их местообитаний и местонахождения. Кроме того, даны оригинальные рисунки для некоторых из них.

### Отдел Cyanophyta

*Oncobrysa rivularis* (Kütz.) Menegh. Клетки 2,4—4 мкм шир. На камнях в истоках р. Хеори.

### Отдел Bacillariophyta

*Didymosphenia geminata* (Lyngb.) M. Schmidt. Клетки 120—122 мкм дл., 39,6—42 мкм шир., штрихов 10 в 10 мкм. На камнях, среди нитчатых водорослей в левом рукаве р. Риони в окр. с. Чиора.

### Отдел Euglenophyta

*Trachelomonas granulosa* Plauf. var. *oblonga* Plauf. Домики 26,4—28,8 мкм дл., 21,6—24 мкм шир., жгутиковое отверстие 2,3 мкм шир. Среди других водорослей у берега в маленьком зарастающем озере в с. Гона.

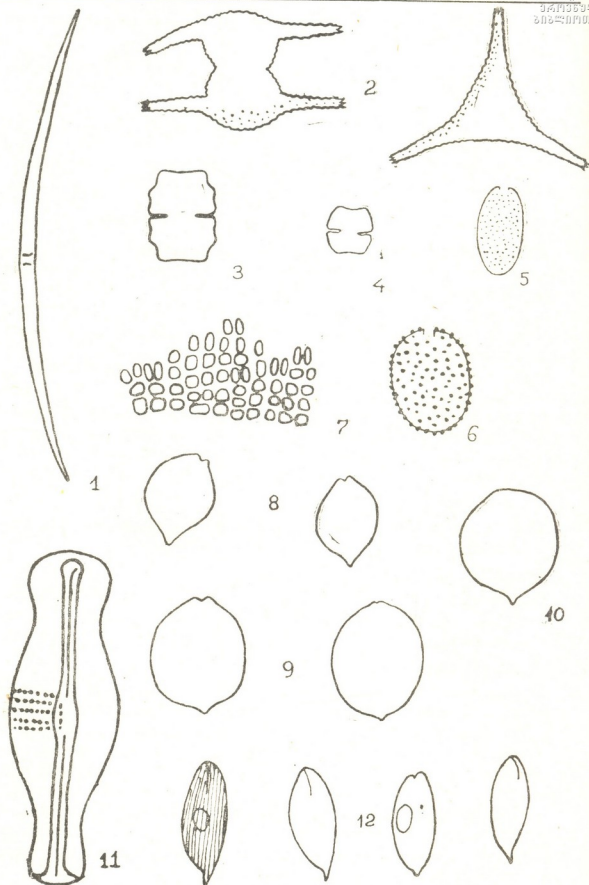
Примечание: некоторые наши экземпляры отличаются от диагноза чуть большими размерами; по диагнозу клетки 26 мкм дл., 22 мкм шир.

*Trachelomonas oblonga* Lemm. var. *punctata* Lemm. Домики 21,6—22 мкм дл., 12 мкм шир., жгутиковое отверстие 2,4 мкм шир. Среди водных растений и в выжимке из них у берега в маленьком безымянном озере в местности Гориболо (около перевала Гезевцек).

*Lepocinclis globula* Perty f. *globula*. Клетки 15,6—16,8 мкм дл., 13—15,6 мкм шир. у берега в зарастающем озере в с. Гона.

*Lepocinclis globula* f. *minor* Woronich. Клетки 14,5—15 мкм дл., 12—14,4 мкм шир. Там же.

*Lepocinclis fusiformis* (Carter) Lemm. var. *minor* Chu. Клетки 16,8—17 мкм дл., 12—14,4 мкм шир. Там же.



Объяснение к таблице: 1 — *Closterium acutum* Lyngb. Bréb. f. *tenuis* Nordst., 2 — *Staurastrum inflexum* Bréb., 3 — *Euastrum insulare* (Wittr.) Roy f. *silesiacum* Grönbl., 4 — *Gosmarium pusillum* (Bréb.) Arch., 5 — *Trachelomonas oblonga* Lemm. var. *punctata* Lemm., 6 — *Trachelomonas granulosa* Playf. f. *oblonga* Playf., 7 — *Oncobyrsa rivularis* (Kütz.) Menegh., 8 — *Lepocinclis fusiformis* (Carter) Lemm. var. *minor* Chu. 9 — *Lepocinclis globula* Perty, 10 — *Lepocinclis globula* Perty f. *minor* Woronich., 11 — *Didymosphenia geminata* (Lyngb.) M. Schmidt., 12 — *Phacus skujae* Skv.



*Phacus skujae* Skv. Клетки 26,4 — 28 мкм дл., 9,6 — 12 мкм шир. В загрязненной скотом луже в окр. оз. Кведа.

Отдел Chlorophyta

*Volvox aureus* Ehr. Ценобии 460 — 630 мкм диам. В луже возле шоссе по дороге от с. Геби к с. Гона.

*Closterium acutum* (Lyngb.) Bréb. f. *tenuis* Nordst. Клетки 67,2 — 98,4 мкм дл., 4,8 мкм шир., шир. концов 1,4 мкм. Среди хар в стоячей мелкой воде в курорте Шови.

*Euastrum insulare* (Wittr.) Roy f. *silesiacum* Grönbl. Клетки 16,8 — 19,2 мкм дл., 14,4 мкм шир., перешеек 4 — 6 мкм. У берега в зарастающем озере возле перевала Мамисони (около фермы).

*Staurastrum inflexum* Bréb. Клетки без отростков 26,4 мкм дл., 15 мкм шир., с отростками 31,2 — 36 мкм шир., перешеек 7,2 мкм шир. В стоячей воде у оз. Кведа.

*Staurastrum spongiosum* Bréb. var. *griffitschianum* (Näg.) Lagerh. Клетки 4,8 — 52,8 мкм дл., 48 — 52 мкм шир. На камнях среди спиругир у берега в зарастающем озере в с. Гона.

*Cosmarium biretum* Bréb. Клетки 55,2 мкм дл., 48 мкм шир., перешеек 16,8 мкм. В загрязненной скотом луже у перевала Мамисони (возле фермы).

*Cosmarium pusillum* (Bréb.) Arch. Клетки 7,2 — 9,6 мкм дл., 7,2 мкм шир., перешеек 3,6 мкм шир. В выжимках из мхов в болоте и в стоячей мелкой воде в местности Штала (по дороге от с. Геби к перевалу Гурдзиевек).

*Cosmarium regnessi* Reinsch. Клетки 9,6 мкм дл., 9,6 мкм шир., 4,6 мкм толщ., перешеек 6 мкм шир. В стоячей мелкой воде там же.

*Spondylosium papillosum* W. et G. S. West. Клетки 8 — 8,4 мкм дл., 9,6 мкм шир., перешеек 4,8 мкм шир. Среди водных растений, в выжимках из них и из мхов в оз. Штала.

Академия наук Грузинской ССР

Институт ботаники

им. Н. Н. Кецивели

(Поступило 16.3.1984)

ბოტანიკა

ლ. კახალიაშვილი

საქართველოს ალგოფლორისათვის წყალმცენარეთა ახალი  
სახეობები ზემო რაჭიდან

რეზიუმე

1981—1983 წ. ზემო რაჭიდან შეგროვილი ალგოლოგიური ნიმუშების დამუშავებისას გამოვლენილი ზოგიერთი წყალმცენარე ადრე საქართველოს ალგოფლორისათვის არ იყო მითითებული. შრომაში ვიძლევიტ მათ სიას.

L. K. KUKHALEISHVILI

## NEW SPECIES FOR GEORGIAN ALGOFLOTA FROM UPPER RACHA

## Summary

The study of the algologic material obtained from Upper Racha in 1981-1983 revealed a number of species of algoflora, being new for Georgia. A list of the new species is adduced.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Е. Астахов. Труды Ин-та географии АН ГССР, 12, 1959.
2. О. А. Дробищев, О. А. Месхишвили, Ш. Б. Двали. Ресурсы поверхностных вод СССР, 9, 1, 1974.



ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Р. М. ХАТИАШВИЛИ, М. Б. БУРДЖАНАДЗЕ, Т. Г. АБУЛАШВИЛИ

ВЛИЯНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА ПОСТУПЛЕНИЕ КАТИОНОВ  
 $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$  В ВИНОГРАДНУЮ ЛОЗУ

(Представлено академиком Г. А. Санадзе 26.2.1984)

Взаимодействие ионов в процессе минерального питания обуславливается многими факторами. К настоящему времени имеется большое количество работ по изучению влияния соотношения различных ионов в внешней среде на их поступление и накопление в растениях. Однако, несмотря на многочисленные данные в этом направлении, выводы авторов весьма противоречивы.

Задачей настоящего исследования являлось изучение влияния основных микроэлементов марганца, железа, меди, цинка и бора на поступление калия, натрия, кальция и магния в виноградную лозу. С этой целью побеги лоз сорта Ркацителли укореняли на дистиллированной воде. В последующем растения переносили на 72 часа в 0,5 смеси, а затем в полный питательный раствор А. С. Мержаниана [1] с некоторой модификацией. Следовательно, для включения натрия в смесь вместо  $KH_2PO_4$  вносили  $NaH_2PO_4$ . В опытных вариантах добавляли следующие дозы микроэлементов: марганец — 10 мг, железо — 10 мг, цинк — 3 мг, медь — 3 мг в виде сернокислых солей и бор — 1 мг ( $H_3BO_3$ ) — 1 л воды. В питательном растворе варьировал лишь один компонент — микроэлемент на постоянном фоне макроэлементов. В таких условиях растения выдерживали 1 месяц, после чего их подвергали анализу. В течение этого времени для поддержания постоянного рН растворы меняли через день. Для обогащения растворов кислородом добавляли перекись водорода в утренние и вечерние часы. Содержание калия, кальция, натрия и магния определяли методом пламенной фотометрии с пересчетом на единицу  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$ , т. е. в соответствии с формой их усвоения растениями. О степени поступления катионов судили по их накоплению в листьях. Относительная погрешность определения между повторностями составляла менее 10%.

Влияние отдельных микроэлементов на поступление катионов в листья винограда сорта Ркацителли показано в таблице. Исходя из полученных данных следует отметить, что на фоне марганцевого питания скорость поглощения катионов неодинакова. Наличие марганца в питательном растворе способствует более активному поступлению калия и магния в листья и некоторому угнетению поглощения кальция. Таким образом, в процессе минерального питания ионы марганца во взаимодействии с одно- и двух валентными катионами проявляют различное влияние на степень их усвоения растениями.

В отличие от наших результатов, имеются данные, указывающие на то, что изменение концентрации марганца в питательном растворе не отражается на внутриклеточном содержании  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  [2].

В опытах с железом выявлено, что при обогащении питательной среды означенным элементом меняется характер поступления катионов в растения, вследствие чего уровень их концентрации в листьях колеблется в довольно широких пределах. Аналогично марганцу железо действует как антагонистически, так и синергетически. Получен-





ный эффект с кальцием является показателем антагонизма, а между парами элементов Fe-Mg — примером синергизма. Под влиянием железа количество калия в листьях снижается, а натрия возрастает, как бы восполняя возникновение недостатка одновалентных катионов.

Влияние микроэлементов на поступление катионов  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$  в листья винограда (% на сухой вес)

Варианты	$K^+$	%	$Na^+$	%	$Ca^{2+}$	%	$Mg^{2+}$	%
Контроль	1,08	100	0,10	100	1,01	100	0,15	100
Марганец	1,30	120	0,09	90	0,80	79	0,19	127
Железо	0,88	81	0,12	120	0,61	60	0,22	147
Медь	1,38	128	0,07	70	0,71	70	0,10	67
Цинк	1,26	117	0,05	50	0,82	81	0,10	67
Бор	1,25	116	0,15	150	1,37	136	0,25	167

В варианте с медью обнаружено, что под ее влиянием амплитуда поступающего в растения ионного потока варьирует в больших пределах. Например, транспорт калия сопровождается значительной прибавкой и его количество в листьях увеличивается на 28%. В отличие от калия, поступление натрия снижается на 30%. Медь конкурентно подавляет также  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$ , и из-за ограничения поступления в растения в листе снижается их содержание.

В литературе указывается, что уменьшение в растении концентрации одного из катионов эквивалентно возмещается увеличением концентрации другого [3]. В данном случае полученные нами результаты не согласуются с этим, так как при ингибировании поступления  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$  не наблюдается пополнения суммы двухвалентных катионов. Сказанное не является исключением в наших опытах. Нашим данным также противоречат сведения о том, что медь подавляет поглощение калия [4] и не снижает поступления кальция [5]. На фоне избытка цинка растения поглощают больше калия и меньше натрия, при этом полученный эффект с калием менее выражен и слабо специфичен по сравнению с натрием. Ввиду того что ионы цинка являются антагонистами по отношению к ионам натрия, торможение поступления было настолько сильным, что растения поглощали в 3 раза меньшее количество  $Na^+$  по сравнению с тем, которое содержалось в контрольных лозах. Наряду с натрием,  $ZnSO_4$  существенно ингибировал также поглощение  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$ , количество которых в листьях сократилось на 30—33%. Аналогично нашим данным, имеются указания на угнетение цинком поглощения магния [6].

Помимо тяжелых металлов (Fe, Mn, Cu, Zn), мы располагаем данными о влиянии бора на поступление основных катионов в виноградную лозу. Химический состав листьев показал, что, в отличие от других микроэлементов, под действием бора происходит усиление адсорбции и транспорта всех катионов ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ), что, в свою очередь, обуславливает высокий уровень их концентрации в растении.



Резюмируя вышеизложенное следует отметить, что под влиянием микроэлементов поглощение катионов растениями меняется в широком диапазоне и в значительной мере зависит от сопутствующих ионов в среде, окружающей корни.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт ботаники  
им. Н. Н. Кецохели

(Поступило 1.3.1984)

გვინარეთა ფიზიოლოგია

რ. ხატიაშვილი, მ. ბურჯანაძე, თ. აბულაშვილი

მიკროელემენტების გავლენა ვაზში  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$  და  $Mg^{2+}$   
კათიონების უმთავრესებაზე

რეზიუმე

წყლის კულტურების გამოყენებით შევისწავლეთ რკინის, მანგანუმის, სპილენძის, თუთიის და ბორის გავლენა ვაზში (რქაწითელი) კათიონების შეთვისებაზე. მიკროელემენტების მოქმედების შედეგად აღინიშნება ერთ- და ორვალენტოვანი კათიონების შემცველობის ზრდა, ან პირიქით, მათი შემცირება მცენარის ფოთლებში. მიღებული ცვლილებები მნიშვნელოვანია და სინერგიზმის ან ანტაგონიზმის გზით მიმდინარეობს.

PLANT PHYSIOLOGY

R. M. KHATIASHVILI, M. B. BURJANADZE, T. G. ABULASHVILI

THE EFFECT OF MICROELEMENTS ON THE UPTAKE OF  
 $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  CATIONS BY THE GRAPEVINE

Summary

The effect of Fe, Mn, Cu, Zn and B on the uptake of cations by the grapevine leaves of the Rkatsiteli variety is discussed. Manganese ions in interaction with univalent and bivalent cations were found to exert varying influence on the degree of their assimilation by the plants. Thus, it promoted more active absorption of potassium and magnesium and inhibited to some extent the absorption of calcium. Under the influence of iron the amount of  $K^+$  ions in the leaves tended to decrease and  $Na^+$  ions to increase, making up the deficiency of univalent cations. The obtained effect of Fe-Ca is indicative of antagonism, and between the element pairs of Fe-Mg it exemplifies synergism. Under the influence of copper the transport of potassium increased and that of sodium decreased, Copper depressed the absorption of  $Ca^{2+}$  and  $Mg^{2+}$ , and as the result of their limited entrance into the plants their content decreased. In conditions of zinc feeding the plants absorbed



more potassium and less sodium; the absorption of calcium and magnesium was also inhibited. Unlike other microelements, boron intensified the absorption and transport of all cations, which in its turn made for the high level of their concentration in the plants.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. С. Мерджаниан. Виноградарство. М., 1967.
2. V. Kohno, C. D. Foy, A. L. Fleming, D. T. Krizek. J. Plant Nutr. 7, № 6, 1984.
3. А. Уоллес. Поглощение растениями питательных веществ из растворов. М., 1966.
4. C. Bujtas, E. Cseh. Plant and Soil, 63, № 1, 1981.
5. W. Veltrup. J. Plant Nutr. 3, № 1—4, 1981.
6. A. S. Sidhu, N. S. Randhava. J. Res. Punjab Agr. Univ. 16, № 4, 1979.



ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Дж. М. МЕТРЕВЕЛИ. Э. А. БАБАЯН, А. Н. МЕЛКОНЯН

О ВЛИЯНИИ СОЕДИНЕНИЙ МОЛИБДЕНА НА ЗДОРОВЬЕ РАБОТНИЦ КАДЖАРАНСКОГО МЕДНО-МОЛИБДЕНОВОГО КОМБИНАТА

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. И. Бахуташвили 22.2.1984)

Целью наших исследований было изучение влияния молибдена на заболеваемость органов женской половой сферы. Для этого мы провели гинекологическое обследование работниц Каджаранского м/м комбината (Арм. ССР). В первую очередь мы учитывали значение меди в возникновении различных гинекологических заболеваний, так как женщины кроме молибдена имеют непосредственный контакт и с медью. Учитывали также зависимость между гинекологической заболеваемостью и различными неблагоприятными факторами производственной среды. Поэтому нами проведены санитарно-гигиенические исследования комбината.

На Каджаранской фабрике флотационного обогащения медно-молибденовой руды работы ведутся в условиях высокой запыленности и загрязнения токсическими веществами воздуха, неблагоприятной микроклимата, интенсивного шума и достаточно тяжелой физической нагрузки. Каждый из этих факторов, а тем более все в совокупности, могут оказывать неблагоприятное влияние на организм работающих.

Нами обследована 71 женщина. В возрасте от 26 до 27 лет было 4 женщины, от 30 до 39 лет — 25, от 40 до 49 — 31, от 50 до 54 — 11 женщин. Все женщины состояли в зарегистрированном браке.

Материал исследований мы разрабатывали с учетом производственного стажа. От 1 года до 6 лет стаж работы был у 14 женщин, от 9 до 16 лет — у 37, от 18 до 24 года — у 15 и от 26 до 27 лет — у 5 женщин.

Исследования показали, что 39 (53,9%) женщин являются гинекологически здоровыми.

При анализе структуры заболеваний органов гениталий хронические воспаления матки и придатков установлено у 7 (9,8%) женщин, нарушения менструальной функции — у 2 (2,8%), бесплодие — у 4 (5,6%), эрозия шейки матки — у 10 (14%), опущения влагалища — у 4 (5,6%), загибы матки — у 4 (5,6%), опухоли половых органов — у 3 (4,2%), полипы шейки матки — у 3 (4,2%), инфантилизм — у 1 (1,4%), трихомонадный кольпит — у 8 (11,5%) женщин.

Основную массу среди выявленных заболеваний занимают воспалительные процессы различной локализации. Меньший удельный вес составляют другие патологии. Однако анализ патогенетических факторов воспалительных заболеваний в данном случае показал, что возникновение и развитие их во многих случаях не связаны с неблагоприятным влиянием производственных факторов. Так, например, трихомонадный кольпит, что нами установлено в 11,5% случаев, является специфическим воспалением и патогенез его не имеет ничего общего с производственными или другими факторами внешней среды. Что касается эрозии шейки матки, в 4 случаях она обнаружена на фоне трихомонадного кольпита. Как один, так и другой почти полностью



исключают возможность возникновения эрозии в зависимости от воздействия вредных факторов производственной среды.

В остальных 4 случаях эрозия шейки матки выявлена у женщин, работающих в отделе флотации, в отделе приготовления реагентов, в химлаборатории, в отделе технического контроля (ОТК). У женщин, работающих в отделах флотации и приготовления реагентов и химлаборатории, в развитии эрозии шейки матки патогенетическую роль могут играть производственные факторы, а в последнем случае влияние производственных факторов полностью исключается, так как в ОТК работницы вообще не имеют контакта с какими-либо вредными факторами производственной среды или же имеют контакт только на непродолжительное время.

Таким образом, возникновение и развитие эрозии шейки матки только в 4,2% случаев можно рассматривать в связи с влиянием различных факторов производства, а в 1,4% случаев — с вредным влиянием молибдена (у женщин, работающих в отделе флотации).

Как было отмечено выше, хроническое воспаление матки и ее придатков диагностировано у 7 женщин (у 1 — хронический метроэндометрит и у 6 — хронический односторонний аднексит), работающих в различных отделах комбината (1 — в отделе флотации, 1 — в химлаборатории, 1 — в отделе приготовления реагентов, 2 — в ремонтно-механическом цехе, 1 — в отделении сушки концентрата и 1 — в ОТК). Следует отметить, что влиянию производственных факторов могли подвергаться все эти женщины. Следует особенно отметить, что воспалительные заболевания у женщин развились в период работы их на данном производстве. В конкретном случае в патогенезе хронических воспалительных заболеваний женских внутренних половых органов производственные факторы могли играть определенную роль в 9,8 случаев, а молибден только в 2,8% случаев (у женщин, работающих в отделах флотации и сушки концентрата).

Как известно, самыми чувствительными к влиянию факторов внешней среды являются яичники, однако нарушение менструальной функции мы установили только у 2 работниц (у 1 — меноррагию и у 1 — гипоменструальный синдром). Одна из них работает в отделе приготовления руды к обогащению (на руднике), а вторая — в ОТК и не имеет контакта с вредными факторами.

Расстройство менструальной функции у женщины, работающей на руднике, установлено в возрасте 26 лет, следовательно, это расстройство не связано со становлением или угасанием менструальной функции. Тот факт, что у этой женщины нарушение менструальной функции нельзя было связать с наличием заболевания половых органов и что это нарушение у нее возникло в период работы на фабрике, дает основание предполагать, что в возникновении нарушения менструальной функции в данном случае определенное значение имеет профессиональный фактор. Таким образом, дисфункция яичников среди работниц Каджаранского м/м комбината в связи с влиянием производственных факторов, в том числе и молибдена, встречается только в 1,4% случаев.

Большой интерес представляет состояние генеративной функции работниц. Первичное бесплодие диагностировано у 3 женщин (у 1 — из отдела флотации, у 1 — из отдела сушки концентрата и у 1 — из ремонтно-механического цеха), а вторичное бесплодие — у 1 женщины, работающей в химлаборатории. Анализ патогенетических факторов показал, что в 1 случае бесплодие вызвано инфантилизмом половых органов; в 1 случае — двусторонним воспалением придатков матки, в 1 случае — загибом матки и в 1 случае этиология бесплодия осталась невыясненной.

Развитие загиба матки и воспаления придатков в данном случае, можно полагать связано с воздействием различных факторов произ-



водственной среды, так как эти женщины работают в неблагоприятных условиях труда; одна с загибом матки работает в отделе сушки концентрата, где работа в основном связана с тяжелой физической нагрузкой и другими вредными факторами производства, а вторая, с хроническим воспалением придатков матки, работает в химлаборатории и имеет постоянный контакт с различными химическими соединениями. Но так как у женщины с загибом матки и первичным бесплодием стаж работы в сушильном отделе только 1 год, а возраст — 49 лет, в данном случае полностью можно отрицать роль производственных факторов в развитии бесплодия. Таким образом, бесплодие в связи с влиянием производственных факторов установлено только в 2,8% случаев, а в связи с молибденом — в 1,4 случаев (у женщины, работающей в отделе флотации).

Известно, что развитие опущения гениталий обусловлено работой стоя, подъемом тяжести и вынужденной рабочей позой. Указанная патология нами установлена у 2 женщин, работающих в ОТК, у 1 — из ремонтно-механического цеха и у 1, из отдела флотации. В этих отделах существует только одно условие, имеющее значение в развитии данной патологии — работа стоя.

Вышеперечисленные факторы, а также воспалительные заболевания внутренних половых органов могут вызвать неправильные положения матки, что нами установлено у 4 работниц (у 1 — из отдела флотации, у 1 — из сушильного отдела, у 1 из ОТК и у 1, работающей в химлаборатории). Однако ни одна из обследованных нами больных не указывала на перенесение воспаления.

Известно, что формирование профпатологии у женщин в промышленности и сельском хозяйстве происходит исподволь и уровень заболеваемости своего максимума достигает в возрасте 40—49 лет [11]. Также известна закономерность нарастания гинекологических заболеваний параллельно длительности профессионального стажа.

Мы распределили здоровых и больных женщин по возрасту и стажу работы. Определенная взаимосвязь между частотой заболеваний, связанных с влиянием производственных факторов, и профессиональным стажем работы нами не установлена. Не обнаружено также нарастание числа гинекологических заболеваний с увеличением возраста.

Таким образом, среди работниц Каджаранского м/м комбината установлены следующие показатели гинекологических заболеваний, развитие которых связано с вредными факторами производственной среды: хронические воспаления внутренних половых органов — в 9,8% случаев, нарушения менструальной функции — в 1,4% случаев, бесплодие — в 2,8% случаев, эрозия шейки матки — в 4,2% случаев, опущения влагалища — в 5,6% случаев и загиб матки — в 5,6% случаев.

Возникновение хронических воспалительных заболеваний внутренних половых органов в связи с вредным влиянием молибдена можно рассматривать в 2,8 случаев, нарушение менструального цикла — в 1,4% случаев, 1 бесплодие — в 1,4% случаев, эрозия шейки матки — в 1,4% случаев.

Низкий уровень распространения гинекологических заболеваний среди работниц комбината не позволяет говорить о существовании молибденового токсикоза, интоксикации с характерным симптомокомплексом.

МЗ Армянской ССР  
НИИ общей гигиены  
и профзаболеваний  
им. Н. Б. Акопяна

ჯ. მებრემელი, ე. ბაბაიანი, ა. მელკონიანი

კაჯარანის სპილენძისა და მოლიბდენის კომბინატში მომუშავე ქალთა უანგარეთელოგიაზე მოლიბდენის ნაერთების გავლენის შესახებ

რეზიუმე

ქალის სასქესო სფეროზე მოლიბდენის გავლენის შესწავლის მიზნით ჩვენ ჩავატარეთ გინეკოლოგიური გამოკვლევა კაჯარანის სპილენძისა და მოლიბდენის კომბინატში მომუშავე ქალთა შორის. ჩვენ დავადგინეთ შემდეგი გინეკოლოგიური დაავადებანი: შინაგან სასქესო ორგანოთა ქრონიკული ანთეზა — 9,8%, მენსტრუალური ციკლის მოშლილობანი — 1,4%, უნაყოფობა — 2,8%, საშვილოსნოს ყელის ეროზია — 4,2%, საშოს კედლების დაწევა — 5,6%, საშვილოსნოს გადახრა — 5,6%.

გინეკოლოგიურ დაავადებათა გავრცელების ასეთი დაბალი დონე საფუძველს არ გვაძლევს მივუთითოთ მოლიბდენის ტოქსიკოზის არსებობაზე აღნიშნულ კომბინატში.

## HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

J. M. METREVELI, E. A. BABAYAN, A. N. MELKONYAN

## ON THE EFFECT OF MOLYBDENUM ON THE HEALTH OF FEMALE WORKERS OF THE KAJARAN INTEGRATED COPPER-MOLYBDENUM MILL

## Summary

A gynecologic investigation of the Kajaran integrated copper-molybdenum mill was carried out with a view to studying the effect of molybdenum on the female genital sphere.

Among the female workers of the indicated mill the following indices of gynecologic diseases, the development of which is related to the harmful factors of the industrial environment, were established: chronic inflammation of the internal genital organs in 9.8%, disturbances of the menstrual function in 4.2%, infertility in 2.8%, cervical erosion in 4.2%, colpoptosis in 5.6% and retroversion of the uterus in 5.6% of cases. Such a low level of occurrence of gynecologic diseases does not point to the presence of molybdenum toxicosis in the mill.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ю. И. Кундиев, А. О. Навакатикиян, А. П. Охраменко, М. А. Дуцкая. Тезисы докл. Всес. научно-техн. конфер. Иваново, 1975.



Н. А. МАМУЛАШВИЛИ, Д. И. ДЖОХАДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР)

### ВЫДЕЛЕНИЕ ИЗ ЛИСТЬЕВ СОИ ПОЛИ-А СОДЕРЖАЩЕЙ мРНК, ИНДУЦИРОВАННОЙ ГИББЕРЕЛОВОЙ КИСЛОТОЙ

Гиббереллины являются классом фитогормонов, которые, наряду с другими физиологическими процессами, участвуют в регуляции биосинтеза нуклеиновых кислот и белков [1]. В частности, гибберелловая кислота (ГК) вызывает стимуляцию процесса транскрипции в этилированных побегах кукурузы [2].

Об участии ГК в процессе транскрипции свидетельствует тот факт, что ингибиторы синтеза РНК (например, актиномицин Д) препятствуют синтезу фермента  $\alpha$ -амилазы в алейроновых листках ячменя. Отсюда можно заключить, что гиббереллин должен участвовать в образовании молекул мРНК как дерепрессор генов [3].

Ранее в нашей лаборатории было показано [4, 5], что ГК вызывает стимуляцию синтеза РНК в клеточных ядрах листьев гороха, кукурузы и фасоли и что этот процесс осуществляется с участием циклического 3,5-аденозинмонофосфата (цАМФ).

В последние годы в исследованиях функционирования генома большое внимание привлекает характеристика особенностей 3'-участка, концевой поли-А фрагмента транскрируемых РНК эукариотов. Полагают, что поли-А последовательности обеспечивают метаболическую стабильность молекул мРНК [6]. Благодаря обнаружению поли-А фрагмента стало возможным отделение мРНК от рРНК и тРНК.

Изучение поли-А содержащих мРНК из растений стало в последнее время областью интенсивных исследований. Это связано в первую очередь с быстрым развитием методов генетической инженерии, так как использование мРНК в качестве матрицы в обратной транскрипции позволяет синтезировать кДНК, соответствующую структурной части гена. Как мРНК, так и их кДНК могут быть использованы для изучения структуры генома. Однако выделение очищенных препаратов мРНК до сих пор представляет значительную трудность, что обусловлено главным образом высокой активностью клеточных РНКаз [7].

С целью изучения механизма индукции процесса транскрипции гибберелловой кислотой, в частности сравнения транскриптов, мы выделили поли-А содержащие мРНК из листьев контрольных растений сои и из листьев растений, выращенных на среде с ГК.

Суммарную РНК из листьев выделяли фенольно-детергентным методом [8] с некоторыми модификациями. Всю посуду стерилизовали в сухом шкафу при 160° в течение 2 часов. Все растворы (кроме триса) обрабатывали диэтилпиракарбонатом для ингибирования РНКаз и автоклавировали при 0,5 атм в течение 30 мин. Раствор додецилсульфата натрия (SDS) стерилизовали при 65°C в течение 1 часа [9].

10 г листьев растирали в жидком азоте. Для экстракции суммарной РНК добавляли 50 мл буфера, содержащего следующие компоненты: 100 мМ трис-НСl, рН 7,6; 100 мМ NaCl; 1 мМ ЭДТА; 2% SDS. Далее к гомогенату добавляли равный объем насыщенного буфером свежеперегнанного 80%-ного фенола. Смесь встряхивали в течение 30 мин при комнатной температуре и центрифугировали при 4000 г в течение 15 мин. Эту процедуру повторяли дважды. Водный





слой отбирали и к нему добавляли смесь фенол-хлороформа (1:1), обработку проводили вышеуказанным способом. После центрифугирования к водному слою добавляли хлороформ, смесь опять встряхивали и центрифугировали. К конечному водному слою добавляли 2 М ацетата натрия (рН 5,9) до концентрации 0,2 М и РНК осаждали 2,2 объема холодного 96%-ного этанола в течение 12 часов при  $-20^{\circ}\text{C}$ .

Для удаления примесей ДНК и низкомолекулярных РНК суммарную РНК осаждали центрифугированием при 4000 g в течение 30 мин. Осадок растворяли в стерильной воде, добавляли 4 М ацетат натрия до конечной концентрации 3 М и раствор центрифугировали при 4000 g в течение 20 мин.

Поли-А содержащую РНК выделяли аффинной хроматографией на колонке с олиго(dT)-целлюлозой (P-Z Biochemicals, inc., тип 7). Колонку предварительно уравнивали в буфере (NЭТС), содержащем 20 мМ трис-НСl, рН 7,6; 50 мМ NaCl; 1 мМ ЭДТА; 0,1%. SDS. Перед нанесением проб суммарной РНК колонку промывали последовательно стерильным бидистиллятом, раствором, содержащим 0,1 М NaOH и 5 мМ ЭДТА, стерильным бидистиллятом [10].

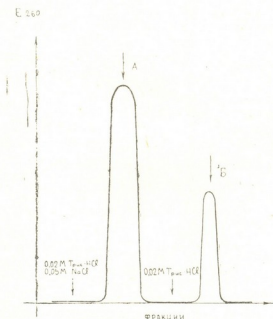


Рис. 1. Профиль элюции поли-А содержащей мРНК из листьев сои: А — материал, не связавшийся на колонке олиго(dT)-целлюлозы; Б — материал, элюированный при низкой ионной силе

Суммарную РНК (1,5 мг/л) растворяли в стерильной воде, подогревали до  $70^{\circ}\text{C}$  в течение 3 мин, добавляли равный объем 2 NЭТС буфера, охлаждали до комнатной температуры и наносили на колонку. Затем колонку промывали 10—15 объемами стерильного буфера (ЭТС), который содержит 10 мМ трис-НСl рН 7,6; 1 мМ ЭДТА; 0,05% SDS. К раствору поли-А содержащей мРНК добавляли 3 М ацетата натрия до конечной концентрации 0,3 М и РНК осаждали 2,2 объема этанола в течение ночи при  $-20^{\circ}\text{C}$ .

Для характеристики проб РНК проводили электрофорез суммарной и поли-А содержащей РНК. Электрофорез проводили в а) геле 1,8%-ной агарозы в трис-ацетатном буфере (рН 8,0) в присутствии 0,1%-ного SDS; б) геле 0,8%-ной агарозы в натрий-фосфатном буфере (рН 7,8) в присутствии 50%-ного формамида и 6%-ного формальдегида.

В таблице приведены результаты определения содержания поли-А содержащей мРНК в препаратах суммарной РНК из листьев контрольных и выращенных на среде с ГК растений.

Как видно из таблицы, содержание поли-А мРНК варьирует в пределах 1% относительно всей суммарной РНК, что соответствует



литературным данным [11]. Оказалось, что препараты РНК, выделенные из листьев контрольных растений, содержат  $\approx 0,85\%$  поли-А РНК, тогда как в препаратах суммарной РНК из листьев растений, выращенных на среде с ГК, содержание поли-А мРНК заметно увеличивается и достигает  $\approx 1,30\%$ .

Содержание поли-А мРНК в листьях контрольных и выращенных на среде с ГК растений сои

Растения	Суммарная РНК, мкг	Поли-А мРНК, мкг	%
Контрольные	(I опыт) 3354	40	0,80
»	(II опыт) 6500	60	0,90
с ГК	(I опыт) 4800	60	1,25
»	(II опыт) 6000	80	1,33

Суммарная РНК как из листьев гормонированных, так и контрольных растений дает типичный профиль при электрофорезе (рис. 2, 3). На рисунках наглядно различаются полосы, соответствующие 18 S и 28 S РНК, а также полосы, свидетельствующие о гетерогенности суммарной РНК. Различия между электрофоретической подвижностью поли-А содержащих мРНК контрольных и гормонированных проб методом электрофореза не обнаруживаются.

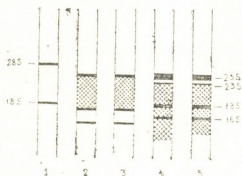


Рис. 2. Схема электрофореграммы суммарной РНК и поли-А содержащей мРНК в агарозном геле из листьев сои: 1 — маркерная РНК; 2 — поли-А содержащая мРНК из контрольных листьев; 3 — поли-А содержащая мРНК из листьев с ГК; 4 — суммарная РНК из контрольных листьев; 5 — суммарная РНК из листьев с ГК

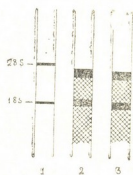


Рис. 3. Схема электрофореграммы поли-А содержащей мРНК в агарозном геле (в присутствии 50% формамида и 6% формальдегида): 1 — поли-А содержащая мРНК из печени крысы; 2 — поли-А мРНК из контрольных листьев; 3 — поли-А мРНК из листьев с ГК

Детальная характеристика поли-А мРНК, индуцированной фитогормонами, с целью выяснения соответствующих изменений в геноме является предметом наших последующих исследований.

ბ. მამულაშვილი, დ. ჯოხადზე (საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

## ბიბერელინის მჟავით ინდუცირებადი პოლი-ა მრნმ-ის გამოყოფა სიის ფოთლებიდან

რეზიუმე

ოლიგო (dT)-ცელულოზის სვეტზე აფინური ქრომატოგრაფიის გზით სოის ათდღიანი ნაზრდების ფოთლებიდან გამოყოფილია პოლი-ა შემცველი მრნმ. ნაჩვენებია, რომ საკონტროლო ფოთლებიდან გამოყოფილი ჯამური რნმ შეიცავს  $\approx 0,85\%$  პოლი-ა მრნმ-ს, მაშინ როცა პოლი-ა მრნმ-ის შემცველობა გიბერელინის მჟავას არეზე გამოზრდილი ნაზრდების ფოთლებიდან გამოყოფილ რნმ-ში აღწევს  $\approx 1,30\%$ -ს. ჩატარებულია ჯამური და პოლი-ა მრნმ-ის ელექტროფორეზი.

BIOCHEMISTRY

N. A. MAMULASHVILI, D. I. JOKHADZE

## ISOLATION OF POLY-A CONTAINING mRNA INDUCED BY GIBBERELIC ACID FROM SOYBEAN LEAVES

Summary

Poly-A mRNA was isolated by affinity chromatography on oligo (dT)-cellulose from 10 day-old soybean seedlings. It is shown that preparations of total RNA from control seedlings contain  $\approx 0.85\%$  poly-A RNA, whereas the content of poly-A RNA in total RNA from leaves grown on gibberellic acid medium reaches  $\approx 1.30\%$ . Electrophoresis of total RNA and poly-A<sup>+</sup> RNAs was carried out.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. И. Джохадзе, Р. И. Гоглидзе. Физ. раст., 24, 1977, 746.
2. E. Tarantowicz-Marek, J. Barczyk, K. Kleczkowski. Bull. Acad. Sci. Polon. S. Sci. Biol., 23, 1975, 227.
3. А. Гэлстон, П. Дэвис, Р. Сэттер. Жизнь зеленого растения. М., 1983.
4. Н. А. Мамулашвили, Д. И. Джохадзе. Сообщения АН ГССР, 105, №1, 1982, 153.
5. Н. А. Мамулашвили, Д. И. Джохадзе. Изв. АН ГССР, сер. биол., 7, 1982, 425.
6. П. Зенгбуш. Молекулярная и клеточная биол. М., 1982.
7. Е. Г. Зезеров. Биохимия, 42, 1977, 771.
8. В. Х. Попендиктите, А. Г. Слюсаренко, Г. Е. Сулимова, С. И. Городецкнй. Биоорганическая химия, 8, 1982, 667.
9. Н. Коралева, Э. Ладыжская, Л. Метлицкий. Биохимия, 41, 1976, 413.
10. T. Maniatis, E. Fritsch, J. Sambrook; Molecular Cloning, Cold Spr. Harb. Lab., 1982, 188.
11. J. Bantle, I. Maxwell, W. Hahn. Anal. Biochem., 72, 1976, 413.

А. К. ЦЕРЕТЕЛИ, А. Э. МАРКАРОВА, А. К. КУЛИКОВА,  
З. М. ЦКИТИШВИЛИ, Г. И. КВЕСИТАДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР),  
А. Т. ШКОЛЬНЫЙ

## О ПЕРСПЕКТИВАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИКРОБНЫХ β-ГАЛАКТОЗИДАЗ В МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

β-Галактозидаза (лактаза, β-Д-галактозид-галактогидролаза 3.2.1.23) гидролизует молочный сахар — лактозу до глюкозы и галактозы, которые обладают значительно лучшей растворимостью, большой сладостью и хорошо усваиваются животным организмом.

Применение β-галактозидазы в молочной промышленности открывает перспективу для повышения усвояемости и качества молочных продуктов.

β-Галактозидаза может найти широкое применение в производстве сгущенных молочных консервов [1, 2], мороженого [3], сыра и кисломолочных продуктов [4], хлеба [5, 6], а также в медицине [7] и животноводстве [8].

В данной статье представлены результаты по определению оптимальных условий действия изучаемых β-галактозидаз различных микроорганизмов с целью дальнейшего использования этих ферментных препаратов в молочной промышленности.

В работе использованы: β-галактозидаза *Saccharomyces fragilis*, полученная лиофилизацией экстракта из дрожжей, β-галактозидаза грибов *Ciguularia inaequalis*, полученная из культуральной жидкости осаждением ацетоном. Эти ферментные препараты предоставлены Институтом биохимии им. А. Н. Баха АН СССР [9, 10].

Культура *Penicillium canescens* шт. 20171 представлена отделом физиологии и систематики микромицетов Института микробиологии и вирусологии АН УССР. С целью получения препарата β-галактозидазы гриб *Penicillium canescens* выращивали в течение 72 часов при 28—30° в автоматизированных 30-литровых японских ферментерах фирмы «Marubishi» на среде следующего состава (г/л): соевая мука — 30,0, Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>·12H<sub>2</sub>O — 15, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> — 2,0, KCl — 0,5, MgSO<sub>4</sub> — 0,15.

Для выделения препарата культуральную жидкость осаждали 1,5 объемами ацетона, осадок отделяли центрифугированием, растворяли в Na-фосфатном буфере (рН 6,0) и переосаждали спиртом (1:4). Осадок сушили в эксикаторе и использовали для дальнейшей работы.

Активность β-галактозидазы (лактазы) в исследуемых препаратах определяли на синтетическом субстрате О-нитрофенил-β-Д-галактопиранозиде при оптимальных условиях действия ферментов [11], скорость и глубину гидролиза лактозы — на 40% сгущенной молочной сыворотке, образовавшееся количество глюкозы — глюкоксидазным методом [12].



Результаты определения активности  $\beta$ -галактозидазы в исследуемых препаратах приведены в таблице.

Характеристика исследуемых ферментных препаратов			
Препарат	Активность $\beta$ -галактозидазы		Белок, мг/г
	ед/г	уд. акт., ед/мг белка	
$\beta$ -Галактозидаза <i>Saccharomyces fragilis</i>	1500	5,1	295
$\beta$ -Галактозидаза <i>Curvularia inaequalis</i>	800	4,1	195
$\beta$ -Галактозидаза <i>Penicillium canescens</i>	3500	5,1	695

Большое значение при использовании ферментов в промышленности имеют значение рН действия фермента, его температурный оптимум и термостабильность. Нами найдено, что  $\beta$ -галактозидаза, выделенная из дрожжей *Saccharomyces fragilis*, по своим свойствам значительно отличается от фермента, выделенного из культуры грибов *Curvularia inaequalis* и *Penicillium canescens*.

Дрожжевая  $\beta$ -галактозидаза обладает максимальной активностью при рН 6,8—7,2 и температуре 30°. При повышении температуры реакции до 40° фермент полностью инактивируется в течение 30 мин. Грибные  $\beta$ -галактозидазы устойчивы при кислом значении рН, оптимум их действия находится в пределах 3,6—4,8; температурный оптимум проявляется при 50°, при выдерживании их в течение часа при 60° они сохраняют 80% своей активности.

Ферментные препараты  $\beta$ -галактозидазы использованы для гидролиза сгущенной молочной сыворотки, содержащей 40% лактозы, полученной в п/о «Тбилмолоко». Перед внесением в молочную сыворотку дрожжевой  $\beta$ -галактозидазы рН сыворотки доводили до 6,5; для грибных  $\beta$ -галактозидаз рН сыворотки оставался естественным (4,0); т-гидролиз сыворотки определяли оптимальной температурой действия ферментов. Ферментные препараты использовали в концентрации, равной 20 ед/мл, длительность гидролиза составляла 4 часа. За это время дрожжевая  $\beta$ -галактозидаза гидролизует до 35—40% всей лактозы, содержащейся в сыворотке, грибная  $\beta$ -галактозидаза *Curv. inaequalis* — 35% и  $\beta$ -галактозидаза *Penicillium canescens* шт. 20171 — до 40%.

Таким образом, проведенные исследования показали полную возможность использования всех препаратов  $\beta$ -галактозидаз, но для каждого конкретного случая применения есть возможность выбора наиболее оптимального варианта — грибного или дрожжевого препарата  $\beta$ -галактозидазы.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт биохимии растений

(Поступило 13.1.1984)

ა. შარბეთელი, ა. მარკაროვა, ა. კულიკოვა, ზ. ცაიტიშვილი, ზ. კვესიტაძე  
 (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი), ა. შკოლნი

## მიკრობული $\beta$ -გალაქტოზიდაზის გამოყენების კარსპეკტივების შესახებ რძის მრეწველობაში

რეზიუმე

შერჩეულია  $\beta$ -გალაქტოზიდაზის აქტიური მიკრობული წარმოშობის ფერ-მენტული პრეპარატები მისი რძის მრეწველობაში გამოყენების თვალსაზრისით. დადგენილია  $\beta$ -გალაქტოზიდაზის ფერმენტული პრეპარატების მოქმედების ოპტიმალური პირობები, რომლებიც განსაზღვრავენ მათი გამოყენების ეფექტურობას. საფურის  $\beta$ -გალაქტოზიდაზის მაქსიმალური აქტივობა აღინიშნება 30°-ზე, სოკურისა — 50°.

როგორც საფურის, ისე სოკურის წარმოშობის  $\beta$ -გალაქტოზიდაზა ახდენს ლაქტოზის ჰიდროლიზს 40%-ით.

### BIOCHEMISTRY

A. K. TSERETELI, A. E. MARKAROVA, A. K. KULIKOVA, Z. M. TSKITISHVILI,  
 G. I. KVESITADZE, A. T. SHKOLNYI

## ON THE PROSPECTS OF APPLICATION OF MICROBIAL $\beta$ -GALACTOSIDASE IN MILK INDUSTRY

### Summary

The most active  $\beta$ -galactosidase microbial preparations have been selected for use in milk industry. The properties of  $\beta$ -galactosidase enzymic preparations, determining the effectiveness of their application, have been investigated. Maximum activity of yeast  $\beta$ -galactosidase is manifested at 30°, and of fungal-yeast at 50°C.  $\beta$ -galactosidase of yeast and fungal origin effects 40% hydrolysis of lactose.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. А. Загустина. Автореферат канд. дисс. М., 1975.
2. А. К. Куликова. Автореферат канд. дисс. М., 1971.
3. Н. Г. Попова, С. С. Гуляев-Зайцев, Р. В. Фениксова, А. С. Тихомирова, А. К. Куликова. Тез. докл. I науч.-техн. конф. «Современные достижения в производстве масла и белковых молочных продуктов». Каунас, 1973.
4. Д. Рид. Ферменты в пищевой промышленности. М., 1971.
5. Р. Р. Токарева, Н. Н. Щелкачева, Р. В. Фениксова, В. Л. Кретьович, А. С. Тихомирова, А. К. Куликова, Н. Г. Бессонова. Авт. свид. 239172. Бюлл. изобр., № 11, 1969.
6. В. Д. Шербухин, Л. И. Миронова, А. В. Кондырева, В. С. Грюнер. Прикл. биохим. и микробиол., 6, 1970, 467—470.
7. T. W. Albrecht, J. P. Gracy. Ice Cream Rev., 40, 1956, 22-26.
8. G. M. Gray *et al.* J. Clin. Invest. 48, 1969, 729-733.
9. M. Dluzewski. Roczn. Technol. i Chem. Zyw., 16, 1969, 21-23.
10. A. S. Kuby, H. A. Lardy. J. Amer. Chem. Soc. 75, 1954, 890-896.
11. Y. Romeranz *et al.* Cereal Chem., 39, 1962, 398-401.
12. V. Van Dam *et al.* Neth. Milk Dairy J., 4, 1950, 96-114.



3. ჩუბინიძე

ეთერზეთების დაგროვებასა და ფოტოსინთეზს შორის  
ურთიერთდამოკიდებულება გერანუმი

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა დ. ჯობაძემ 16.12.1983)

ავტოტროფული ასიმილაციის პროცესში იგება ცოცხალი მატერიის შე-  
მადგენელი თითქმის ყველა კომპონენტი [1]. აქედან გამომდინარე, სავარაუ-  
დოა არსებობდეს რაიმე გარკვეული ურთიერთდამოკიდებულება მცენარეში  
მიმდინარე ამა თუ იმ ბიოქიმიურ ან ფიზიოლოგიურ პროცესსა და ეთერზეთე-  
ბის დაგროვებას შორის. აღნიშნული პროცესის ან პროცესების გამოვლინები-  
თა და მათზე ზემოქმედებით შესაძლოა მივაკვლიოთ მცენარეში ეთერზეთების  
დაგროვების გაზრდისა და ხარისხის გაუმჯობესების გზებს.

კვლევის მიმდინარე ეტაპზე ჩვენს მიზანს შეადგენდა დაგვედგინა: არსე-  
ბობს თუ არა რაიმე კანონზომიერი ურთიერთდამოკიდებულება ფოტოსინთე-  
ზის ინტენსივობასა და ეთერზეთების დაგროვებას შორის ვარდისებურ გერან-  
უმი (*Pelargonium roseum* Ait.), თუ არსებობს, როგორია იგი და როგორ  
წარმართება სპეცეტიციო სეზონის განმავლობაში. ამ საკითხების გადაწყვეტას  
დიდი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე გერანის საერთო ბიოლოგიის შესწავლის  
თვალსაზრისითაც. სპეციალური გამოკვლევები ამ მიმართულებით ჯერ კიდევ  
არაა ჩატარებული.

საანალიზო მასალას ვიღებდით მარნეულის რაიონის სოფ. შულავერის  
ეთერზეთების ქარხანა-მეურნეობის ტერიტორიაზე თევში ორჯერ, ივნისიდან  
ოქტომბრის ჩათვლით. ფოტოსინთეზის ინტენსივობის შესასწავლად გამოვი-  
ვიყენეთ რადიომეტრიული მეთოდი, რომლის პრინციპი შემდეგში მდგომარე-  
ობს: მცენარე შეაქვთ რადიოაქტიური ნახშირმჟავით გამდიდრებულ გარემო-  
ში. სინათლეზე გარკვეული დროით ექსპოზიციის შემდეგ საკვლევი მცენარე  
ფიქსირდება და ისაზღვრება მისი რადიოაქტივობა, რომლის სიდიდის მიხედვით  
მსჯელობენ ფოტოსინთეზის ინტენსივობის შესახებ [2,3]. ჩვენს ცდებში მცე-  
ნარის სამყოფ გარემოში  $C^{14}O_2$ -ის კონცენტრაცია უდრიდა 1%-ს, ხოლო რა-  
დიოაქტიურობა — 33 მიკროკიურს ლიტრზე. ცდის ექსპოზიცია იყო ხუთი წუთი.  
საკვლევი მასალის რადიოაქტიურობას ვსაზღვრავდით ხელსაწყო ПП-8-ზე,  
იმავე ვადებში ვსწავლობდით ფოთლებში ეთერზეთების რაოდენობრივ შემ-  
ცველობას, რისთვისაც ვიყენებდით წყლის ორთქლთან ერთად გადადენის მე-  
თოდს [4,5]. ტექნიკურად ანალიზებს შემდეგნაირად ვსარულავდით: 300 გ  
საანალიზო მასალას ვათავსებდით მრგვალიძირა კოლბაში, ვუმატებდით წყალს  
1:3 მოცულობით, ვუერთებდით მაცივარს და ვაცხელებდით ზეთის აბაზანაზე  
130°C ტემპერატურამდე. გამოხდის სიჩქარე შეადგენდა დაახლოებით 1 წვეთ  
კონდენსატს წამში და გრძელდებოდა გამოხდის დაწყებიდან ორი საათის გან-

მავლობაში ზეთის მთლიანად გადადენამდე. დისტილატს ვაგროვებდით სპეციალურ დამპერში, ვაყოვნებდით გამონდის დამთავრებიდან 2 საათის განმავლობაში და ვაცილდით ზეთის ფენას. დისტილატში დარჩენილი ზეთის, წყალში ხსნადი და დიფუზირებული ნაწილის გამოტანას ვაწარმოებდით პენტანით ექსტრაქციით. პენტანის მოცილებისა და დარჩენილი ზეთის ნატრიუმის სულფატით გამოშრობის შემდეგ ვანგარიშობდით ეთერზეთის საერთო რაოდენობას პროცენტობით. როგორც ფოტოსინთეზის ინტენსივობის, ისე ეთერზეთების რაოდენობრივი შემცველობის დადგენას ვაწარმოებდით ცდების ზუთჯერადი განმეორების საშუალო მონაცემების მიხედვით. შედეგები წარმოდგენილია ცხრილში, საიდანაც ჩანს, რომ მთელი სპეგეტაციო სეზონის განმავლობაში მცენარეში ეთერზეთების რაოდენობრივი შემცველობა ფოტოსინთეზის ინტენსივობის პირდაპირპროპორციულად იცვლება. კერძოდ, სპეგეტაციო სეზონის დასაწყისიდან სექტემბრის მესამე დეკადამდე ფოტოსინთეზის ინტენსივობა განუწყვეტლივ იზრდება. ამასთან დაკავშირებით, ცხადია, გაიზრდება მცენარეზეთების შემცველობისა და ფოტოსინთეზის ინტენსივობის სეზონური დინამიკა გერანში

ცდის პირობები			ეთერზეთების შემცველობა, % ნელ მასალაზე გადაანგარიშებით	ფოტოსინთეზის ინტენსი- ვობა იმპ/წთ 1 გ ნელ მასალაზე გადაანგარიშებით
თარიღი (1982 წთ.)	ტემპერატურა, °C	განათება, L		
10/VI	30	90 000	0,122	4317
25/VI	28	100 000	0,128	5002
10/VII	29	70 000	0,142	6441
25/VII	24	110 000	0,154	7603
10/VIII	30	85 000	0,213	8301
25/VIII	23	75 000	0,244	9530
10/IX	26	36 000	0,252	10205
25/IX	29	60 000	0,279	11392
10 X	23	95 000	0,223	9456
25/X	24	44 000	0,201	7972

რეში ასიმილაციების შემცველობა. ეთერზეთების შემცველობაც, როგორც ასიმილაციის ერთ-ერთი პროდუქტისა, მატულობს, რომლის რაოდენობა სწორედ სექტემბრის მეორე დეკადის დასასრულს აღწევს მაქსიმუმს. შემდგომში იწყება როგორც ფოტოსინთეზის ინტენსივობის, ისე ეთერზეთების რაოდენობის შემცირება. ეს ფაქტი მიგვანიშნებს, იმაზე, რომ გერანში ეთერზეთების წარმოქმნა და დაგროვება შესაძლოა უშუალო კავშირში იყოს ფოტოსინთეზთან და რომ ფოტოსინთეზის პროცესი და მისი ინტენსივობა განსაზღვრავს ეთერზეთების წარმოქმნასა და მის რაოდენობას მცენარეში. თუ ეს ასეა, მაშინ ვფიქრობთ, რომ ყველა ის ფაქტორი, რომელიც ფოტოსინთეზზე მოქმედებს, გავლენას უნდა ახდენდეს მცენარეში ეთერზეთების წარმოქმნასა, დაგროვებასა და ხარისხზე. აქედან გამომდინარე, შესაძლებლად გვესახება ფოტოსინთეზზე მოქმედ ფაქტორთა (სინათლე, ტემპერატურა და სხვა) ოპტიმალური დოზების შერჩევითა და გამოყენებით მივაკვლიოთ მცენარეში ეთერზეთების რაოდენობრივი და თვისებრივი მაჩვენებლების რეგულირების გზებს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 მცენარეთა ბიოქიმიის ინსტიტუტი





В. В. ЧУБИНИДЗЕ

ВЗАИМОЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ НАКОПЛЕНИЕМ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ И ФОТОСИНТЕЗОМ В ГЕРАНИ

Резюме

Установлена прямопропорциональная взаимозависимость между накоплением эфирных масел и интенсивностью фотосинтеза в розовой герани (Pelargonium roseum Ait.). Показано, что в условиях Восточной Грузии в начале вегетации интенсивность фотосинтеза и содержание эфирного масла в листьях герани низкие, затем увеличиваются и достигают максимума к концу второй декады сентября. Далее эти показатели понижаются, доходя до минимума к концу вегетации. Высказано предположение о возможности регуляции количественных и качественных показателей эфирного масла в герани.

V. V. CHUBINIDZE

INTERDEPENDENCE BETWEEN THE ACCUMULATION OF ESSENTIAL OILS AND PHOTOSYNTHESIS IN GERANIUM

Summary

A directly proportional interdependence has been established between the accumulation of essential oils and the intensity of photosynthesis in geranium (Pelargonium roseum Ait.). It is shown that in East-Georgian conditions, the intensity of photosynthesis and the content of essential oils in geranium leaves are low at the beginning of vegetation, then it increases, reaching the maximum at the end of the second decade of September. Then follows their decrease, reaching the minimum at the end of vegetation. The feasibility of regulating the quantitative and qualitative indices of essential oils in geranium is suggested.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. Либберт. Физиология растений. М., 1976.
2. В.Л. Вознесенский, О. В. Заленский, О. А. Семихатова. Методы исследования фотосинтеза и дыхания растений. М.—Л., 1965.
3. О. В. Заленский, О. А. Семихатова и В. Л. Вознесенский. Методы применения радиоактивного углерода C<sup>14</sup> для изучения фотосинтеза. М.—Л., 1955.
4. Н. Н. Иванов. Методы физиологии и биохимии растений. М.—Л., 1946.
5. К. Г. Персидская, А. П. Чипига. Справочник для работников лабораторий эфиромасличных предприятий. М., 1981.



Т. О. РЕВИШВИЛИ, Л. А. ЗАКОРДОНЕЦ, Р. Н. ГРЕБЕШОВА,  
О. А. ЗАКОРДОНЕЦ, Д. А. СУРМАНИДЗЕ

## ОБРАЗОВАНИЕ БЕЛКА И ДРУГИХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ МЕЗОФИЛЬНЫМИ ГРИБАМИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ИХ НА ЦЕЛЛЮЛОЗО- И ЛИГНИН-СОДЕРЖАЩИХ ОТХОДАХ ЧАЙНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. И. Квеситадзе 19.3.1984)

Твердосубстратная ферментация позволяет осуществить прямую трансформацию углеводов в белок. Одним из наиболее перспективных источников сырья для получения биосинтетического белка является целлюлоза, ресурсы которой постоянно восполняются [1—6].

Наряду с селекционированием новых эффективных атаксичных штаммов микроорганизмов, способных синтезировать белок, не менее важным является изыскание новых эффективных источников сырья для его получения. На наш взгляд, ценным сырьем для получения белка и других физиологически активных соединений являются отходы чайной промышленности [7]. В завершающем процессе переработки чая сырья — при сортировании полуфабриката из основной массы отбираются низкосортная продукция и отходы (черешки, сметка, пластины и др.). Общее их количество в Грузинской ССР ежегодно составляет около 20 тыс. т и с расширением объемов производства постоянно увеличивается.

Отходы производства чайных концентратов представляют собой одревесневшую часть, малопригодную для кормовых целей. В них содержится 20—30% целлюлозы, 10—20% лигнина и около 8% азотсодержащих веществ и др. Из химического состава чайных отходов очевидно, что биоконверсия данного субстрата возможна при использовании микроорганизмов, обладающих полиферментной гидролитической системой.

Работу проводили с штаммами микроскопических грибов, полученных из коллекции отдела физиологии и систематики микромицетов Института микробиологии и вирусологии им. Д. К. Заболотного АН УССР.

Грибы выращивали в колбах Эрленмейера емкостью 750 мл на качалках при 240 об/мин на среде Чапека с 2—3% источника углерода. В качестве субстрата использовали проэкстрагированные водой отходы чайного производства (сметка, черешки и др.). В результате экстракции извлекаются фенольные соединения, продукты их окисления и кофеин, обладающие способностью подавлять рост микроорганизмов. Посев производили 5—10%-ным инокулятом (24—36 часов роста). Влажность исходного субстрата составляла 40—50%. В среду добавляли необходимые для роста минеральные соли (г/л):  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ —34,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ —1,7,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ —1,7. pH реакционной среды был равен 5,0. Общий азота определяли по методу Кьельдаля, а белок — при пересчете на коэффициент 6,25 ( $N \times 6,25$ ). Витамины, свободные и связанные аминокислоты определяли согласно методикам [8]. Электронно-микроскопические исследования проводили в электронном сканирующем и просвечивающем микроскопе «Jeol» и JSM-35 С (Япония).



Из данных, представленных в таблице, следует, что исследованные микроорганизмы различаются как по уровню образования белка, так и по способности к синтезу витаминов и аминокислот. Большинство штаммов рода *Fusarium* продуцирует заметные количества белка и других физиологически активных соединений. Наиболее активным в отношении синтеза белка является *Fusarium moniliforme* Т. Этот штамм синтезирует белок в количестве 20,8% и заметное количество витаминов группы В.

Обогащение отходов производства чайных концентратов белком и другими физиологически активными соединениями разных штаммов фузариев

Вид гриба, штамм	Содержание белка, % (N × 6,25)	Содержание связанных аминокислот, мг/г	Содержание свободных аминокислот, мг/г	Содержание витаминов, мкг/г			
				Никотиновая кислота	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>6</sub>
<i>Fusarium moniliforme</i> Т.	20,8	1,6	0,06	37,5	2,4	5,0	2,5
<i>Fusarium moniliforme</i> , шт. 2801	17,0	2,0	0,09	34,3	1,3	6,8	2,0
<i>Fusarium sambucinum</i> , шт. 52283	11,2	1,6	0,02	37,5	1,3	7,5	1,8
<i>Fusarium sambucinum</i> , шт. 52434	18,5	1,8	0,05	36,8	1,4	7,5	3,1
<i>Fusarium solani</i> , шт. 51	18,0	1,9	0,08	39,1	2,3	7,1	2,7
<i>Fusarium solani</i> Sp. (выделенный из микофлоры чая)	20,2	1,8	0,07	37,2	2,2	6,9	2,4
<i>Acremonium</i>	12,6	1,5	0,02	29,8	1,2	4,3	1,7

Примечание: содержание белка в контрольном субстрате составляло 7,5%.

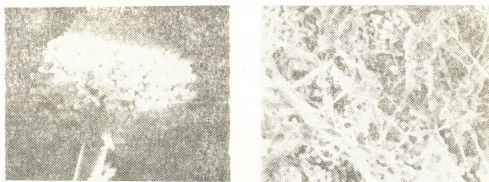
Наиболее существенным в отношении успешной реализации методов обогащения белком целлюлозо- и лигнинсодержащих субстратов является селекционирование специальных штаммов грибов. С этой целью из микофлоры чая нами была выделена чистая культура гриба *Fusarium solani*, адаптированная на чайное сырье.

Культуры мезофильных грибов рода *Fusarium* способны использовать в качестве источника питания разнообразные органические соединения, при этом отличаются быстрым ростом и образованием значительной биомассы [9]. В контрольном субстрате — отходах чайной промышленности содержатся витамины группы В в следующем количестве (мкг/г): В<sub>1</sub>—1,2; В<sub>2</sub>—5,6; В<sub>6</sub>—12,5; никотиновая кислота—43,7. Исследуемые микроорганизмы в процессе роста на отходах чайной промышленности расходуют определенное количество никотиновой кислоты и витамина В<sub>6</sub> самого субстрата. Наряду с этим, у грибов *Fusarium moniliforme* Т. и *Acremonium* обнаружено незначительное уменьшение содержания витамина В<sub>2</sub> в сравнении с контрольным субстратом. У остальных исследуемых грибов наблюдается синтез витаминов В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub>.

На рисунке дается иллюстрация роста *Fusarium moniliforme* Т. на листовой (а) и стеблевой (б) частях отходов чайной промышленности.

Ферментативная деградация полисахаридов происходит за счет воздействия полиферментных систем. В результате выращивания гриба рода *Fusarium solani*, выделенного из микофлоры чая, обнаружено изменение в функциональном составе лигнина. По-видимому, указан-

чий гриб, адаптированный на богатом фенольными соединениями чайном сырье, синтезирует комплекс ферментов, способных разрушить лигнин.



а б  
 Рис. 1. Микрофотография роста *Fusarium moniliforme* Т. на стеблевой и листовой частях отходов чайной промышленности: а — стебель с поверхности культивирования с сильным белым налетом гриба; б — лист из глубины культивирования с небольшим белым налетом гриба

Результаты исследования показывают целесообразность обогащения отходов производства чайных концентратов белком и другими физиологически активными соединениями путем поверхностного культивирования мезофильных грибов рода *Fusarium*. Одновременно решаются задача получения продукта кормового достоинства для его последующего использования в кормосмесях и проблема безотходного производства различных видов чая.

Всесоюзный научно-исследовательский институт чайной промышленности  
 Министерства пищевой промышленности СССР

Академия наук Украинской ССР  
 Институт микробиологии и вирусологии  
 им. Д. К. Заболотного

(Поступило 30.3.1984)

ბიოქიმიკა

თ. რამიშვილი, ლ. ზაკორდონეცი, რ. ბრეზუშკა, თ. ზაკორდონეცი,  
 დ. სურგანიძე

ჩაის მრეწველობის ცელულოზისა და ლიგნინის შემცველ ნარჩენებზე მეზოფილური სოკოების გაზრდის საშუალებით ცილისა და ფიზიოლოგიურად აქტიური შენაერთების სინთეზირების წარმოქმნა

რეზიუმე

შესწავლილია *Fusarium*-ის გვარის მეზოფილური სოკოების მიერ ცილისა და სხვა ფიზიოლოგიურად აქტიური შენაერთების სინთეზირების უნარი ცელულოზისა და ლიგნინშემცველი ჩაის წარმოების ნარჩენებზე.

დადგენილია ჩაის ნარჩენების გამდიდრების შესაძლებლობა ცილითა და სხვა ფიზიოლოგიურად აქტიური შენაერთებით. გამომუშავებული პროდუქტი შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს ცხოველთა საკვებ ნარევებში. ამასთან ერთად გადაიჭრება ჩაის ფოთლის უნარჩენოდ გადამუშავების პრობლემა.

## BIOCHEMISTRY

T. O. REVISHVILI, L. A. ZAKORDONETS, R. N. GREBESHOVA,  
O. A. ZAKORDONETS, D. A. SURMANIDZE

### THE PRODUCTION OF PROTEIN AND OTHER PHYSIOLOGICALLY ACTIVE COMPOUNDS BY GROWING MESOPHILIC FUNGI ON CELLULOSE AND LIGNIN-CONTAINING WASTES OF TEA INDUSTRY

#### Summary

The ability of mesophilic fungi of the species *Fusarium* to synthesize protein and other physiologically active compounds on the lignin-containing and cellulose wastes of tea industry has been studied. The feasibility of enriching tea wastes with protein and other physiologically active compounds by surface cultivation of mesophilic fungi has been demonstrated. The obtained product may be used in animal feed mixtures. This will solve the problem of tea leaf processing without wastes.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ферментативное расщепление целлюлозы. Под ред. А. И. Опарина, Р. В. Фениксовой. М., 1967, 115.
2. А. Г. Лобанок, В. Г. Бабицкая. Микробиологический синтез белка на целлюлозе. Минск, 1976, 230.
3. Г. К. Скрябин. Вестник АН СССР, № 3, 1979, 17—24.
4. N. Peitersen. Biotechnol. and Bioeng., 17, № 3, 1975, 361-374.
5. B. J. Macris, R. Kokke. Biotechnol. and Bioeng., 20, № 7, 1027-1035.
6. В. И. Билай, Л. А. Закордонец, Т. И. Билай, Г. Г. Микеладзе, Г. Б. Бравова, Е. Г. Мусич, Л. И. Пустовалова, Р. В. Хведелидзе. Микробиол. ж., 43, вып. 3, 1981, 336—341.
7. Т. О. Ревишвили. Бюлл. ВНИИЧП, № 36, 1982, 68—69.
8. Методы экспериментальной микологии. Справочник под ред. В. И. Билай. Киев, 1982, 550.
9. В. И. Билай. Фузари. Киев, 1977, 442.



ლ. ზრალაშვილი, ნ. სალუქვაძე

## ვაზის ზრავის გამომწვევის საინფექციო საწყისთან ბრძოლის ახალი მეთოდი

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ლ. ყანჩაველმა 26.2.1984)

ჩვენს რესპუბლიკაში უკანასკნელი 15 წლის მანძილზე მიმდინარეობს ვაზის ჭრაქის გამომწვევი სოკოს სრულიად სხვა კუთხით შესწავლა, რომლის შედეგებმაც საშუალება მოგვცა მოგვეჩინა მის მიმართ ბრძოლის ახლებური ტაქტიკა.

საყველთაოდ ცნობილია, რომ ყველა ცოცხალი ორგანიზმის დაავადებათა საინფექციო საწყისთან უფრო ადვილია ბრძოლა, თუ ზუსტად ვიცით ამ საწყისის არსებობა, ვიდრე მისი გამომჟღავნებისა და განვითარების პროცესში. ასევე ითქმის ვაზის ჭრაქის გამომწვევი სოკოს მიმართაც, მითუმეტეს, რომ ამ ბოლო წლებში დადგინდა დაავადების გამომწვევი სოკოს საინფექციო საწყისის არსებობა თვით მცენარეში.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, იმ სისტემური ფუნგიციდებით, რომლებიც არც თუ ისე დიდი ხნის წინათ შემოიტანეს ჩვენს რესპუბლიკაში, უმჯობესია ბრძოლა ჩავატაროთ სოკოს საინფექციო საწყისზე, მით უფრო, რომ სისტემური შხამები მცენარეში იჭრებიან და შინაგანად მოქმედებენ სოკოზე ღიფუზურად გადანაცვლების გზით.

ჭრაქის საინფექციო საწყისზე ცდები ჩავატარეთ სხვადასხვა ზონაში როგორც საპროვაკაციო ფონზე (ხელოვნურად შერჩეულ ჭრაქით ძლიერ დასენიანებულ ვაზეზე), ისე სანერგესა და მსხმოიარე ვენახში, შემოდგომაზე ყურძნის მოკრეფისთანავე ვაზეებს ვასხურებდით ფუნგიციდ მიკალის 0.7%-იან სუსპენზიას. მეორე წამლობას ვატარებდით გაზაფხულზე, კოკრების განცალკევების ფაზაში, მესამე წამლობას კი უშუალოდ ყვავილობის წინ (0,5%-იანი სუსპენზია). მეოთხე წამლობას ვატარებდით საჭიროების მიხედვით.

ასეთი სქემით შესხურებას საუკეთესო შედეგი აქვს.

შედეგი ნაკლები გეჭონდა, როცა შემოდგომაზე ვატარებდით ორ წამლობას, ხოლო გაზაფხულზე — 1 წამლობას.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ შემოდგომით ბრძოლა რთვლის დამთავრებისთანავეა საჭირო, რადგან ვაზის ფიზიოლოგიური პროცესების ძლიერმა შენელებამ, ერთის მხრივ, შეიძლება შეანელოს შხამის მცენარეში შეწოვა და გადაადგილება, მეორეს მხრივ, მოზამთრე კვირტების ჩამოყალიბებამ შეიძლება ხელი შეუწყოს მცენარეში სოკოს გადაზამრთების პროცესს, რაც, ცხადია, უარყოფით გავლენას მოახდენს დაავადების მიმართ ბრძოლის შედეგებზე.

ჭრაქის საინფექციო საწყისთან ბრძოლის შედეგები

№№	შსმითავე ვენახში	I აღრიცხვა	II აღრიცხვა	№№	სანერვეში	I აღრიცხვა	II აღრიცხვა
	ვარიანტი	ჭრაქის გავრცელება, %	ჭრაქის გავრცელება, %		ვარიანტი	ჭრაქის გავრცელება, %	ჭრაქის გავრცელება, %
1	პირველი წამლობა შემოდგომით 0,7%-იანი მიკალოთ მეორე წამლობა კოჩრების განცალკევების 0,5% მიკალოთ მესამე წამლობა უშუალოდ ყვავილობის წინ 0,5%-იანი მიკალოთ	3	17	1	პირველი წამლობა შემოდგომით 0,7%-იანი მიკალოთ მეორე წამლობა ჭრაქის გამოჩენის პერიოდში 0,5%-იანი მიკალოთ მესამე წამლობა საკოჩრების მიხედვით 1 თვის ინტერვალით	1	12,5
2	ორი წამლობა შემოდგომით 0,5%-იანი მიკალოთ ერთი წამლობა გაზაფხულზე ყვავილებზე კოჩრების განცალკევების პერიოდში 0,5%-იანი მიკალოთ	7	38	2	ნამუყუნე პირველი წამლობა ჭრაქის გამოჩენის პერიოდში მეორე წამლობა 1 თვის ინტერვალში 0,5%-იანი მიკალოთ	1,5	12
3	ეტალონი — სამეურნეო ნაყვით ექვსჯერ 1%-იანი ბორღლის სითხით პირველი წამლობა ვეგეტაციის დასაწყისში მოშდენი წამლობები 10—15 დღის ინტერვალში	12	24	3	ეტალონი — სამეურნეო ნაყვით 16—17 შესხურებული ცინებში და 1%-იანი ბორღლი სითხით	10	21
4	საკონტრილო — სრულიად შეესხურებული ვაზი	30	45	4	საკონტრილო — სრულიად შეესხურებული ვაზი	40	65

ქ. შარვაშიძის ქ. 9, საბჭოთა ქ.

სანერგეში შემოდგომით ბრძოლას ვატარებდით 0,7%-იანი მიკალის სუსპენზიით, ხოლო გაზაფხულზე ჭრაქის გამოჩენის პერიოდში 0,5%-იან სუსპენზიით. მესამე წამლობა შეიძლება ჩატარდეს იგივე კონცენტრაციით 1 თვის ინტერვალით.

ნამყენზე წამლობა ჩავატარეთ ჭრაქის გამოჩენის წინა პერიოდში 0,5%-იანი მიკალის სუსპენზიით. მეორე წამლობა — 1 თვის ინტერვალით. ხშირად, რწყვის შემთხვევაში უნდა დაემატოს მე-3 წამლობა იგივე კონცენტრაციის სუსპენზიით.

ეტალონად ცდებში აღებული იყო სამეურნეო ნაკვეთი: სანერგეში 16—17-ჯერ, ხოლო მსხმოიარე ვენახში ექვსჯერ შესხურებული მცენარეები (შესხურებას ვატარებდით ცინებით და 1% ბორდული სითხით).

საკონტროლო აღებული იყო სრულიად შეუსხურებელი ვაზები. აღნიშნული მეთოდით ბრძოლამ მოსალოდნელია საგრძნობლად შეამციროს ინფექციის მარაგი და ჭრაქთან ბრძოლა სრულიად გაამარტივოს.

ასეთი ღონისძიების ჩატარება მოგვეცემს დიდ ეკონომიკურ ეფექტს. ამასთან მას აქვს მთელი რიგი უპირატესობანიც.

საქართველოს სსრ სასოფლო-სამეურნეო წარმოების სახელმწიფო  
 კომიტეტის მებაღეობის, მევენახეობისა და  
 მელენეობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი

(შემოვიდა 1.3.1984)

ФИТОПАТОЛОГИЯ

Л. Г. ЧРЕЛАШВИЛИ, Н. Г. САЛУКВАДЗЕ

## НОВЫЙ МЕТОД БОРЬБЫ ПРОТИВ ИНФЕКЦИОННОГО НАЧАЛА ВЫЗЫВАЮЩЕГО МИЛЬДЮ ВИНОГРАДА

Резюме

Проведены опыты против инфекционного начала милдью винограда в условиях Грузинской ССР.

PHYTOPATHOLOGY

L. G. CHRELASHVILI N. G. SALUKVADZE

## NEW EVIDENCE ON THE STUDY OF *PLASMOPARA VITICOLA* BERE ET DE TONI INFECTION IN GEORGIA

Summary

New evidence is presented on the control of *Plasmopara Viticola* Bere et de Toni infection in Georgia.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Н. Найденова. Садоводство, виноградарство и виноделие. № 1, 1974.
2. Л. Т. Чрелашвили. Сообщения АН ГССР. 92, № 2, 1978.
3. ლ. ტრელაშვილი. საქართველოს სოფლის მეურნეობა, № 3, 1981.
4. Л. Т. Чрелашвили. Сообщения АН ГССР. 115, № 1, 1984.



О. А. БУАДЗЕ, С. В. ДУРМИШИДЗЕ (академик АН ГССР),  
А. В. АПАКИДЗЕ

## УЛЬТРАСТРУКТУРНЫЕ АСПЕКТЫ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ И ЛОКАЛИЗАЦИИ ГЕРБИЦИДА 2,4-Д В РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКЕ

Реакции растительных клеток, вызываемые чужеродными соединениями (ксенобиотиками), в настоящее время изучаются во многих аспектах [1].

Нами была поставлена цель изучить некоторые ультраструктурные аспекты передвижения и локализации гербицида 2,4-Д-1- $^{14}\text{C}$  в клетках апекса кукурузы сорта Аджаметис тетра. После 3- и 60-минутых инкубаций 7-дневных проростков в растворе гербицида 2,4-Д-1- $^{14}\text{C}$  с активностью 10 мкюри/мл (уд. активность 30 мкюри/г, 0,033%-ный раствор гербицида) корни промывались в проточной воде, и в дальнейшем материал подготавливался по обычной методике для электронно-микроскопического исследования. Выявление радиоавтографической метки проводилось модифицированным прямым методом с использованием тяжелых металлов [2]. Ультратонкие срезы, полученные на ультрамикротоме «Рейхерт», без последующего контрастирования просматривались в электронном микроскопе ЭВМ-100Л.



Рис. 1. Фрагмент клетки после 3-минутной инкубации в растворе гербицида 2,4-Д-1- $^{14}\text{C}$ . Меченые участки отмечаются в цитоплазме, ядре, ядрышке ( $\times 60 \cdot 10^3$ )

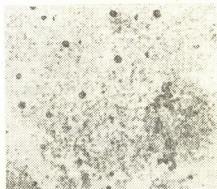


Рис. 2. Фрагмент цитоплазмы того же варианта. Метка в цитоплазме различной конфигурации и величины ( $\times 110 \cdot 10^3$ )

Анализ электронограмм показал, что уже через 3 мин инкубирования проростков кукурузы в растворе гербицида в клетках корней появляются меченые участки (рис. 1), имеющие различную конфигурацию и величину (рис. 2).

По полученным данным создается впечатление, что проникший в клетку гербицид или его метаболиты с большой скоростью устремля-



ются в первую очередь к ядру и ядрышку (рис. 1), что должно вызвать нарушение синтеза ответственных элементов клетки, а также синтеза и-РНК и белка [3], а сам факт связи ультраструктур клетки с молекулами гербицида указывает на их включение в цепь метаболических процессов.

У некоторых растений обнаружена способность поглощать гербицид 2,4-Д уже в первые минуты инкубации с последующей стабилизацией [4], причем процесс должен состоять из двух этапов: диффузии и преодоления плазмалеммы, т. е. должен проходить при активном участии макроэргических соединений [5].



Рис. 3. Фрагмент клеточной оболочки того же варианта. Прохождение меченого вещества из клетки в клетку ( $\times 90 \cdot 10^3$ )



Рис. 4. Фрагмент клетки после 60-минутной инкубации в растворе гербицида. Постепенный отток вещества от структур клетки в вакуолю ( $\times 80 \cdot 10^3$ )

Учитывая различия в конфигурации и величине меченых участков, их включение в отдельные цитоплазматические структуры, обнаруженные участки при переходе через плазмалемму из клетки в клетку (рис. 3), можно предположить, что уже через 3 мин инкубации происходит активное передвижение и метаболизация гербицида в клетках, которые тесно связаны с метаболическими реакциями последних.

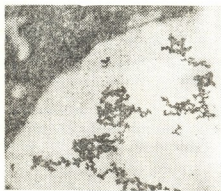


Рис. 5. Фрагмент клетки того же варианта. Метаболическая экскреция вещества в вакуолю ( $\times 60 \cdot 10^3$ )

При анализе микрофотографий срезов проростков кукурузы, инкубирующихся в растворе гербицида 2,4-Д- $^{14}\text{C}$  60 мин, выявляется передвижение части непрореагированного гербицида или его метаболита уже от уникальных структур клетки в вакуоли, где происходит основная локализация меченых участков (рис. 4, 5), т. е. отток или очи-

щение клеточных структур от токсического вещества, в чем большую роль должны играть детоксикационные механизмы самой клетки.

Полученные результаты согласуются с данными [6], показавшими, что в вакуолях локализуется более 50% метаболитов 2,4-Д, находящихся в клетках проростков ячменя, из которых 80% идентифицированы как гидроксильированные метаболиты гербицида и их О-β-Д-глюкозиды.

Следовательно, после воздействия вещества на клеточные структуры наступает стадия метаболической экскреции в вакуолю, где должна произойти дальнейшая утилизация ксенобиотика уже при помощи ферментативной системы самой вакуоли.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт биохимии растений

(Поступило 17.2.1984)

ციტოლოგია

ო. ბუაძე, ს. დურმიშიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ა. აპაიძე

ჰირბიციდ 2,4-D გადაადგილების და ლოკალიზაციის  
 ულტრასტრუქტურული ასპექტები მცენარეულ უჯრედში

რეზიუმე

სიმინდის ჯიშის — აჯამეთის თეთრას — ფესვის აპექსური ქსოვილის უჯრედებში 2,4-D-1-<sup>14</sup>C-ს გადაადგილების და ლოკალიზაციის საკითხის შესწავლამ გვიჩვენა, რომ სამწუთიანი ინკუბაციის დროს უჯრედში უკვე აღინიშნება მონიშნული უბნები 60 წუთის შემდეგ უჯრედის სტრუქტურული კომპონენტებიდან ნაწილი შეუცვლელი ჰერბიციდის და მისი მეტაბოლიტებისა მეტამოლური ექსკრეციის საშუალებით ლოკალიზდებიან ვაკუოლში, სადაც ხდება უცხო ნაერთის შემდგომი უტილიზაცია თვით ვაკუოლის ფერმენტატული სისტემის საშუალებით.

CYTOLOGY

O. A. BUADZE, S. V. DURMISHIDZE, A. V. APAKIDZE

## ULTRASTRUCTURAL ASPECTS OF HERBICIDE 2,4-D MOVEMENT AND LOCALIZATION IN PLANT CELLS

### Summary

While studying the movement and localization of 2,4-D-1-<sup>14</sup>C in cells of the apex tissue of maize roots of sp. "Ajametis Tetra", it was found that after 3 mins of incubation labelled regions are observable in the cells. After 60 mins a part of the unchanged herbicide or its metabolites from cell structural components is localized in vacuoles by means of metabolite excretion, where a further utilization of foreign compounds by means of the fermentative system of vacuoles takes place.



## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Метаболизм химических загрязнителей биосферы в растениях. Под ред. С. В. Дурмишидзе. Тбилиси, 1979.
2. D. K. Normandin. Trans. Amer. Micros. Soc., 93 (3), 1973, 381-398.
3. J. A. Zwaig, R. Brown. Nature, 200, 1968, 500.
4. Д. И. Чкаников, М. С. Соколов. Гербицидное действие 2,4-Д и других галоидфеноксикислот. М., 1973.
5. J. A. Sargent, G. E. Blackman. J. Exper. Bot., 21, 1970, 933.
6. А. Ю. Маковейчук, А. М. Макеев, Д. Д. Микитюк, Д. И. Чкаников. Цитология, 24, 5, 1982, 512—614.



М. Д. ГЕДЕВАНИШВИЛИ, Л. В. МУСХЕЛИШВИЛИ, М. Ш. МЕЛИКИДZE

### НЕЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ СЛЮННЫХ ЖЕЛЕЗ К ИЗОПРОТЕРЕНОЛУ КАК СЛЕДСТВИЕ СИСТЕМНОГО ДЕЙСТВИЯ ОПУХОЛИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Деканосидзе 17.1.1984)

В настоящее время интенсивно изучается проблема так называемого системного действия злокачественных опухолей, под которым подразумевается влияние последних на отдаленные органы и ткани, не затронутые непосредственно опухолевым процессом. Оказалось, что у опухоленосителей наблюдается ряд явлений, свидетельствующих преимущественно о понижении чувствительности различных физиологических систем к регуляторным факторам. В качестве примеров можно привести понижение чувствительности некоторых пролиферирующих эпителиев к ингибирующему влиянию адреналина [1, 2]. Далее, описаны изменение метаболических реакций клеток печени опухоленосителей, вызываемых гидрокортизоном и инсулином [3, 4], понижение чувствительности клеток аденогипофиза к эстрогенам и глюкокортикоидам [5], а также своеобразное изменение сократительной реакции матки на серотонин [6]. Анализ экспериментальных данных указывает на преимущественное изменение свойств соответствующих клеточных рецепторов у опухоленосителей.

В данной статье представлены результаты экспериментов, свидетельствующих об изменении чувствительности эпителиальных клеток к факторам, индуцирующим пролиферацию.

В качестве модели индуцированной пролиферации была избрана реакция секреторных клеток околоушной слюнной железы мыши, вызываемая бета-адреномиметическим агентом изопротеренолом. В частности, однократное введение препарата вызывает стимуляцию синтеза ДНК и соответственно повышение уровня митотической активности, причем максимум митозов наблюдается спустя 30 часов [7].

В настоящей работе изучали: а) чувствительность железистого эпителия слюнных желез опухоленосителей к изопротеренолу и б) степень специфичности системного действия опухоли. С этой целью сравнивали реакцию на изопротеренол слюнных желез у опухоленосителей и животных (не опухоленосителей) с подкожным очагом воспаления на острой и хронической стадиях. У контрольных (нормальных) животных по пролиферативной реакции слюнной железы изучали также антагонистическое взаимодействие изопротеренола и бета-адренолитика пропранолола.

Опыты были поставлены на белых беспородных мышках-самцах весом 25—30 г. Животным перевивали опухоли штаммов АРЭ, асцитной и солидной форм С-37 и С-180.

Специальной группе мышей с целью моделирования воспалительной реакции под кожу спины имплантировали фрагмент аллогенного хвоста. Опухоленосителям изопротеренол (170 мг/кг) вводили на 7—8-й день после перевивки, а мышам с воспалением — на 3-й или 10-й дни после имплантации кусочков хвоста. Контролем служила группа нормальных мышей, которым изопротеренол вводили в той же дозе. Препарат вводили внутривентрально или подкожно (в случае асцитных



опухолей) в 10 часов; части контрольных мышей предварительно вводили пропранолол (60 мг/кг). Околоушную железу фиксировали в спирт-формалине спустя 30 часов. За 4 часа до фиксации внутрибрюшинно вводили колхицин (4 мг/кг).

Парафиновые срезы окрашивали гематоксилин-эозином. Митотические индексы (МИ) определяли по количеству митотических фигур среди 3000 клеток.

Пролiferативная активность клеток околоушной железы незначительна. Введение изопротеренола вызывало резкое повышение МИ (до 11‰), т. е. примерно в 10 раз по сравнению с интактными животными (см. таблицу, рис. 1). В слюнных железах опухоленосителей

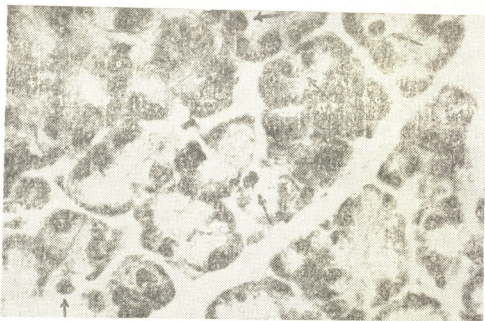


Рис. 1. Появление митозов в околоушной слюнной железе нормальных мышей в результате введения изопротеренола. Стрелками отмечены митотические фигуры (об. 60х, ок. 7х).

всех изученных штаммов реакция на введение изопротеренола отсутствовала (см. таблицу). В условиях воспаления МИ в результате введения изопротеренола повышался в такой же степени, как у нормальных животных. Реакция слюнной железы на введение изопротеренола оставалась одинаковой как в острой, так и в хронической стадиях воспаления (соответственно на 3-й и 10-й дни после импланта-

Отсутствие пролиферативной реакции клеток околоушной слюнной железы на введение изопротеренола у опухоленосителей

Контроль	Острое воспаление	Хроническое воспаление	АРЭ	С-37 асцитная	С-37 солидная	С-180 солидная
11,1±0,8*	9,2±0,9	8,6±0,6	1,0±0,1	0,7±0,1	1,3±0,1	0,2±0,1

Примечание: \* Средние величины МИ (‰) ( $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ ) для 8 животных спустя 30 часов после введения изопротеренола (170 мг/кг). МИ интактных животных = 1,0±0,1.

ции кусочков хвоста) (см. таблицу). Предварительное введение контрольным животным бета-адренолитического препарата пропранолола полностью выключало стимулирующее действие изопротеренола: МИ оставался равным примерно 1,0‰.



Исходя из вышеописанных результатов можно сделать следующее заключение: перевиваемые опухоли каким-то образом оказывают влияние на чувствительность железистых клеток к изопротеренолу, практически выключая пролиферативную реакцию на бета-адренергическую стимуляцию. Такое влияние опухолей отличается достаточно высокой специфичностью. Действительно, воспалительный процесс никак не влиял на пролиферативную реакцию клеток околушной железы, вызываемую изопротеренолом. В данной серии, как указывалось, чувствительность железистых клеток определялась на 3-й день воспаления с целью исключения возможного влияния медиаторов воспаления, образующихся в острой фазе процесса. Определение чувствительности обусловлено тем, что у животных с перевиваемыми опухолями чувствительность к изопротеренолу определялась примерно к данному сроку трансплантации опухолей. Следовательно, воспалительный процесс не оказывает дистанционного (системного) действия на клетки околушной железы ни в острой, ни в хронической фазе.

Чувствительность железистых клеток к изопротеренолу, по-видимому, обусловлена наличием в данных клетках функциональных систем типа бета-адренергических рецепторов. Такое предположение основано на том, что изопротеренол является достаточно специфическим агентом, взаимодействующим со всеми типами бета-адренорецепторов, и, с другой стороны, на указанных выше экспериментах по выключению стимулирующего действия изопротеренола известным бета-адренергическим агентом пропранололом. Выключение стимулирующего действия изопротеренола в слюнных железах крысы при помощи пропранолола описано ранее [8]. Следовательно, можно допустить, что понижение чувствительности железистых клеток мышцы к изопротеренолу обусловлено определенными изменениями структуры или функции бета-адренергических рецепторов.

В связи с этим следует отметить, что реакция на изопротеренол, обусловленная предположительно рецепторами бета-адренергического типа, по мнению некоторых авторов, не опосредована повышением концентрации внутриклеточного цАМФ, хотя последнее и наблюдается в железистых клетках под влиянием изопротеренола. Например, были установлены такие дозы бета-адренергических препаратов, которые предотвращают повышение уровня цАМФ при стимуляции изопротеренолом, но это не отражается на инициации синтеза ДНК в железистых клетках [9]. Таким образом, молекулярные механизмы бета-адренергической стимуляции клеточного деления в околушной слюнной железе требуют дальнейшего изучения.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт фармакохимии  
 им. И. Г. Кутателадзе

(Поступило 19.1.1984)

ციტოლოგია

ა. ზამბახიანი, ლ. მუსხელიანი, ა. მელიქიძე

იზოპროტერენოლის მიმართ მგრძობადობის დაკარგვა სანერწყვე  
 ჯირკვლევში, როგორც სიმსივნის სისტემური მოკმედავის შედეგი

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ სიმსივნის მატარებელ თაგვებში ქრება ყბაყურა სანერ-  
 წვევი ჯირკვლის სეკრეტორული უჯრედების პროლიფერაციული რეაქცია იზო-

პროტერენოლის შეყვანაზე. მგრძობებოლის დაკარგვა გამოწვეულია კანკეშ ან მუცლის ღრუში გადანერგილი ავთვისებიანი სიმსივნეების ზეგავლენით, ანთებითი პროცესი კი ასეთ მოქმედებას არ ახდენს. საეარაუდოა, რომ აღნიშნული მოვლენა აიხსნება ბეტა-ადრენერგული რეცეფტორების თვისებების შეცვლით.

## CYTOLOGY

M. D. GEDEVANISHVILI, L. V. MUSKHELISHVILI, M. Sh. MELIKIDZE

 INSENSITIVITY OF THE SALIVARY GLAND TO ISOPROTERENOL  
 AS A RESULT OF THE SYSTEMIC ACTION OF TUMOR

## Summary

The proliferative response of the secretory cells of the parotid salivary gland to isoproterenol could not be observed in tumor-bearing mice, while in normal mice a tenfold increase was usual. Inflammatory granuloma-bearing mice demonstrated sensitivity similar to normal mice. Apparently, lack of sensitivity in tumor-bearing mice is characteristic of tumor-host interaction. It is suggested that this is the consequence of alteration in the properties of the beta-adrenergic receptors of the secretory cells.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. А. Алов. *Вопр. онкол.*, 1, 6, 1955, 40—45.
2. И. А. Алов. *Очерки физиологии митотического деления клеток.* М., 1964.
3. V. S. Shapiro. *Cancer Res.*, 34, 1974, 1827-1828.
4. В. П. Шелепов, С. Я. Давыдова, В. С. Шапот. *Биохимия*, 43, 3, 1978, 539—544.
5. V. M. Dilman. In: *Mammary Cancer and Neuroendocrine Therapy.* Ed. B. A. Stoll. 1974.
6. М. Д. Гедевანიშვილი, Н. М. Гогитидзе. *Сообщения АН ГССР*, 103, № 2, 1981, 417—419.
7. R. Baserga. In: *"Proliferation and Spread of Neoplastic Cells"* Baltimore, 1968.
8. C. A. Schneeyer. *Proc. Soc. Exptl. Biol. Med.*, 131, 1969, 71-75.
9. J. P. Durham *et al.* In: *Control of Proliferation in Animal Cells.* N. Y., 1974.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

О. М. ХАРДZEИШВИЛИ

РАСТРОВАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОСКОПИЯ СЛИЗИСТОЙ  
ОБОЛОЧКИ КИШЕЧНИКА В ТЕРМИНАЛЬНОМ И  
ПОСТРЕАНИМАЦИОННОМ ПЕРИОДАХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Деканосидзе 24.12.1984)

Исследования последних лет в области реаниматологии подтверждают факты значительного повреждения кишечника при терминальных состояниях и после оживления организма. Эти повреждения установлены макро- и микроморфологическими (гистологическими, гистохимическими электронно-микроскопическими) методами исследования [1—10]. Несмотря на это, до сих пор в литературе отсутствуют сведения о тонких структурных изменениях поверхности слизистой оболочки кишечника и ее образованиях в процессе умирания организма от кровопотери и после его оживления. Данные о структуре поверхности слизистой кишечника при вышеназванных состояниях в основном констатированы макроскопическими описаниями, характеризующими поздние и более грубые повреждения кишечника. Большую перспективу в этом отношении открыла растровая электронная микроскопия (РЭМ) [9, 11, 12].

Целью настоящего исследования являлось изучение стереоморфологических особенностей поверхности слизистой оболочки различных отделов тонкого кишечника в терминальном периоде и после оживления организма.

Эксперименты проводили на беспородных собаках (35 животных) весом 10—12 кг. Терминальный период (клиническая смерть длилась 3 мин) вызывали однократным свободным кровопусканием из бедренной артерии. Для оживления животных применяли внутриартериальное нагнетание собственной артериальной крови, искусственное дыхание, наружный массаж сердца, а при необходимости — его электрическую дефибрилляцию. Кусочки размером  $1,0 \times 0,5$  см для РЭМ брали из средней трети двенадцатиперстной, тощей и подвздошной кишок и после тщательного промывания в физиологическом растворе помещали в 2%-ный раствор формалина на физиологическом растворе. Затем образцы высушивали, напыляли золотом и просматривали в РЭМ фирмы «Оптон».

Результаты исследования показывают, что в контроле поверхность слизистой оболочки кишечника на всем протяжении покрыта сопочковидными выступами — ворсинками (рис. 1,А), имеющими неровную, складчатую поверхность, разделенную бороздами разной глубины, и напоминающими в целом поверхность тутовой ягоды (рис. 1,Б,В). Более глубокие борозды, расположенные циркулярно у основания ворсинок, кажутся образованными вследствие закручивания ворсинок вокруг собственной оси (рис. 1, Б1, В4). Поверхность ворсинок покрыта пента- и гексагональными энтероцитами. Между энтероцитами разбросаны небольшие «дырочки», окруженные названными клетками и создающие впечатление розеток (рис. 1, В3, Г3, Д1). Эти «дырочки» соответствуют опорожненным бокаловидным энтероцитам или лопнувшим, отжившим, разрушенным клеткам. На верхушке ворсинок видна зона физиологического разрушения и отторжения эн-



тероцитов (рис. 1, В2). На поверхности ворсинок и между ними имеется тонкий слой слизи (рис. 1, Б2).

После клинической смерти, длившейся 3 мин, вышеописанная форма и особенности поверхности ворсинок меняются. При больших увеличениях видно начало диссоциации энтероцитов (рис. 1, Г1, Д2) и расширение зоны отторжения энтероцитов на верхушке ворсинок (рис. 1, Е1). Поверхности энтероцитов становятся более округлыми и выбухают в сторону просвета кишечника. На поверхности некоторых энтероцитов отмечаются трещины (рис. 1, Г2).



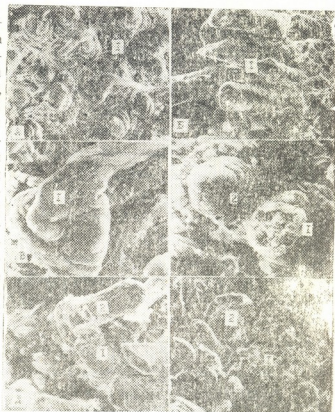
Рис. 1. Поверхность слизистой оболочки кишечника в норме и после 3-минутной клинической смерти: А — поверхность нормальной слизистой оболочки тощей кишки — 1 (X100); Б — поверхность отдельных нормальных ворсинок тощей кишки — 1, прослойки слизи — 2 (X200); В — верхушка нормальной ворсинки тощей кишки — 1, зона физиологического отторжения клеток — 2, розеткообразное расположение энтероцитов вокруг места выпадения энтероцита — 3 (X500); Г — поверхность бокового отдела ворсинки с набухшими пента- и гексагональными энтероцитами — 1, трещины на поверхности энтероцитов — 2, выпавший, некротизированный энтероцит — 3 (X1500); Д — розеткообразная структура — 1, расширение межклеточных пространств — (X2500); Е — расширение зоны дезпителизации на верхушке ворсинки — 1 (X300)

На 30-й мин после оживления во всех отделах тонкого кишечника отмечается оголение групп ворсинок. Через 1 час после оживления эти изменения уже охватывают большинство ворсинок. По истечении 6—12 часов после оживления почти все ворсинки оголены и лишены эпителиального покрова (рис. 2, А, Б1). Пространства между ворсинками заполнены обширными пластами энтероцитов (рис. 2, А1). Через 24 часа после оживления вместе с оголенными ворсинками выявляются отдельные деформированные, вытянутые, размягченные, лишенные эпителиального покрова и изъязвленные ворсинки (рис. 2, В, Г1, 2). Через 48 часов после реанимации встречаются некротизированные и частично «ампутированные» ворсинки (рис. 2, Д1, 2) и поля, лишенные ворсинок (рис. 2, Е1).

Полученные результаты показывают, что при клинической смерти, длящейся 3 мин, после свободного кровопускания из бедренной артерии во всасывающем аппарате слизистой оболочки тонкого кишечника развиваются изменения, проявляющиеся отеком ворсин с ослаблением в их поверхности межклеточных связей. Однако по истечении времени, включая 48 часов после реанимации, патологические изменения характеризуются разнонаправленностью: в течение 12 часов реанимации степень тяжести и распространения патологических процессов прогрессирует, к 24 часам после реанимации она достигает максимума и характеризуется универсальной дезпителизацией с «оголением» верхних почти 2/3 всех ворсин. Затем к 48 часам после реанимации в подав-

ляющем большинстве ворсин эпителизация начинает восстанавливаться, тем не менее, в некоторых участках некробиотические изменения прогрессируют, усугубляются, за дезэпителизацией следуют некроз и полное отторжение ворсин с образованием микроэрозий.

Рис. 2. Изменение поверхности слизистой оболочки тонкого кишечника после реанимации: А — дезэпителизованные ворсинки подвздошной кишки после 12 часов реанимации, отслоившиеся пласты энтероцитов—1 ( $\times 100$ ); Б — оголенные ворсинки тощей кишки после 12 часов реанимации—1 ( $\times 300$ ); Г — эрозия ворсинки—1, дезэпителизованная ворсинка подвздошной кишки после 24 часов реанимации—2 ( $\times 300$ ); Д — частичная ампутация некротизированной части «оголенной» ворсинки подвздошной кишки—1, начало ампутации ворсинки—2 после 24 часов реанимации ( $\times 100$ ); Е — эрозия—1, оголение—2 ворсинок слизистой двенадцатиперстной кишки после 48 часов реанимации



Анализируя результаты исследования, можно предположить, что распространенная универсальная дезэпителизация с «оголением» ворсинок является результатом нарушения микроциркуляции, отека подэпителиальной субстанции, возникшего еще в терминальном периоде. В связи с отеком эпителиальные пласты теряют связь с базальной мембраной и под воздействием механических и химических факторов отслаиваются. Несмотря на большую распространенность дезэпителизации ворсинок, в силу высокой регенераторной способности эпителия слизистой оболочки кишечника уже со 2-х суток постреанимационного периода энтероциты начинают регенерироваться и происходит частичное покрытие ворсинок новообразованными клетками. Однако это наблюдается в тех ворсинках, в которых после реанимации происходит восстановление микроциркуляции и остов ворсинок сохраняет жизнеспособность. В тех участках же, где нарушение микроциркуляции стабилизируется, оно носит необратимый характер: в связи с развитием эритроцитарных тромбов (микротромбозов) некробиотические изменения ворсинок, начавшиеся в терминальном периоде, заканчиваются некрозом и образованием микроэрозий. В дальнейшем при благоприятном исходе реанимации, по всей вероятности, микродефекты тоже рубцуются и наступает восстановление слизистой оболочки тонкого кишечника с дефицитом количества ворсинок.

Тбилисский государственный  
 медицинский институт

(Поступило 29.12.1984)

ო. ხარდზეიშვილი

ნაწლავის ლორწოვანი ბარსის რასტრული ელემენტონული  
 მიკროსკოპია ტერმინალურ და პოსტრეანიშაიციულ პერიოდებში  
 რეზიუმე

შესწავლილია ძაღლების წვრილი ნაწლავის ლორწოვანი გარსის ზედაპირის სტერეომორფოლოგიური თავისებურებანი ტერმინალურ პერიოდში (კლინიკური სიკვდილის მე-3 წუთი) და რეანიშაციის შემდგომ 0,5; 6; 12; 24 და 48 საათებზე. დადგენილია, რომ ლორწოვანი გარსის ზედაპირის დაზიანება იწყება ტერმინალურ პერიოდში, რომელიც უფრო მძიმე ხასიათს იძენს უახლოეს პოსტრეანიშაიციულ პერიოდში. აღრეული ცვლილებები ენტეროციტების შესივების, დისოციაციის, დესტრუქციის და ხაობის დეპოთელიზაციის სახით ატარებს უნივერსალურ ხასიათს.

## EXPERIMENTAL MEDICINE

O. M. KHARDZEISHVILI

SCANNING ELECTRON MICROSCOPY OF THE MUCOUS MEMBRANE  
 OF THE INTESTINE IN THE TERMINAL AND POSTRESUSCITATION  
 PERIODS

## Summary

The stereomorphological peculiarities of the dog's mucous membrane of the small intestine have been studied by the scanning electron microscope in the terminal period (the third minute of clinical death) and within 0.5, 6, 12, 24 and 48 hours after resuscitation.

The lesioning of the mucous membrane was found to start in the terminal period, assuming a grave character in the near postresuscitation period. Early alterations in the form of swelling of enterocytes dissociation, destruction and deepithelization of villi are of universal nature. The necrosis of the villi group and amputation, producing defects of the mucous membrane, is of focal nature, being manifested within 24-48 hours of resuscitation.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ф. Н. Казанцев, А. А. Назимов. Всероссийский съезд анестезиологов и реаниматологов. Красноярск, 1981, 54—55.
2. В. К. Кулагин. Патологическая физиология травмы и шока. Л., 1978, 125—129.
3. Н. К. Пермяков. Основы реанимационной патологии. М., 1979, 254—255.
4. О. М. Хардзейшвили. Тез. докл. VII Всесоюзного съезда патологоанатомов. Ташкент, 1983, 411—512.
5. О. М. Хардзейшвили. Материалы VI научной конференции ЦНИИ Тбилисского ГИУВ. Тбилиси, 1984, 245.
6. O. Haglund, O. Lundgren. Acta Chir. Scand, 143, № 3, 1977, 139-143.
7. R. C. Lillehei, L. D. MaLean. Ann Surg. № 4, 1958, 446-452
8. T. Manabe, T. Suzuki, J. Honjo-Surger. 81, № 4, 1977, 446-452.
9. E. Pachale, A. Hermann, H. Henrich. Pflung Arch., 1977, 368.
10. Ю. Шутеу и др. Шок. Бухарест, 1981, 391—339.
11. M. N. March. Recent Advances in Gastroenterology Scand. edition, 1972, 81-136.
12. H. Mullärniemi. I. Nickels-Virchows Arch. Pathol. Anat. and Histol, 385, № 3, 1980, 343-350.



УДК 413.0

ენათმეცნიერება

ბ. ცხადაძე

**ნა- და ნა-—აჰ, ნა-—ეჰ აზიქსებით ნაწარმოებ სახელთა  
შრტიმერთიმპარტეზისათვის ძველ ქართულში**

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ს. ჯიქიამ 27.1.1984)

ქართულ ენას საშუალება აქვს საგანი ან მოქმედება დაასახელოს იმის მიხედვით, თუ რას წარმოადგენდა იგი წინათ, ან როგორი ვითარება ახასიათებს მას წინანდელთან შედარებით [1, გვ. 78]. საამისოდ საგანს (ან მოქმედებას) მოეპოვება საწარმოებელი აფიქსები: **ნა-** (ნა-დგომ-ი, ნა-დგამ-ი...), **ნა-—არ//ნა-—ალ** (ნა-წისქვილ-არ-ი, ნა-ტერფ-ალ-ი), **ნა-—ეჰ** (ნა-ყან-ეჰ-ი, ნა-ვენახ-ეჰ-ი.), **ნა-—აჰ** (ნა-ბელლ-აჰ-ი), რომლებიც ერთი ფუნქციის მქონენი არიან.

წარმოდგენილი აფიქსები გამოხატავენ ყოფილობას ანუ წარსულ დროში ჩადენილ მოქმედებას. აქედან საგანზე (ან წარსულ დროში მომხდარ მოქმედებაზე) მიგვიანიშნებს **ნა-** თავსართი, რომლის ფუნქცია კარგად ჩანს ენებითი გვარის მიმღობებში: **ნა-ჭერი-** ნ ა ჰ ე რ ი აღთქუმისა კორცთა ზედა თქუენთასა არა ჰყოთ (მცხეთ, ხელნ. ლევ. 259, 27); **ნა-სკვ:** წვამან შენმან განჰქსნა ნასკვ იგი უსამართლოებისად (სწავლ. 64, 12); სპეციალურ ლიტერატურაში შენიშნავენ, რომ **-აჰ-იან** და **-ამ-იან** ზმნებში, **ნა-** პრეფიქსის დართვისას, **-აჰ** და **-ამ** შეიცვლება **-ეჰ-ად** და **ემ-ად**; **ნა-მალ-ეჰ-ი**, **ნა-მარხ-ეჰ-ი**, **ნა-მუსრ-ეჰ-ი**, **ნა-პარ-ეჰ-ი**, **აღნა-თქუ-ემ-ი** და მისთ. **-აჰ** დარჩება იმ შემთხვევაში, თუ ფუძეშია **ე:** **ნა-ტყუენ-აჰ-ი**. ა. შ ა ნ ი ძ ი ს აზრით, ამგვარად ნაწარმოები მიმღობანი არსებითი სახელებს ეკედლებიან. შეიძლება ამას დავსძინოთ, რომ ამგვარადევა ნაწარმოები „მგელ“ სახელისაგან **ნა-მგლ-ეჰ-ი** (მგლისაგან კბილ-გაკრული) [2, გვ. 139—140; 3. გვ. 594]. ი. ი მ ნ ა ი შ ვ ი ლ ს აზრითაც, **აჰ-იანი** და **-ამ-იანი** ზმნებისაგან **ნა-** პრეფიქსით ნაწარმოებ მიმღობებში საქმე გვაქვს დისიმილაციის განსაკუთრებულ სახეობასთან: **ნა-მარხ-ეჰ-ი** (←**ნა-მარხ-აჰ-ი**), **ნა-მუსრ-ეჰ-ი** (←**ნა-მუსრ-აჰ-ი**), **აღ-ნა-თქუ-ემ-ი** (←**აღ-ნათქუ-ამ-ი**) [4, გვ. 77—78]. ავტორი ამ პროცესს ამგვარად ხსნის: „აქ ჩვენ საქმე უნდა გვქონდეს რეგრესულ დისიმილაციასთან ზემოთ მოყვანილი მაგალითების ერთ ნაწილს ფუძის მარცვალში აქვს ა (მალ, მარხ, პარ...), სხვებს — ო (ზორ). უ (მუსრ, კუთ). ზოგჯერ ფუძე უმარცვლოა (თქუ, სხლ). **-აჰ**, **-ამ** სუფიქსების დართვისას პირველი წყების მაგალითებს, სულ მცირე, სამსავე მარცვალში ა ექნებოდათ. **ნა-მალ-აჰ**, **ნა-მარხ-აჰ**, **ნა-პარ-აჰ**, **ნა-ძარცუ-აჰ**... ხოლო თუ ფორმას წინ სათანადო ანიანი ზმნისწინი დაემატებოდა, ახალ ლექსში ოთხივე (ხუთივე) მარცვალი ახსანი იქნებოდა: **და-ნა-მალ-აჰ**, **და-ნა-მარხ-აჰ**. აი ანების ამგვარი თავმოყრის ასაცილებლად უკანასკნელი მათგანი განმსგავსება პირველთა და ე-დ იქცევა (**ნა-მალ-ეჰ**, **ნა-მარხ-ეჰ**). არსებითად ამავე მიზეზის გამო ხდება დისიმილაცია სხვა შემთხვევებშიც: **აღ-ნა-თქუ-ემ-ი**; **ნა-სხლ-ეჰ-ი**... [4, გვ. 81]“. როგორც ჩანს, ავტორი გამოყოფს **ნა-**, **ნა-—აჰ**, **ნა-—ეჰ**, **ნა-—ამ**... წარმოებას, თუმცა მკვლევარი საერთოდ არაფერს ამბობს **-აჰ**, **-ეჰ-**, **-ამ**, **-ემ**... ელემენტების რაობაზე და მხოლოდ მათი „სუფიქსის“ მოხსენებით კმაყოფილდება. თუ პატივცემული მკვლევარის აზრს გავიზიარებდით, ამ შემთხვევაში რეგრესული დისიმილაცია კი არა, არამედ პროგრესული დისიმილაცია გვე-



ქნებოდა: ნა-მალ-ავ-ი→ნა-მალ-ევ-ი...: მაგრამ აქ დისიმილაციასთან საქმე არაა. აქ ქეს, რადგან -ევ-, -ავ-, -ემ-, -ამ-, დამოუკიდებლად არსებობს I სერიის ზმნურ ფორმებსა და მასდარში (არჩევს, აკურთხევს, ძლევს, თვლებს, ცემს... კურთხევა, ჩუქევა, ძლევა, თვლება, ცემა...) და მიმღობებში (სა-სუ-ემ-ელ-ი, სა-სუ-ამ-ი, სა-სუ-ამ-ად-ი, მო-ღვ-ამ-ი...). ამ ნიშნებთან დაკავშირებით ლ. კიკნაძე წერს: „ამ თემის ნიშანი ამოსავალი -ემ სუფიქსისათვის: ი ნმოვანმა გამოიწვია -ამ სუფიქსის ხმოვნის შეცვლა. მას იმდენი ძალა არ ჰქონია, რომ ა სულ დაეკარგა, მაგრამ დამსგავსებით მაინც დაუმსგავსებია: -ამ-ღ-ემ-ღ (განასხ-ამ-ღ-ი-თ→განასხ-ემ-ღ-ი-თ). მართალია, უწყვეტის I—II პირისა და I ბრძანებითის II პირის მხოლოდითის ფორმებში -ემ მაშინაც გვხვდება, როცა ღს შემდეგ ი არ ჩანს (განასხ-ემ-ღ), მაგრამ ესეც აიხსნება: მრავლობითში ი ყოველთვის არის და მხოლოდითშიც გვხვდება და რაკი I—II პირის მხოლოდითისა და მრავლობითის ფორმებზე ჩვეულებრივ ერთმანეთისაგან მხოლოდ თ სუფიქსით განსხვავდებიან და სხვა მხრივ ისინი ერთმანეთს ჰგვანან... განასხ-ემ-ღ.. ფორმებში ემ-ის გამოვლენა უმთავრესად განასხ-ემ-ღ-ი-თ... ფორმების გავლენის შედეგია“ [5, გვ. 340]. საქმე ის არის, რომ -ემ, ისევე როგორც -ევ, არქაული სუფიქსია. იგი ისეა შეზღოვებული ზმნურ ძირს, რომ ზოგჯერ მისი გამოყოფა კირს. შდრ. თვალი — თვლ-ემ-ს, წა-თვლ-იმ-ა [6, გვ. 230]. ვ. თ. თ. უ. რ. ი. ა შინავანი რეკონსტრუქციის გზით აღადგენს -ემ სუფიქსს ისეთ ზმნურ ფორმებში, როგორიცაა: ბრ-მები- \*დაბარებ- \*ღარწევმღ, ბრ (-ბარ), რაც დაცულია სიტყვებში ბრ-ეც-ა, ბრ-ეტ-ა; წყმ-დები- \*წარწყემღ, აღ-ნა-თქუ-ემ-ი [7, გვ. 971]. ამ უკანასკნელი მთავრობის არსებობაში ეჭვი უსაფუძვლოდ შეაქვს ლ. კიკნაძეს [5, გვ. 34]. „აღნათქუემი“ ძველი ქართლის ტექსტებში „აღ-ნათქუამის“ პარალელურად გვხვდება. როგორც არნ. ჩიქობავა აღნიშნავს, „ნამყო უსრულის ჩვენება, მიმღობის ფუძე, ყავ-, გავ-ფუძეთა სუბიექტური ფორმები მოწმობენ, რომ აწმყოს ფუძეში -ავ და -ამ სუფიქსები მეორეულია; მათ ნაცვლად ძველ სალიტერატურო ქართულ ენაში -ევ და -ემ სუფიქსები უნდა გვეჩონოდა. მაშასადამე, აღდგება თესვეს, კითხვეს... სუემს, აბემს, ითქუემს, ისევე როგორც გვაქვს ცემს, თულებს... [8, გვ. 139—134]. აქვე დაძვენთ, რომ ქართულში მასდარულ ფორმებში კომპლექსები ფორმულით — ძირისეული თანხმოვანი + ვ ან ძირისეული თანხმოვანი + მ (ნაბ-ავ-ს→ნაბ-ვა-ა, ა-ბ-ამ-ს→-ბ-მ-ა) მეორეულ მოვლენადაა მიჩნეული [9, გვ. 155]. ამრიგად, რადგან ამ თემის ნიშანი კათავს მასდარში თემის ნიშნისეულ ა ელემენტს, ხოლო -ემ თემის ნიშანი სრული გახმოვანებითაა წარმოდგენილი მასდარში, უფლება გვაქვს -ამ და -ემ (ისევე როგორც -ავ და -ევ) ორი სხვადასხვა დიალექტის კუთვნილებად მივიჩნიოთ. აწმყოსა და ნამყო უსრულში არსებული -ავ-, -ევ-, -ამ-, ემ სუფიქსების გვერდი-გვერდ ხმარება იმაზე მიუთითებს, რომ ეს ორი ნაკვთი ისე გარჩეული არ იყო ერთმანეთისაგან, როგორც ეს დღევანდელ ქართულში გვაქვს [10, გვ. 217].

მაშასადამე, ძველ ქართულში აღრინდელად უნდა მივიჩნიოთ -ნა-პრეფიქსული წარმოება, შემდეგ იგი ერთვის თემატურ ნიშნიან ფუძეს და ვითარდება ნა-—-ევ პრეფიქს-სუფიქსური წარმოება, სადაც -ევ თემის ნიშანი წარმოშობით გადმოყოლილია აწმყოს ნაკვთიდან. მაგ. ნა- ბიჰ-ი: ნა ბ ი ჰ ი ტაბლისაგან და ნარცხი ქოთნისაჲ ესე კმა ეყოფოდა (კიმ. I. 206, 7—8); შდრ. ნა-ბიჰ-ევ-ი: და კრებდეს ნა ბ ი ჰ ე ვ ს ა ტაბლასა ჩემსა ქუეშე (მცხეთ. ხელნ. მსაჯ. 465,7); შემდგომში ეს წარმოება მიმღობიდან არსებით სახელებზეც გავრცელდა. ე. ი. ნა-—-ევ წარმოება ძველ ქართულში დასტურდება როგორც სახელებში, ისე მიმღობაში. შდრ. ნა-მგლ-ევ-ი, ნა-მუსაქ-ევ-ი, ნა-ლუარ-ევ-ი;



ნა-ბაკ-ევ-ი; ნა-წლ-ევ-ი... ერთი მხრივ, და მეორე მხრივ: ნა-ზორ-ევ-ი; ნა-მალ-ევ-ი, ნა-მუსრ-ევ-ი, ნა-სხლ-ევ-ი, ნა-თქუ-ემ-ი, ძველი ქართულის დონეზე ამ უკანასკნელ ფორმებში გამოიყოფა არა ნა-—ევ, არამედ მხოლოდ ნა, რადგან ნა-მალ-ევ, ნა-პარ-ევ... ეყრდნობა აწმყოს ნაკეთთა ფუძეს: მალევ (მალევდა...). ახალ ქართულში კი ნა-—ევ წარმოება აუცილებლად უნდა გამოიყოს, რადგან იგი უკვე გაგებულა მანარმოებელ სუფიქსად და არა თემის ნიშნად. მაგ., ნა-კარნახ-ევ-ი (შდრ. -უკარნახ-ებ-ს ნა-კარნახ-ებ-ი).

რაც შეეხება ნა-—ავ აფიქსურ წარმოებას, იგიც ძველ ქართულში იღებს სათავეს: ნათესავ (შდრ. სვან. ნა-თ-ი „ნათესავი“) ნალესავ, ნატყუენავ, ნალელავ და მისთ. სიტყვებში, ყოფილობის მანარმოებლად გამოიყოფა მხოლოდ ნა პრეფიქსი; ხოლო -ავ თემის ნიშანია. ნაკერპავ, ნამეტნავ||ნამეტავ, ნამეცეცავ, ნა-ძულ-ავ ფორმებში კი, რომლებიც ნაწარმოებია არსებით სახელთაგან, შესაძლებლად მიგვაჩნია ნა-—ავ აფიქსების გამოყოფა, სადაც -ავ, რომელიც წარმოშობით თემის ნიშანია, ასეთ შემთხვევებში თემის ნიშნად აღარ გაიგება. იგი გადააზრებულია და ნა'სთან ერთად სხვა მნიშვნელობა მიუღია — გადმოეცა ყოფილობის გაგება.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ენათმეცნიერების ინსტიტუტი.

(შემოვიღა 27.1.1984)

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

Б. А. ЦХАДАДЗЕ

К ВОПРОСУ ОБ ОТНОШЕНИИ ИМЕН, ОБРАЗОВАННЫХ  
С ПОМОЩЬЮ АФФИКСОВ *na-* И *na-* ---*av*, *na-* ---*ev*  
В ДРЕВНЕГРУЗИНСКОМ ЯЗЫКЕ

Резюме

Аффиксы *na-*, *na-*---*av*, *na-*---*ev* в древнегрузинском языке служат для выражения прошедшего действия. Самым старым из них является префикс *na-* (*na-texi* «кусок, отломок», а *na-*---*av*, *na-*---*ev* более позднего образования, где *-av* и *ev* являются по происхождению тематическими показателями, заимствованными из ряда настоящего времени.

LINGUISTICS

B. A. TSKHADADZE

CONCERNING THE RELATION OF NOUNS DERIVED BY MEANS OF  
THE AFFIXES *na-* AND *na-*---*av*, *na-*---*ev* IN OLD GEORGIAN

Summary

In old Georgian the affixes *na-*, *na-*---*av*, *na-*---*ev* were used to express past action. Of them *na-* is the oldest (*na-texi* "piece, bit, fragment"), and *na-*---*av*, *na-*---*ev* are of later formation, the elements *-av*, *-ev* originally being thematic affixes borrowed from the present tense forms. This fact is well observable in the passive voice participial forms of the type : *na-mal-av-i*|| *na-mal-ev-i* "concealed", where only *na-* has derivational function. In the

course of time the thematic affixes *-av* and *-ev* have become fused with the prefix *na-*, this resulting in the prefix-suffixal formation of the type *na---av*, *na---ev*, e. g.: *na-k̄er̄p̄-av-i* "place where once an idol stood", *na-bič̄-ev-i* (cf. *na-bič̄-i*) "bread crumb".

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ა. შანიძე. ქართული ენის გრამატიკა, I, მორფოლოგია, თბილისი, 1955.
2. ა. შანიძე. ძველი ქართული ენის გრამატიკა, თბილისი, 1976.
3. ა. შანიძე. ქართული გრამატიკის საფუძვლები, I, მორფოლოგია, თბილისი, 1953.
4. ი. იმნაიშვილი. ქართული ენის ისტორიული ქრესტომათია, I, ნაწ. II, თბილისი, 1971.
5. ლ. კიკნაძე. თსუ შრომები, XXX b—XXXVI b, 1947.
6. ვ. თოფურია. თსუ შრომები, III, 1936.
7. ვ. თოფურია. საქ. სსრ მეცნ. აკად. მოამბე, III, № 9, 1942.
8. არნ. ჩიქობავა. იკე, XIV, თბილისი, 1964.
9. ფ. ერთელიშვილი. იკე, XIV, თბილისი, 1964.
10. გ. მაჭავარიანი. იკე, XXII, თბილისი, 1980.





ბ. კვარაცხელია

ფუნქციური სტილისტიკის შესწავლის ზომადი საკითხების შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა არნ. ჩიქოვამ 15.6.1984)

1. ტრადიციული სტილისტიკა, რომელიც ენის სტილისტიკურ რესურსებს სწავლობს. აღწერითი ხასიათისა და ეფუძნება სინონიმის არსებობას ენაში. ბევრ თანამედროვე მკვლევარსაც სტილისტიკური შერჩევა ისეთ პროცესად მიაჩნია, რომელიც ერთი და იმავე შინაარსის სხვადასხვა ენობრივი საშუალებით გადმოცემის შესაძლებლობას ეყრდნობა. ამ თვალსაზრისისათვის დამახასიათებელია შემდეგი მსჯელობა: „...ერთი და იმავე ენის ორი შეტყობინება, რომელიც დაახლოებით ერთნაირ ინფორმაციას შეიცავს, მაგრამ რომელთაც განსხვავებული ენობრივი სტრუქტურები აქვთ, შეიძლება განიმარტოს როგორც სტილისტიკურად განსხვავებული“ [1]. არსებობს საპირისპირო მოსაზრებაც, რომელსაც ინფორმაციათა იდენტურობა საეჭვოდ მიაჩნია იქ, სადაც ამ ინფორმაციათა შემცველი გამონათქვამები სტილისტიკურად ერთმანეთს უპირისპირდება [2].

ფუნქციური სტილისტიკა, რომელიც თანამედროვე ეტაპზე წამყვან მიმართულებას წარმოადგენს, თავისი კვლევის ობიექტს არ შემოფარგლავს სტილურად შეფერილი ენობრივი ერთეულების აღნუსხვა-შესწავლით. მართალია, იგი ამ ერთეულებს ითვალისწინებს, მაგრამ მათ განიხილავს არა როგორც მუდმივ შეფერილ ელემენტებს (მორფემები, სიტყვები, სიტყვათა შეხამებანი), არამედ როგორც დინამიკურსა და ფუნქციური დანიშნულების მქონე ენობრივ საშუალებებს, მასთან, სტილისტიკის ეს ახალი მიმართულება წინ წამოწევს ენის ბუნებრივი ფუნქციონირების ობიექტური შესწავლის ამოცანას ადამიანთა ურთიერთობის სხვადასხვა სფეროში, სადაც ენობრივ ერთეულთა მიზანდასახული გამოყენება გაპირობებულია ისეთი ფაქტორებით, როგორცაა გამონათქვამის შინაარსი, კომუნიკაციის მიზნები, ტიპები, სიტუაციები და სხვ.

ამგვარად, სტილისტიკის ფუნქციური მიმართულება კი არ უპირისპირდება ტრადიციულს, არამედ მოიცავს მას, როგორც მეცნიერების განვითარების წინა ეტაპს.

2. ტერმინი „ფუნქციური“ ხშირად სხვადასხვა მხარესა და მნიშვნელობას უკავშირდება. ერთი მხრივ, იგი შეიძლება გულისხმობდეს ენის ფუნქციებს, ხოლო მეორე მხრივ, ენის ფუნქციონირებას ადამიანთა ურთიერთობის სხვადასხვა სფეროში.

ჯერ კიდევ ვ. ფ. ჰუმბოლდტიდან მომდინარეობს ფუნქციის იმგვარი გაგება, როცა ენობრივ საშუალებათა ფუნქციური დანიშნულების ცნება უკავშირდება ენობრივის მიმართებას არაენობრივ სინამდვილესთან. ანალოგიური მოსაზრება აქვს გამოთქმული ბოლშევიჩის მიერ [3]. როგორც ვხედავთ, მეტყველების ფუნქციური დიფერენციაციის პრობლემას გარკვეული ისტორია აქვს, თუმცა მისი დამუშავება შედარებით გვიან დაიწყო.

რაც შეეხება ენის ფუნქციებს, მათი მრავალფეროვნება სწორედ სამეცნიერო ურთიერთობაში ვლინდება. მართალია, ისინი ენის ძირითადი ფუნ-

ქციის — საკომუნიკაციო ფუნქციის — მოდელირება(1, მაგრამ დიფერენცირებული განხილვა სტილისტიკური კვლევისას მიზანშეწონილი ჩანს, თუმცა იმ გარემოების აუცილებელი გათვალისწინებით, რომ ზოგიერთი მათგანი (საკომუნიკაციო, ექსპრესიული, გნოსეოლოგიური...) ენობრივ სტრუქტურათა და გამოსახველ საშუალებათა საგანგებო შერჩევას არ მოითხოვს — ეს ფუნქციები ნებისმიერ სამეტყველო მოქმედებას ახასიათებს, განურჩევლად კომუნიკაციის მიზანდასახულების და პირობებისა. მეორე მხრივ, ალბათ უნდა შეიზღუდოს ფუნქციათა კლასიფიკაციის ისეთი დანაწევრებაც, სადაც დამოუკიდებლად განიხილავენ ემოციურ, მაგიურ, დიაკრიტულ, კონტაქტის, „მარკისა“ და სხვ. ფუნქციებს. ვინაიდან კონკრეტულ გამონათქვამთა თავისებურების აყვანა ენის ფუნქციის რანგში არა თუ ხელს უწყობს ფუნქციურ სტილთა დიფერენციაციას, არამედ, პირიქით, აძნელებს მათ გამოყოფას.

ნაყოფიერი ჩანს სტილისტიკის იმგვარი ფუნქციური ასპექტი, რომელიც მეორე გაგებას უკავშირდება. მართლაც, მეტყველების აქტის მიზანი სამეტყველო საქმიანობის ფარგლებს გარეთ ღვეს: სამეტყველო საქმიანობა არასამეტყველო საქმიანობას ემსახურება და ამით არის გაპირობებული(2).

3. თუ ტრადიციული სტილისტიკის თვალსაზრისით, სტილური მოვლენები და სტილთა კლასიფიკაცია უნდა ახსნილიყო საკუთრივ ლინგვისტური ბუნებიდან ამოსვლით, დღეს ექსტრალინგვისტური ფაქტორების ზეგავლენა ფუნქციური სტილის შექმნაზე უდავოდ მიაჩნიათ, თუმცა გარეენობრივი ფაქტორების სპეციალური თეორიული შესწავლა ახლაც ხშირად არალინგვისტურ საქმედ ითვლება (ამ აზრისა იყო ფ. დე სოსიურიც).

ექსტრალინგვისტური და ლინგვისტური ფაქტორების გამაერთიანებელი კონცეფციის უქონლობა პრინციპებისა და ნომენკლატურის ფორმულირებათა იმ არაერთგვარობის მიზეზია, რაც ნიშანდობლივია ფუნქციურ სტილთა კვლევის თანამედროვე ეტაპზე [6].

4. ექსტრალინგვისტურ ფაქტორთა შორის მკვლევართა ერთი ნაწილი ასახელებს სამეტყველო ურთიერთობის სიტუაციას, ფორმას, შინაარსს, კომუნიკაციის მიზანსა და იმ სოციალურ გარემოს, სადაც კომუნიკაცია ხორციელდება. გამოყოფენ მეორეულ ექსტრალინგვისტურ ფაქტორებსაც, რაც ბიულერის თეორიის ცნობილ სქემას ემყარება. ამავე სქემას უდებენ საფუძვლად რ. იაკობსონი და მისი მიმდევრები იმ ექვსი ფაქტორის მიმართებათა სისტემას, რომელთა მიხედვით განსაზღვრავენ ისინი ენის ფუნქციურ დიფერენციაციას [7]. სტილის მაწარმოებელ ფაქტორად მიაჩნია ა. გარდინერსაც მეტყველის მიმართების შედეგი კომუნიკაციის ისეთ ელემენტებთან, როგორცაა მსმენელი, მეტყველების საგანი და ენობრივი ინვენტარი [8].

მიმართებას მეტყველსა და ადრესატს შორის ე. წ. ინტერაქციის ფუნქცია გამოხატავს. იგი ითვალისწინებს ადრესატის პიროვნებას, ადრესატთა კოლექტივის ხასიათს, რამდენადაც ეს უკანასკნელი მოწოდების, დარწმუნების, გაფრთხილების, მართვის, ინსტრუქტირების მიზანს წარმოადგენს. საინტერაქციო ფუნქციის ტიპური მაგალითია პუბლიცისტური სტილი, თუმცა იგი მეტ-ნაკლებად სხვა ფუნქციურ სტილებშიც (ოფიციალურ-საქმეთა, სამეცნიერო, სასაუბრო...) ვლინდება.

5. ენის ფუნქციებზე დაყრდნობით ფუნქციურ სტილთა კლასიფიკაციის სიცხადე აკლია, ვინაიდან ურთიერთობის ამა თუ იმ სფეროში ფუნქციონირე-

(1) „ენის ძირითადი ფუნქციაა საკომუნიკაციო ფუნქცია (...). ყველა სხვა ფუნქცია (ეკრძოლ, ექსპრესიული...) საყრდენად და წინაპირობად საქმიანობებს საკომუნიკაციო ფუნქციისა“ [4].

(2) მეტყველების ეს ინტოლოგიური დახასიათება უდევს საფუძვლად როგორც სოციო-, ისე ფსიქოლინგვისტიკის წარმოშობას [5].

ბისას ენა ხშირად რამდენსამე ფუნქციას ასრულებს, რის გამოც ამ ფუნქციონირების შედეგი შეიძლება რამდენსამე სტილს განეკუთვნოს ერთდროულად.

სტილთა გამოყოფისას სიძნელეს ქმნის ექსტრალინგვისტურ ფაქტორთა სიმრავლე და სიჭრელე, რაც სპეციალურ ლიტერატურაშია (ჰაუსენბლასი, მისტრიკი, იელინეკი, ბრიკმანი, ვეიხმანი, კოჟინა, ტროიანსკაია...). განსხვავებულობა ამ ფაქტორთა ზემოქმედების ძალა. თუ ურთიერთობის მიზანი, საზოგადოებრივი სფერო და შინაარსი სტილის სპეციფიკას განსაზღვრავს, მთელი რიგი გარეენობრივი ფაქტორებისა ამ უნარს მოკლებულია. მართალია, ისინი გარკვეულ გავლენას ახდენენ მეტყველებაზე, მაგრამ უკეთეს შემთხვევაში სტილურად აფერადებენ არა რომელსამე ფუნქციურ სტილს, არამედ მის მხოლოდ ვარიანტს, ქვესტილს, ჟანრს ან ცალკეულ გამონათქვამს.

6. ზოგადი ფაქტორი, რომელიც ენის ფუნქციურ დიფერენციაციას იწვევს, ენის ფუნქციონირების ფაქტორია ადამიანთა საქმიანობის სხვადასხვა სფეროში. ეს სფეროებია სამეცნიერო, ოფიციალურ-საქმიანი, მასობრივი ინფორმაციისა და ყოფითი. თითოეულ მათგანს შესაბამისად ემსახურება სამეცნიერო ოფიციალურ-საქმიანი, პუბლიცისტური და სასაუბრო-საყოფიერო სტილი.

ზემოჩამოთვლილ სტილთაგან ყოველი (გარდა უკანასკნელისა) რთული კომპოზიციური სისტემაა, რომელიც ქვესტილების, სხვადასხვა უნარის და ქვეჯანრისგან შედგება. მასთან, სამეცნიერო, და განსაკუთრებით, პუბლიცისტური ტექსტების უმრავლესობას ავტორთა ინდივიდუალობის ნიშანი ატყვია. მაგრამ ნებისმიერ ფუნქციურ სტილს თავისი ქვესტილებისა და ჟანრებისათვის საერთო ენობრივი ნიშნები რომ არ ჰქონდეს, მისი გამოყოფა შეუძლებელი იქნებოდა. საერთო ქმნის ერთი ფუნქციური სტილის ფარგლებში მის სტილურ ხასიათს, ხოლო განსხვავებული ამავე ფარგლებში დანაწევრების საფუძველს იძლევა.

ფუნქციურ სტილთა შესწავლის დასაწყის ეტაპზე მიზანშეწონილი ჩანს იმ საერთოსა და ობიექტურის გამოვლენა, რის აბსტრაქციასაც წარმოადგენს ესა თუ ის ფუნქციური სტილი.

7. ფუნქციური სტილები საზოგადოებრივი ცხოვრების მოთხოვნილებებმა წარმოშვა. მრავალსაუკუნოვანი ქართული სალიტერატურო ენის როლს უჩვეულოდ ზრდის საქართველოს სოციალისტური კულტურისა და მეურნეობის მძლავრი აღმავლობა [9, 10].

პოლივალენტოვან ქართულ სალიტერატურო ენას ფუნქციურ სტილთა მდიდარი სისტემა აქვს. მისი შემდგომი განვითარება და დახვეწა საზოგადოებისა და ცალკეული ადამიანის მეტყველების კულტურის ამოცანაცაა და მწვერვლიც.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 ენათმეცნიერების ინსტიტუტი

(შემოვიდა 15.6.1984)

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

Г. Ш. КВАРАЦХЕЛИА

## ОБ ОБЩИХ ВОПРОСАХ ИЗУЧЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СТИЛИСТИКИ

Резюме

Традиционную и функциональную стилистики автор статьи рассматривает как этапы развития одной науки.

Современный грузинский литературный язык имеет богатую систему функциональных стилей, совершенствование которых — цель и вершина речевой культуры общества и отдельного человека.

G. Sh. KVARATSKHELIA

ON GENERAL QUESTIONS OF THE STUDY OF FUNCTIONAL  
STYLISTICS

## Summary

The author qualifies the traditional science of style and the study of registers as stages of the development of a single discipline. The modern literary Georgian language has a rich system of functional styles, perfection of which is the aim and acme of the speech culture of the society and its individual members.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ch. Hockett. A Course in Modern Linguistics. N. Y., 1958, 559.
2. N. Enkvist. On defining style. In: Linguistics and Style London, 1964, 16.
3. И. А. Бодуэн де Куртене. Избранные труды по общему языкознанию, т. I. М., 1963, 77.
4. არნ. ჩიქობავა. ზოგადი ენათმეცნიერება, II. თბილისი, 1983, 9.
5. Е. Ф. Тарасов. Сб. «Теоретические проблемы социальной лингвистики». М., 1981, 147.
6. გ. კვარაცხელია. კრებული «სხვადასხვა სისტემის ენათა ლექსიკის, ფონოლოგიური და გრამატიკული სტრუქტურის პრობლემები». თბილისი, 1982, 8—17.
7. R. Jakobson. Linguistics and Poetics. In: Style in Language. N. Y., 1960, 353.
8. A. Gardiner. Theory of Speech and Language, Oxford, 1951, 55.
9. არნ. ჩიქობავა. ქველ, ტ. I. თბილისი, 1950.
10. არნ. ჩიქობავა. კრებული «ქართული სიტყვის კულტურის საკითხები», თბილისი, 1972.

ზ. გამსახურდია

ქალის კულტი „თამარინას“ და „მეფხისტყაოსანში“

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ს. ცაიშვილმა 28.3.1985)

XII საუკუნის ქართული საერო ლიტერატურა იდეური და მხატვრული თვალსაზრისით მჭიდროდაა დაკავშირებული სასულიერო ლიტერატურასთან, ავითარებს მის თემებსა და მხატვრულ-კომპოზიციურ ხერხებს. ამდენად XII საუკუნის ქალის კულტის ქართული ვარიანტი რელიგიურია თავისი ხასიათით, ვინაიდან თამარ მეფე დეეფიცირებულია როგორც მეზობტებთან, ისტორიულ პროზაში და ფოლკლორში, ისე „მეფხისტყაოსანში“.

შუასაუკუნეთა ქალის კულტის საღვთისმეტყველო წანამძღვრებია ღვთისმშობლის, ქალწული მარიამის და ქალწული სოფიას (საღვთო სიბრძნის) კულტი, რომელიც გრიგოლ ნოსელის მოძღვრებაში უკავშირდება სულიწმიდის ჰიპოსტაზის მდებარეობით ბუნებას, რაც ნიშნავს სულიწმიდა-პარაკლეტისა და ღვთისმშობლის იდენტიფიკაციას [1]. ამავე დროს ქალის კულტი როგორც დასავლეთის კურტუაზიულ ლიტერატურაში და ტრუბადურთა პოეზიაში, ისე აღმოსავლურ სუფისტურ პოეზიაში ღვთის კულტის სიმბოლიურ-ალეგორიული გამოხატულებაა, ხოლო აკად. კ. კეკელიძის მოსაზრების მიხედვით, ანალოგიურ მოვლენასთან გვაქვს საქმე „მეფხისტყაოსანშიც“ [2].

სუფისტი პოეტებისათვის მიწიერი სიყვარული („იშყი მაჯაზი“) არის მიბაძვა საღვთო სიყვარულისა („იშყი ჰაყიყი“), ისევე როგორც რუსთველისათვის „ხელობანი ქვენანი“ ანუ ამსოფლიური სიყვარული ბაძავს პირველ, ანუ საღვთო მიჯნურობას. სუფისტი ავტორები მითების, ლეგენდებისა და სხვადასხვა მოთხრობების სიუჟეტების მეშვეობით ალეგორიულად მოგვითხრობენ სულიერ, ეზოტერულ ჭეშმარიტებებზე, რაც საყოველთაოდ მიღებული მეთოდი იყო შუასაუკუნეთა ლიტერატურაში. ამ თვალსაზრისით იბნ ელ არაბის, იბნ ჰაზმ კორდოველის, ჯალალედინ რუმისა და სხვათა მხატვრული მეთოდები ემთხვევა დასავლეთის ტრუბადურებისა და „დოლჩე სტილ ნუოვოს“ სკოლის პოეტთა მეთოდებს. სუფისტებისათვის მიჯნური ქალი სიმბოლოა ღვთისა, რომელიც გვევლინება სხვადასხვა ალეგორიული სახელით, როგორც „ნესთ ანდარი ჯეჰან“, „ლეილი“, „სუადი“ და სხვანი.

საქართველოში ქალის რელიგიური თავყანისცემა გამოვლინდა თამარ მეფის კულტში, რაც განსაკუთრებით მკვეთრად აისახა ჩაზრუნხაძისეული „თამარინის“ ოდებში. თამარ მეფე ამ ოდებში გვევლინება სამების ერთ-ერთი ჰიპოსტაზის, კერძოდ სულიწმიდის მიწიერ ინკარნაციად, რომელიც აღასრულებს მესიის ახალ აღთქმას — კაცობრიობის სულიერ ხსნას ბიბლიური გაგებით. ამას აზორციელებს თამარისეული თეოკრატიული საქართველო, რომელიც იცავს და ავრცელებს ქრისტეს სჯულს, ხოლო თამარ მეფე არის:

„მზეებრ სავანე, ს უ ლ ი ს სავანე  
თანაგამწყოდ ძისა,  
სწორად მამისა...“.

„წმიდად აქვს სული  
 დასთა დასული  
 სამყაროს ნათლად  
 არა თუ ღამედ“.

პოეტი მიმართავს ღმერთს: შენ მოავლინე არა ენა (ლოგოსი), არამედ სული (სულიწმიდა) ასულის სახით, რათა იგი გახდეს შემწე მესიის აღთქმის განხორციელებისა:

„არ ენა, სული  
 არენ ასული  
 შემწედ მესიის აღნათქვამისად“.

„თამარიანის“ ღრმა ანალიზი გვარწმუნებს, რომ იგი როგორც იდეურ-თემატურად, ისე კომპოზიციურად განუყოფელია „ვეფხისტყაოსნისაგან“. უფრო მეტიც, მას შეიძლება ეწოდოს ერთგვარი საღვთისმეტყველო შესავალი ან განმარტება „ვეფხისტყაოსნისა“, რომელიც იგავური, ალგორითული ენით ეხება იგივე თემას, რაზედაც მიგვანიშნებს თავად ავტორი: „მისი სახელი შეფარვით ქვემოთე მითქვამს, მიჭია“ (19,4), რაც ნიშნავს იმას, რომ „ვეფხისტყაოსანი“ მიძღვნილია სულიწმიდა-თამარისადმი და მიზნად ისახავს მის შექებას ალგორითულად (შეფარვით), მიწიერი მიჯნურობის შესახებ მოთხრობით, ვინაიდან ღვთისმეტყველებაში სულიწმიდა განიხილება როგორც სუბსტანციური სიყვარული, ანუ მიჯნურობა, ღმერთი სიყვარულის ასპექტში. ამ გაგებით ავტორის ლოცვა პროლოგში: „მომეც მიჯნურთა სურვილი, სიკვდილმდე გასატანისა“, სულიწმიდისადმი მიმართული, რომლისგანაც ავტორი მოელის აგრეთვე „სულთა ლხენას“, „ცოდვთა შემსუბუქებას“, „ენის, გულის და ხელოვანების მომადლებას“, რაც სულიწმიდის ფუნქციაა და რისი წყაროც ვერასგზით ვერ იქნებოდა თამარი, იგი ავტორს მხოლოდ ადამიანურ ასპექტში რომ ჰყოლოდა წარმოდგენილი.

„ვეფხისტყაოსნის“ პროლოგში თამარი ღმერთთან არის იდენტიფიცირებული, ხოლო პოემის მთავარი გმირი ქალის სახელი აღმოსავლურ მისტიურ-ალგორითულ პოეზიაში გავრცელებული ერთ-ერთი საღმთო სახელთაგანია: „ნესთ ანდარი ჯეჰან“, რაც სიტყვასიტყვით ნიშნავს „არ არის ქვეყნად“ და მიუთითებს ღვთის ტრანსცენდენტულ, აპოფატურ ასპექტზე, მის მიუწვდომლობაზე. რუსთველოლოგიის აღიარებული ჰუმანიტეზა, რომ ნესტანდარეჯანი პოემაში თამარ მეფეს განასახიერებს. სახელ „ნესტანდარეჯანის“ შინაარსობრივი ინტერპრეტაცია ემთხვევა თამარ მეფის ეპითეტებს ჩახრუხადის ოდებში: „შენსა სად არსა, შენსა სად არსა?“ „არსად არსა რა, არსად არს არა“, „უმსგავსო პირი“ და ა. შ.

„თამარიანისა“ და „ვეფხისტყაოსნის“ იგავი შეიძლება შემდეგნაირად გადმოიცეს: კაცობრიობამ ცოდვითდაცემის შედეგად დაკარგა ღმერთთან კავშირი, სამოთხე და ცხოვრების ხე, რის შედეგადაც მას ემუქრება სულიერი დაღუპვა. ძის განკაცების შემდეგ განკაცდა სულიწმიდა (თამარი), რათა აღსრულდეს მესიის ახალი აღთქმა, ე. ი. დაკარგული სამოთხის კვლავ დაბრუნება, ღმერთთან კვლევა შერთვა, ანუ „შერთვა ზესთ მწყებრთა მწყობისა“, თეოზისი.

პოეტის მიჯნურობა თამარ მეფისადმი არ არის მხოლოდ ადამიანური მიჯნურობა, ეს არის ამავე დროს საღვთო მიჯნურობაც, ვინაიდან თამარი განკაცებული ღმერთია, სულიწმიდაა, რომელიც იძლევა „სულთა ლხენას“, ე. ი. შენდობას. ხოლო „განკურნება“ ამ მიჯნურობისაგან, რომელსაც ესავეს პოეტი, სულის ხსნაა და აღზევება და არა ამსოფლიური, ხორციელი რამ.



ამრიგად, როგორც „თამარიანის“ სახელწოდებით ცნობილ ოდებში, ისე „ვეფხისტყაოსანში“ აირეკლა აღმოსავლეთის ეკლესიის მამათა პნევმატოლოგიიდან გამომდინარე კონცეფცია, ღვთის ფემინური ჰიპოსტაზის, სულიწმიდის (პარაკლეტის) შესახებ, რომელიც ძის განკაცების შემდეგ მოვევლინება კაცობრიობას ვითარცა სული ხსნისა და ჭეშმარიტებისა და ახორციელებს მესიის ახალ აღთქმას.

„თამარიანი“ და „ვეფხისტყაოსანი“ ქართული საერო პოეზიის ძეგლებია, რომლებშიც შექმნილია საღვთო სიბრძნის პერსონიფიკაცია, სოფია, იგივე სულიწმიდა, თამარ მეფის სახით მოვლენილი, „თამარიანში“ უშუალოდ, ხოლო „ვეფხისტყაოსანში“ ალევგორიულად, სადაც აღამიანური მიჯნურობის ალევგორიით (ბაძვით) შექმნილია საღვთო მიჯნურობა, იგივე სულიწმიდის მადლი.

სულიწმიდის მოვლინებას ისტორიულ პლანში ორივე ნაწარმოები ხედავს თამარ მეფის სახეში, რომელიც ახორციელებს თეოკრატიულ და სინარქიულ სოციალურ იდეალს საქართველოს სამეფოს აღზევებით, რომელიც მოწოდებულია დაიცვას და განაგრძოს ქრისტეს სჯული, თამარის სჯული, ამით იხსნას კაცობრიობა და აზიაროს უზენაეს ღვთაებრივ იდეალს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
შოთა რუსთაველის სახელობის ქართული  
ლიტერატურის ისტორიის ინსტიტუტი

(შემოვიღა 29.3.1985)

ФИЛОЛОГИЯ

З. К. ГАМСАХУРДИЯ

## КУЛЬТ ЖЕНЩИНЫ В «ТАМАРИАНИ» И «ВЕПХИСТКАОСАНИ»

Резюме

Средневековый культ женщины символически выражает культ божества в феминической ипостаси Святого Духа. Оды Чахрухадзе и «Вепхисткаосани» Ш. Руставели воспевают персонификацию божественной мудрости Софии (Св. Духа), земным воплощением которой, согласно средневековому представлению, является царица Тамар, которой посвящены оба произведения.

PHILOLOGY

Z. K. GAMSAKHURDIA

## THE CULT OF WOMAN IN "THAMARIANI" AND "VEPKHISTKAOSANI"

Summary

The medieval cult of woman symbolizes the cult of Deity in feminine hypostasis of the Holy Spirit. In Chakhrukhadze's "Thamariani" and Rustaveli's "Vepkhistkaosani" is praised the personification of the Divine Wisdom or Sophia (Holy Spirit), whose earthly incarnation, according to the medieval georgian conception, was queen Tamar, to whom both works are dedicated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. Parmentier. *ΕΚΚΛΗΣΙΑΣΤΙΚΟΣ ΦΑΡΟΣ*, v. 60, 1976, 697.

2. კ. კეკელიძე. ძველი ქართული ლიტერატურის პერიოდიზაცია. თბილისი, 1933. 39.



მ. სიორიძე

## ბათუმი უცხოეთის სახელმწიფოთა გეგმებში (1914—1915 წწ.)

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ი. კაპარავამ 9.12.1984)

ბათუმს, როგორც შავი ზღვის ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს ეკონომიკურ და სტრატეგიულ ნავსადგურს უპირატესი როლი ენიჭებოდა ამიერკავკასიაში შეღწევისა და გაბატონებისათვის. ამიტომაც ის ყოველთვის იქცეოდა უცხოეთის იმპერიალისტური სახელმწიფოების განსაკუთრებულ ყურადღებას.

პირველი მსოფლიო ომის წინ და ომის წლებში ამ მხრივ ყველაზე მეტად აქტიურობდნენ იმპერიალისტური გერმანია და ოსმალეთი. ისინი ბათუმს მიიჩნევდნენ ამიერკავკასიაში შემდგომი შეტევის პლაცდარმად. ამიტომ ოსმალეთის სარდლობამ ამიერკავკასიის საზღვარზე განლაგებულ მე-3 არმიას ერთ-ერთ მთავარ ამოცანად დაუსახა ბათუმის დაცემა.

აღნიშნული გეგმის განხორციელებისათვის გერმანიამ და ოსმალეთმა ბათუმის მიმართულებით დააგეგმეს მნიშვნელოვანი ძალები გერმანელი მაიორის შტანკეს მეთაურობით. 1914 წ. ნოემბრის დასაწყისში შტანკეს რაზმი იჩხალსა და მურღლის ხეობებით მოულოდნელად შემოიჭრა ბათუმის ოლქის ფარგლებში. რუსეთის სასაზღვრო დაცვის ნაწილებმა ვერ შეძლეს რიცხობრივად ჭარბი მოწინააღმდეგის შეჩერება და უკან დაიხიეს. ოსმალები თითქმის უბრძოლველად დაეუფლნენ ძანსულის სპილენძსადნობ ქარხნებს და ბორჩხას და გადავიდნენ ჭოროხის ხეობაში [1]. აქ შტანკეს რაზმი ორად გაიყო. ერთმა ნაწილმა გენერალ ჰუსეინ ავნი ფაშას მეთაურობით შეტევა განავითარა ბათუმის მიმართულებით, მეორემ კი აღმოსავლეთით — არტაანისა და ახალქალაქისაკენ. მან მალე დაიკავა ართვინი და არტანუჯი, ხოლო 25 დეკემბერს ქ. არტაანიც.

ბათუმის მიმართულებით უკანდახეული რუსეთის სამხედრო ნაწილები გადავიდნენ მდ. აჭარისწყალზე და ბათუმის მისადგომებთან გამაგრდნენ [2]. ამავე დროს გერმანულმა კრეისერმა „გებენმა“ ყუმბარები დაუშინა ქალაქ ბათუმს [3].

გერმანია-ოსმალეთის მმართველი წრეები ჯერ კიდევ ომამდე გეგმავდნენ ბათუმის ოლქში აჯანყების მოწყობას. ამიტომ საომარი მოქმედების გაჩაღებასთან ერთად გააქტიურეს ანტირუსული პროპაგანდა, რასაც ხელს უწყობდა ოსმალეთის სულთნის მიერ გამოცხადებული საღვთო ომი [4]. მრავალრიცხოვანი ემისრები მოედნენ ბათუმის ოლქს და ავრცელებდნენ სხვადასხვა სახის პროკლამაციებს, რომლებშიც მოუწოდებდნენ მოსახლეობას რუსეთის წინააღმდეგ აჯანყებისაკენ [5]. ამ საქმეში ოსმალებს ერთგულ სამსახურს უწევდნენ ადგილობრივი ფეოდალ-ბეგები და სასულიერო პირები. ისინი რელიგიური ფანატიზმისა და მუქარის საშუალებით ცდილობდნენ შეიარაღებული რაზმების შექმნას ადგილობრივი მოსახლეობისაგან.

ბათუმის ოლქში ოსმალებმა დიდი რაოდენობით შემოიტანეს საბრძოლო იარაღი მოსახლეობაში დასარიგებლად. ამ საქმის უკეთ ორგანიზაციის მიზნით ომის დაწყების წინ გერმანელი და ოსმალე ოფიცრებისა და ემიგრანტი ქართველებისაგან ტრაპიზონში შეიქმნა სპეციალური კომისია, რომლის ამოცანას 28. „მოამბე“, ტ. 119, № 2, 1985





შეადგენდა იარაღის შეტანა და გავრცელება კავკასიის მოსახლეობაში, რისთვისაც მათ ჰყავდათ დაქირავებულ აგენტთა მთელი შტატი. ამ საქმეში მონაწილეობდნენ გერმანიის წყალქვეშა ნავებიც. მათ ომის დასასრულამდე საქართველოს შავიზღვისპირეთში არაერთხელ გადმოსხეს ემისრები, შემოიტანეს იარაღი და ფული აჯანყების დასაფინანსებლად [6].

„დამოუკიდებელი საქართველოსათვის“ ბრძოლის საბაბით ბათუმის ოლქში ანტირუსული აჯანყების პროვოცირებას ცდილობდა აგრეთვე საქართველოს სოციალისტ-ფედერალისტების პარტიის ზოგი პროგერმანული წარმომადგენელიც [7, გვ. 91], მაგრამ გერმანია-ოსმალეთის ყოველგვარმა მცდელობამ ამ მხრივ კრაზი ვანიცადა. ქართველი მაჰმადიანები საომარი მოქმედების მთელი მსვლელობის მანძილზე რუსეთის ჯარებს უწყევდნენ დახმარებას.

ჩაეფუშათ რა აქარის აჯანყების გეგმა გერმანია-ოსმალეთის მმართველმა წრეებმა ვადაწყვიტეს ხელოვნურად გამოეწვიათ მეფის მთავრობის რეპრესიები ბათუმის ოლქის მაჰმადიანური მოსახლეობის მიმართ და ამით მათში საიმედო დასაყრდენი გაეჩინათ, მაგრამ ვერც ამით მიაღწიეს სასურველ შედეგს [7, გვ. 94].

ბათუმის ოლქის დროებით ოკუპირებულ ნაწილში ოსმალებმა ნამდვილი კოლონიზატორული რეჟიმი დაამყარეს. დამპყრობლები დიდ ინტერესს იჩენდნენ აგრეთვე მხარის ბუნებრივი სიმდიდრეებისადმი. განსაკუთრებით კი ძანსულის სპილენძის საბადოებისა და ქარხნების მიმართ. გერმანელებმა აქედან ხოფაში გაზიდეს და ზღვით გერმანიაში გაიტანეს მზა სპილენძის მთელი მარაგი [8]. გერმანელები აპირებდნენ ქარხნების ექსპლოატაციის დაწყებასაც, მაგრამ 1915 წ. დასაწყისში რუსეთის ჯარების კონტრშეტევის გამო იძულებული გახდნენ ხელი აეღოთ განზრახვაზე. უკანდახვევის დროს გერმანელებმა და ოსმალებმა გაძარცვეს ქარხნები. ამასთან ააფეთქეს ზოგიერთი საბადოც.

ოსმალთა თარეში ბათუმის ოლქში ხანმოკლე გამოდგა. სარიყამიშთან დამარცხების შემდეგ ოსმალებმა უკან დაიხიეს. რუსეთის არმიის კონტრშეტევა ბათუმის ოლქის გასათავისუფლებლად დაიწყო 1915 წ. იანვარში. იგი წარმოებდა ორი ძირითადი მიმართულებით: საკუთრივ ბათუმიდან და არტაანიდან.

ბათუმიდან უტევედა ორი რაზმი. ერთი მდ. ჭოროხის მიმართულებით, მეორე რაზმი — ზღვის სანაპიროს გასწვრივ. ამ უკანასკნელის წინსვლას ხელს უწყობდა რუსეთის შავი ზღვის ფლოტის მოქმედება. 15 თებერვალს ზღვისპირეთის რაზმმა დაიკავა მნიშვნელოვანი საზღვაო პუნქტი ხოფა, საიდანაც ოსმალები უკავშირდებოდნენ ჭოროხის ხეობაში მოქმედ თავიანთ რაზმებს.

ასევე წარმატებით ვანავითარა შეტევა ჭოროხის რაზმმაც. თებერვლის დასაწყისში მან აიღო ბორჩხა, ხოლო 21 თებერვალს დაიკავა ძანსულის სპილენძის ქარხნები, რითაც სრულებით განდევნეს ოსმალები მურღულის ხეობიდან.

რუსეთის ჯარებმა წარმატებით ვანავითარეს შეტევა არტაანის მიმართულებითაც. 1915 წ. იანვარში მათ გაანადგურეს შტანკეს რაზმი და აიღეს ქ. არტაანი, ხოლო თებერვალში — არტანუჯი. ამის შემდეგ ჭოროხისა და არტაანის რაზმის წინაშე დაიხია ამოცანა ორმხრივი შეტევით გაეთავისუფლებინათ ქ. ართვინი, რომელიც ოსმალებს კარგად ჰქონდათ გამაგრებული. 16 მარტს მასირებული კონტრშეტევის შედეგად რუსეთის რაზმებმა ართვინი აიღეს. ამით დასრულდა ოსმალთა განდევნა ბათუმის ოლქის საზღვრებიდან [9].

მიუხედავად დამარცხებისა, გერმანია-ოსმალეთის სარღლობა იმედოვნებდა, რომ ხელახლა შეძლებდა ბათუმის ოლქში შეჭრას და ბათუმის დაკავებას. ამიტომაც 1915 წ. აპრილში კვლავ დაიწყეს ძალეთის თავმოყრა ლაზისტანში და შეტევისათვის მზადება [9]. ბათუმის ოლქის მოსახლეობაში კვლავ გზავნიდნენ ემისრებს, ფულსა და საბრძოლო იარაღს. მაგრამ რუსეთის სარღლობისა-

თვის ცნობილი გახდა მოწინააღმდეგის ჩანაფიქრი. ზღვით და ხმელეთით მასობრივად დარტყმის შედეგად რუსეთის ჯარებმა გაარღვიეს მტრის თავდაცვა და დაიკავეს მნიშვნელოვანი საზღვაო პუნქტები არხავე, ვიცე, რიზე და ოფე. 1916 წ. თებერვალში რუსეთის ჯარებმა აიღეს არზრუმი, ხოლო აპრილში ტრაპიზონი, რითაც ფრონტის ხაზი ბათუმიდან შორს, სამხრეთ-დასავლეთით იქნა გადატანილი. ამასთან განადგურების პირს მისულ ოსმალებს ძალა აღარ შესწევდა შეტევითი ოპერაციების საწარმოებლად.

ამრიგად, ბათუმის და მისი ოლქის დაუფლების გერმანელ-ოსმალთა ცდებმა მარცხი განიცადა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 ივ. ჯავახიშვილის სახ. ისტორიის, არქეოლოგიისა  
 და ეთნოგრაფიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 14.12.1984)

ИСТОРИЯ

М. М. СИОРИДЗЕ

## БАТУМИ В ПЛАНАХ ИНОСТРАННЫХ ГОСУДАРСТВ (1914—1915 гг.)

Резюме

Накануне первой мировой войны германо-турецкие правящие круги планировали спровоцировать восстание в Батумской области. С этой целью в начале войны они активизировали подрывную деятельность и ввоз боевого оружия для восстания местного населения. Этот план потерпел крах. Провалились также попытки германо-турецкого командования овладеть городом Батуми.

Весной 1915 г. русские войска освободили временно оккупированную османами Батумскую область.

HISTORY

M. M. SIORIDZE

## BATUMI IN THE PLANS OF FOREIGN STATES (1914-1915)

Summary

On the eve of World War One German and Turkish ruling circles were planning to provoke an uprising in the Batumi area. To this end, at the start of the war they intensified their subversive activities and the smuggling in of arms for the rising of the local population. This plan fell through, as well as the attempts of the German-Turkish command to seize Batumi. In the spring of 1915 Russian troops liberated the Batumi region temporarily occupied by the Turks.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Газ. «Приазовский край», 20 марта, 1915 г.
2. Г. В. Пипия. Германский империализм в Закавказье в 1910—1918 гг. М., 1978, 54.
3. Журн. «Искры», № 48, 1914 г., 383.
4. Э. Фалькенгайн. Верховное командование 1914—1916 гг. в его важнейших решениях. М., 1923, 55.
5. საქართველოს სსრ ცსსა, ფ. 13, ანაწ. 27, ს. 3193, ფურტ. 142.
6. Г. Лорей. Операции германо-турецких морских сил в 1914—1918 гг. М., 1934, 204—273.
7. Ш. И. Б а с и л а я. Закавказье в годы первой мировой войны. Сухуми, 1968.
8. საქართველოს სსრ ცსსა, ფ. 13, ანაწ. 27, ს. 3586, ფურტ. 14.
9. ვაზ. „სახალხო ფურცელი“, 31 მარტი, 1915 წ.
10. საქართველოს სსრ ცსსა, ფ. 13, ანაწ. 27, ს. 3602, ფურტ. 72.

ბ. ჯაფარიძე

## ქართული ახალშენები ირანში (მეზოკალდური წყაროების მიხედვით)

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა მ. დუმბაძემ 6.6.1985)

XVII ს. დამდეგს ირანში შაჰ აბას პირველის მიერ იძულებით გადასახლებულმა ქართველმა მოსახლეობამ მრავალი ახალშენი შექმნა. საქართველოდან მოსახლეობის აყრისა და ირანში გადასახლების ერთ-ერთ მთავარ მიზანს წარმოადგენდა ირანის ეკონომიკური და სამხედრო ძლიერების განმტკიცება და საქართველოს ეკონომიკური-პოლიტიკური განვითარების მოშლა. ქართული ახალშენების შესახებ მეტად მნიშვნელოვანი ცნობები გვხვდება ევროპელ მოგზაურთა და მისიონერთა შრომებში.

ირანის ქართული დასახლებების ისტორია კარგა ხანია საბჭოთა და უცხოური ისტორიოგრაფიის კვლევის საგნად იქცა.

საქართველოდან აყრილი ხალხი შაჰ აბას პირველმა ჩაასახლა ირანის სხვადასხვა პროვინციაში — მაზანდერანში, ისპაანის გარეუბანში, ფერეიდანში, ხორასანში, ფარსისტანში, ქირმანში, შირაზსა და სხვა ოლქებში. ამ ახალშენებიდან ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მდებარეობდა ისპაანის გარეუბანში — ჰასენაბადში. ისპაანის დასახლების შესახებ ცნობები გვხვდება ევროპელი მოგზაურების პოსერის [1], ოლეარიუსის [2], სტრეისის [3], კემპფერის [4], ფრაიერის [5], ვორმის [6] თხზულებებში და თეათინელი ბერების რეალაციებში [7].

მეტად საინტერესოდ აღწერენ ოლეარიუსი და სტრეისი ჰასენაბადის. ისინი მიუთითებენ, რომ იქ მცხოვრები ქართველები არიან დიდებული ვაჭრები. ქართველი ვაჭრების შესახებ ცნობები მოიპოვება აგრეთვე სხვა ევროპელი მოგზაურობის ჰე რ ბ ე რ ტ ის [8], ტ ა ვ ე რ ნ ი ე ს [9], ტ რ ი ნ ი ტ ა ტ ე ს [10], რ ა უ ვ ო ლ ფ ი ს [11] და პ ე ი ს ო ნ ე ლ ი ს [12] ნაშრომებში.

უცხოელ ავტორთა წიგნებში დაცულ ამ ცნობებს დიდი მნიშვნელობა აქვს. ვინაიდან ზოგიერთი ავტორის აზრით [13, 14] ოლეარიუსის მიერ ჰასენაბადის აღწერისას დასახლებული ქართველი ვაჭრები საქართველოდან ჩასული სომეხი ვაჭრები უნდა იყვნენ.

ჩვენ ვფიქრობთ, საეჭვო უნდა იყოს, რომ აღმოსავლეთში მყოფი სომეხი ვაჭარი ქართველის სახელით ყოფილიყოს, ვინაიდან სომეხები XVII ს. პირველ ნახევარში ირანში ყველაზე დიდი კაპიტალის მფლობელნი იყვნენ და ირანის მმართველები მათ ყოველმხრივ ეხმარებოდნენ. სომეხ ვაჭრებს უპირატესობა ჰქონოდათ მთელი მასლობელი აღმოსავლეთის ვაჭრობაში, ამიტომაც ხშირად თვით სპარსელი და სხვა ქვეყნის ვაჭრები თავს სომეხად აცხადებდნენ და სომეხურ გრიგორიანულ სარწმუნოებას იღებდნენ.

ამდენად ძნელი დასაჯერებელია ოლეარიუსს წარმოშობით სომეხი ვაჭარი ქართველად გასცნობოდა, მით უფრო როდესაც ჰასენაბადის აღწერისას რამდენიმე მოგზაური მიუთითებს, რომ იქ ქართველები ცხოვრობდნენ. შესაძლებელია დასაშვები იყოს, რომ ქართველები, რომლებიც ვაჭრობაში ებმებოდნენ მსგავ-

სად სხვა ქვეყნის ვაჭრებისა ხშირად გრიგორიანულ აღმსარებლობაზე გადადოდნენ.

ქართველი ვაჭრების შესახებ ცნობები გვხვდება ქართულ ნარატიულ წყაროებსა და საისტორიო მასალებში. ქართველი ვაჭარი გვარად დიაკვნისშვილი მოხსენიებულია ქართლის ცხოვრებაში, XVII საუკუნის ამბების აღწერისას — „ხოლო იყო მუნ სტამბოლს ერთი გორელი ვაჭარი, რომელსაც ეწოდა დიაკვნისშვილი“ [15].

ფრიად საინტერესო ცნობები აქვთ ქართველთა დასახლებების შესახებ ფარსის პროვინციაში, ისპაან-შირაზის გზის გასწვრივ მდებარე სოფლებში — ასუბასში, ამინაბადში და ქუშქეზარდში ევროპელ მოგზაურებს პიეტრო დელა ვალეს [16], პოსერს [1], ჰერბერტს [8], ტავერნიეს [9], ფრაიერს [5], კემპფერს [4] და სხვებს. ეს ცნობები მით უფრო ძვირფასია ჩვენთვის, რომ ქართველი მემკვიდრეები არაფერს წერენ ფარსში, კერძოდ ასუბასში, ქართველთა ჩასახლების შესახებ. თვით ისქანდერ მუნშიც სდუმს ამ საკითხზე. ჰერბერტის 1628 წ. 28 მარტით დათარიღებული წერილიდან ვიგებთ, რომ ასუბასში ცხოვრობდა ორმოცდაათი ათასი ქართველი და ჩერქეზი, ისინი ამ პერიოდისათვის ჯერ კიდევ ქრისტიანები ყოფილან [8], ხოლო მოგვიანებით 1665 წელს, ტავერნიეს იქ ყოფნის დროს ეს ქართველები გამაჰმადიანებულან [9].

წყაროებში არის დასახელებული ფარსის პროვინციაში ჩასახლებულ ქართველთა საქმიანობა. ისინი მიწათმოქმედებას მისდევდნენ, მათი ძირითადი საქმიანობა მევენახეობა ყოფილა. შირაზში ქართველთა მევენახეობა, როგორც ზ. ავალიშვილი აღნიშნავს, მარტივ პასუხს იძლევა ივ. ჯავახიშვილის დასმულ კითხვაზე: „როგორ მოხდა, რომ შირაზის ყურძნის ჯიშს, ევროპელები ქართული სახელით „შირაზულით“ იცნობდნენ“ [17].

შამ აბას პირველს საქართველოდან 1614—1616 წწ. აყრილი მოსახლეობა ჩაუსახლებია ირანის სხვადასხვა პროვინციაში და ქალაქში. ქართველთა და სომეხთა თავისი მიწიდან აყრა და ირანის სხვადასხვა პროვინციაში ჩასახლება, როგორც ამას ვ. ჯავახიშვილი [18], გ. უორდანი [19] და სხვები აღნიშნავენ, მიზნად ისახავდა არა მარტო საქართველოს მიწა-წყლის თავიანთი შეხედულებებისამებრ გამოყენებას და აქედან ტყვედ წაყვანილი ქართველების დაწინაურებას ყიზილბაშ ამირათა საპირისპიროდ, არამედ ირანის ზოგიერთ პროვინციაში ქართველთა ჩასახლების გამოყენება ქვეყნის ეკონომიკური აღორძინებისა და განმტკიცებისათვის. მაზანდერანის ოლქში მცხოვრები ქართველები უმთავრესად მისდევდნენ აბრეშუმის წარმოებას, შირაზის ოლქში — მევენახეობას, ხოლო ქალაქებში ჩასახლებულნი ვაჭრობაში ებმებოდნენ.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 7.6.1985)

ИСТОРИЯ

Б. А. ДЖАВАХИЯ

## ГРУЗИНСКИЕ ПОСЕЛЕНИЯ В ИРАНЕ (ПО ЗАПАДНОЕВРОПЕЙСКИМ ИСТОЧНИКАМ)

Резюме

В статье рассмотрены сведения, почерпнутые из разных источников о грузинах, выселенных шахом Аббасом I в начале XVII в. из Восточной Грузии и расселенных в различные провинции Ирана. Эти сведения говорят о том, что расселения грузин преследовало цель эконо-



номического развития провинций Ирана (Мазендеран, Фарс, Шираз и др.).

Грузинские поселенцы способствовали развитию виноградарства и виноделия, шелководства, имевших большой удельный вес в экономике Ирана.

Данные западных, грузинских и восточных источников свидетельствуют также о том, что грузинские купцы играли известную роль в торговле Ирана.

## HISTORY

B. A. JAVAKHIA

### GEORGIAN SETTLEMENTS IN IRAN (ACCORDING TO WEST-EUROPEAN SOURCES)

#### Summary

The paper discusses the evidence — drawn from various sources — on Georgians deported from Eastern Georgia in the 17th century by Shah Abbas I and settled in various provinces of Iran. This evidence indicates that the settling of Georgians in Iran had as its objective the economic development of the country's provinces (Mazandaram, Fars, Shiraz, and others).

The Georgian settlers contributed to the development of vine-growing and wine-making, and sericulture—major branches of Iranian economy.

The evidence of Western, Georgian and Oriental sources points also to an appreciable role played by Georgian merchants in the trade of Iran.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Heinrich von Poser. Lebens und Tode Geschichte, Jehna, 1975.
2. A. Olearius. Vermehrte Neue Beschreibung der Muscovitischen und Persischen Reise, Schleswig, 1656.
3. Я. Я. Стрейс. Три путешествия. М., 1935.
4. En. Kaempfer. Am Hofe des Persianischen Groskönigs (1684-1685) Leipzig, 1940.
5. I. Fryer. A new account of East India and Persia nine years travels 1672-1681, London, 1918.
6. I. G. Worms. Ostindian und Persianische Reisen, Leipzig, 1745.
7. B. Ferro. Istorica delle Missioni, de Chierici Regolari Teatini, Roma, 1704.
8. Th. Herbert. Travels in Persia 1627-1629, London, 1928.
9. J. B. Tavernier. Beschreibung der sechs Reisen in Turckey, Persien und Indien, Genf. 1681.
10. Ph. Trinitate. Orientalische Reisebeschreibung, Frankfurt, 1671.
11. L. Rauwolf. Augentliche Beschreibung der Reiss, Laugingen, 1582.
12. ს. კაკაბაძე. ქუთაისის პედაგოგიური ინსტიტუტის შრომები, ტ. I. ქუთაისი, 1940.
13. დ. კაციაძე. კრებ. „ძიებანი კავკასიისა და საქართველოს ისტორიიდან“. თბილისი, 1976.
14. მ. ტიკაძე. კრებ. „ნარკვევები მახლობელი აღმოსავლეთის ქალაქების ისტორიიდან“, II. თბილისი, 1972.
15. ქართლის ცხოვრება, II. თბილისი, 1959.
16. Pietro Della Valle. Eines vohrnehen Romischen Patriti Reis-Beschreibung in unterschiedliche Theile der Welt, Genf, 1674.
17. ზ. ავალიშვილი. თეიმურაზ I და მისი პოემა „წამება ქეთევან დედოფლისა“. პარიზი, 1938.
18. ვ. გაბაშვილი. ქართული ფეოდალური წყობილება XVI—XVII სს. თბილისი, 1958.
19. გ. ურდანიანი. ჟურნ. „მნათობი“, № 5. 1965.

Н. М. МАПСУРАДZE

## О ДРЕВНЕЙШИХ ЭТАПАХ РАЗВИТИЯ ГРУЗИНСКОЙ НАРОДНОЙ МУЗЫКИ

(Представлено академиком Г. С. Читая 15.6.1983)

Интонационно-гармонический анализ грузинских народных песен выявил общегрузинский музыкальный язык, или язык-основу, который явился важным интонационным достижением на одной из ранних ступеней развития музыкального мышления грузинских племен. Эта мелодическая формула является напевом минорного звучания, имеющим квартный диапазон и характеризующийся нисходящим движением звуков от кварты до тоники. В вариантах он имеет различную звуковую и ритмическую выразительность и выделяется определенным содержанием. Напев-основа подчиняется общей закономерности развития музыкального мышления и является одной из его древнейших ступеней. Сопоставление грузинских народных песен с соответствующими этнографическими данными дает возможность предположить, что вышеуказанный интонационный фонд сформировался в тех ритуалах, которые имелись у грузинского народа на раннем этапе общественного развития и изначально были связаны с их бытом. С этой точки зрения показательны хороводы и «плачи в голос». Известно, что зародившиеся в глубокой древности хороводы отображают космогоническое мировоззрение грузинских племен; круговые хороводы связаны с плодородием, урожайностью, размножением; словесные тексты хороводных песен содержат обращение к божествам, покровительствующим урожайности, размножению людей и скота [1, 2]; круговые хороводы, подобно другим круговым действиям, отображают циклическое понимание времени в соответствии со смертью и возрождением природных сил [3]. Известно также, что культ покойника, зародившись в древнейшие времена, тесно связан с астральными верованиями и представлениями; душа покойника исполняет роль посредника между людьми и покровительствующим плодородию божеством; человек стремился снискать благосклонность душ, чтобы обеспечить изобилие [4]. Исходя из функции хороводных песен и «плачей в голос», естественны те интонационные связи, которые существовали на самых ранних этапах развития и в дальнейшем между ними и трудовыми песнями. Учитывая древность напева-основы и его значение в народном быту, можно предположить, что эта музыкальная формула с интонационными особенностями, характерными для общегрузинского музыкального языка, существовала параллельно языку-основе картлевских языков.

В грузинских народных песнях установлено наличие двух форм многоголосия — бурдонной и комплексной, на основании которых различают две группы музыкальных диалектов — восточную и западную [5, 6]. Данные анализа песен свидетельствуют, что образование форм многоголосия (бурдонной и комплексной) следует относить к эпохе существования общегрузинского музыкального языка, т. е. языка-основы, который, по-видимому, охватывал длительный исторический период. Формирование комплексной формы многоголосия в сванских песнях обусловило изначально выделение из общегрузинского музыкаль-

ного языка сванского музыкального диалекта. Более того, Сванетия была тем очагом, откуда комплексное многоголосие распространилось на территорию Западной Грузии, вследствие чего образовался западный круг грузинской музыкальной культуры. Таким образом, формировались два круга музыкальной культуры — западный и восточный. Следует отметить, что языковые данные свидетельствуют о распространении сванских племен во II тысячелетии и в первой половине I тысячелетия до н. э. как в горных, так и в равнинных районах Западной Грузии [7]. О расселении сванов на современной территории Рачи, возможно, свидетельствуют и древнейшие интонационные связи рачинских песен со сванскими. Проникновение комплексной формы многоголосия на территорию Западной Грузии, со своей стороны, указывает на распространение сванских племен в эту пору. На основании всего вышесказанного вполне допустимо, что процесс выделения сванского музыкального диалекта из общегрузинского музыкального языка шел параллельно выделению сванского языка из языка-основы картвельских языков [7].

Последующее интонационно-гармоническое развитие в песнях Восточной и Западной Грузии идет единым путем. Однако восточно-грузинские песни опираются на бурдонную, а западногрузинские — на комплексную форму многоголосия.

В мегрельском музыкальном материале выявляются древнейшие интонационные связи с восточногрузинскими песнями, в частности с песнями восточногрузинских горцев, что свидетельствует о существовании некогда грузино-занской музыкальной общности. Это дает основание предполагать, что мегрельский музыкальный диалект отделился от общегрузинского музыкального языка позже, нежели сванский. Следует отметить, что в XI—VIII вв. до н. э. мегрело-чаны входили в состав населения колхидского государства. Оно рассматривается как объединение грузино-занского населения, охватывающее также живущие в северных районах исторической Колхиды сванские племена. Существует предположение, что в те древнейшие времена языковых различий между картами и мегрело-чанами почти не было [7].

Из восточной среды грузинской музыкальной культуры первым отделился тушинский музыкальный диалект. Интонационно он является органической частью грузинской музыкальной культуры. Вместе с тем, структурой и рядом других признаков (секвенции, особо подчеркнутый квинтовый диапазон и др.) он тесно связан с вейнахским музыкальным миром. С одной стороны, эту близость можно объяснить слиянием с тушинским цовского элемента, обусловившим определенную ассимиляцию вейнахского и тушинского музыкальных элементов. С другой стороны, анализ музыкальных текстов указывает на более древние связи тушинских и вейнахских песен.

Формирование грузинских музыкальных диалектов охватывает длительный исторический период: вначале они представляют собой крупные единицы, которые постепенно распадаются и формируются соответственно отдельным этнографическим группам. Наряду с интонационно-гармоническими особенностями, они приобретают ту индивидуальную исполнительскую характерность или интонационные своеобразия, которые формируются в единстве с диалектологическими особенностями языка той или иной этнографической группы Грузии.

Интонационно-гармоническое развитие грузинских народных песен у горцев и равнинного населения Грузии шло неодинаково — между ними существовало некоторое различие. По уровню развития музыкального мышления определенные различия наблюдаются и между этнографическими группами горной полосы. В песнях горцев ярче и отчетливей отображены древнейшие ступени развития музыкального мышления грузинских племен, нежели в песенном творчестве равнинного населения. Изучение грузинских народных песен показало, что



песенное творчество горной полосы всегда являлось одной из органических частей грузинской народной музыкальной культуры.

Интонационно-гармонический анализ грузинских народных песен выявил некогда общий для всех грузинских племен музыкальный язык, или язык-основу, а также процесс его развития и одновременной дифференциации, формирование отдельных музыкальных диалектов, вместе с тем — единый путь последующего интонационно-гармонического развития грузинских народных песен, который объединяет их в одно целое.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт истории,  
 археологии и этнографии  
 им. Н. А. Джавахишвили

(Поступило 30.6.1983)

ეთნოგრაფია

ბ. მაისურაძე

ქართული ხალხური მუსიკის განვითარების უძველესი ეტაპების  
 შესახებ

რეზიუმე

ქართული ხალხური სიმღერების ანალიზის საფუძველზე ნაჩვენებია საერთო ქართული მუსიკალური ენა ანუ ფუძეენა და მისი შემდგომი განვითარების პროცესი.

ETHNOGRAPHY

N. M. MAISURADZE

## ON ANCIENT STAGES IN THE DEVELOPMENT OF THE GEORGIAN FOLK MUSIC

Summary

An intonational-harmonic analysis of Georgian folk songs has revealed a musical—or parent—language common to all Georgian tribes, as well as the process of its development and simultaneous differentiation, and formation of individual musical dialects; the single path of subsequent intonational-harmonic development of Georgian folk songs—uniting them into a single whole—has also been brought to light.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Бардавелидзе. Образцы грузинского (сванского) обрядового графического искусства. Тбилиси, 1953.
2. В. В. Бардавелидзе. Древнейшие религиозные верования и обрядовое графическое искусство грузинских племен. Тбилиси, 1957.
3. И. К. Сургуладзе. Материалы по этнографии Грузии, XXI. Тбилиси, 1981.
4. И. К. Сургуладзе. Материалы по этнографии Грузии, XIX. Тбилиси, 1978.
5. Гр. З. Чхиквадзе. Народная песня. Грузинская музыкальная культура. М., 1957.
6. В. А. Гвахария. Развитие грузинских музыкальных систем (X—XVIII вв.). Тбилиси, 1962.
7. Очерки по истории Грузии, I. Тбилиси, 1970.

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. В журнале «Сообщения АН ГССР» публикуются статьи академиков, членов-корреспондентов, научных работников системы Академии и других ученых, содержащие еще не опубликованные новые значительные результаты исследований. Печатаются статьи лишь из тех областей науки, номенклатурный список которых утвержден Президиумом АН ГССР.

2. В «Сообщениях» не могут публиковаться полемические статьи, а также статьи обзорного или описательного характера по систематике животных, растений и т. п., если в них не представлены особенно интересные научные результаты.

3. Статьи академиков и членов-корреспондентов АН ГССР принимаются непосредственно в редакции «Сообщений», статьи же других авторов представляются академиком или членом-корреспондентом АН ГССР. Как правило, академик или член-корреспондент может представить для опубликования в «Сообщениях» не более 12 статей разных авторов (только по своей специальности) в течение года, т. е. по одной статье в каждый номер, собственные статьи—без ограничения, а с соавторами—не более трех. В исключительных случаях, когда академик или член-корреспондент требует представления более 12 статей, вопрос решает главный редактор. Статьи, поступившие без представления, передаются редакцией академику или члену-корреспонденту для представления. Один и тот же автор (за исключением академиков и членов-корреспондентов) может опубликовать в «Сообщениях» не более трех статей (независимо от того, с соавторами она или нет) в течение года.

4. Статья должна быть представлена автором в двух экземплярах, в готовом для печати виде, на грузинском или на русском языке, по желанию автора. К ней должны быть приложены резюме—к грузинскому тексту на русском языке, а к русскому на грузинском, а также краткое резюме на английском языке. Объем статьи, включая иллюстрации, резюме и список цитированной литературы, приводимой в конце статьи, не должен превышать четырех страниц журнала (8000 типографских знаков), или шести стандартных страниц машинописного текста, отпечатанного через два интервала (статьи же с формулами—пяти страниц). Представление статьи по частям (для опубликования в разных номерах) не допускается. Редакция принимает от автора в месяц только одну статью.

5. Представление академика или члена-корреспондента на имя редакции должно быть написано на отдельном листе с указанием даты представления. В нем необходимо указать: новое, что содержится в статье, научную ценность результатов, насколько статья отвечает требованиям пункта 1 настоящего положения.

6. Статья не должна быть перегружена введением, обзором, таблицами, иллюстрациями и цитированной литературой. Основное место в ней должно быть отведено результатам собственных исследований. Если по ходу изложения в статье сформулированы выводы, не следует повторять их в конце статьи.

7. Статья оформляется следующим образом: сверху страницы в середине пишутся инициалы и фамилия автора, затем—название статьи; справа сверху представляющий статью указывает, к какой области науки относится она. В конце основного текста статьи с левой стороны автор указывает полное название и местонахождение учреждения, где выполнена данная работа.

8. Иллюстрации и чертежи должны быть представлены по одному экземпляру в конверте; чертежи должны быть выполнены черной тушью на кальке. Надписи на чертежах должны быть исполнены каллиграфически в таких размерах, чтобы даже в случае уменьшения они оставались отчетливыми. Подписи, сделанные на языке основного текста, должны быть представлены на отдельном листе. Не следует приклеивать фото и чертежи к листам оригинала. На полях оригинала автор отмечает карандашом, в каком месте должна быть помещена та или иная иллюстрация. Не должны представляться таблицы, которые не могут уме-

ститься на одной странице журнала. Формулы должны быть четко вписаны чернилами в оба экземпляра текста; под греческими буквами проводится одна черта красным карандашом, под прописными — две черты черным карандашом снизу, над строчными — также две черты черным карандашом сверху. Карандашом должны быть обведены полукругом индексы и показатели степени. Резюме представляются на отдельных листах. В статье не должно быть исправлений и дополнений карандашом или чернилами.

9. Список цитированной литературы должен быть отпечатан на отдельном листе в следующем порядке. Вначале пишутся инициалы, а затем — фамилия автора. Если цитирована журнальная работа, указываются сокращенное название журнала, том, номер, год издания. Если автор считает необходимым, он может в конце указать и соответствующие страницы. Список цитированной литературы приводится не по алфавиту, а в порядке цитирования в статье. При ссылке на литературу в тексте или в сносках номер цитируемой работы помещается в квадратные скобки. Не допускается вносить в список цитированной литературы работы, не упомянутые в тексте. Не допускается также цитирование неопубликованных работ. В конце статьи, после списка цитированной литературы, автор должен подписаться и указать место работы, занимаемую должность, точный домашний адрес и номер телефона.

10. Краткое содержание всех опубликованных в «Сообщениях» статей печатается в реферативных журналах. Поэтому автор обязан представить вместе со статьей ее реферат на русском языке (в двух экземплярах).

11. Автору направляется корректура статьи в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или печатать ее без визы автора.

12. Автору выдается бесплатно 25 оттисков статьи.

(Утверждено Президиумом Академии наук Грузинской ССР 10.10.1968; внесены изменения 6.2.1969)

Адрес редакции: Тбилиси 60, ул. Кутузова, 19, телефоны: 37-22-16, 37-86-42.

Почтовый индекс 380060

Условия подписки: на год — 22 руб. 80 коп.

## ს ა მ ტ ო რ ტ ა ს ა უ შ რ ა დ ლ ე გ ო დ

1. ჟურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევებათა ჩერ გამოუქვეყნებელ შედეგებს. წერილები ქვეყნდება მხოლოდ იმ სამეცნიერო დარგებიდან, რომელთა ნომენკლატურული სია დამტკიცებულია აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ.

2. „მოამბეში“ არ შეიძლება გამოქვეყნდეს პოლემიკური წერილი, აგრეთვე მიმოხილვითი ან აღწერითი ხასიათის წერილი ცხოველთა, მცენარეთა ან სხვათა სისტემატიკაზე, თუ მასში მოცემული არაა მეცნიერებისათვის განსაკუთრებით საინტერესო შედეგები.

3. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიკოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბუქდალ წელიწადში შეუძლია წარმოადგინოს სხვა ავტორთა არა უმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით), ე. ო. თითოეულ ნომერში თითო წერილი. საკუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანავეტორებთან ერთად — არა უმეტეს სამი წერილისა. გამოჩაყის შემთხვევაში როცა აკადემიკოსი ან წევრ-კორესპონდენტი მოითხოვს 12-ზე მეტე წერილის წარდგენას, საკითხს წყვეტს მთავარი რედაქტორი. წარდგინების ვარეშე შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია წარმოსადგენად გადასცემს აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (გარდა აკადემიკოსისა და წევრ-კორესპონდენტისა) წელიწადში შეუძლია „მოამბეში“ გამოაქვეყნოს არა უმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთია, თანავეტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბუქდალ საყვებით 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 გადაწერილ 6 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულებიანი წერილი კი 5 გვერდს). არ შეიძლება წერილების ნაწილებად დაყოფა სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად. ავტორისაგან რედაქცია ღებულობს თვეში მხოლოდ ერთ წერილს.

5. აკადემიკოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილში, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უმასხებლს ამ წყების 1 მუხლის მოთხოვნას.

6. წერილი არ უნდა იყოს გადატვირთული შესავლით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოწმებული ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დათმობილი საკუთარი გამოკვლევის შედეგებს. თუ წერილში გზადგზა, ქვეთავეების მიხედვით გადამოცემულია დასკვნები, მაშინ საჭირო არაა მათი გამოტობება წერილის ბოლოს.

7. წერილი ასე ფორმდება: თავში წემოთ უნდა დაიწეროს ავტორის ინიციალები და გვარი, ქვემოთ — წერილის სათაური. ზემოთ მარჯვენა მხარეზე, წარმოდგინება უნდა წააწეროს, თუ მეცნიერების რომელ დარგს განეკუთვნება წერილი. წერილის ძირითადი ტექსტის ბოლოს, მარცხენა მხარეს, ავტორმა უნდა აღინიშნოს იმ დაწესებულების სრული სახელწოდება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია შრომა.

8. ილუსტრაციები და ნახაზები წარმოდგენილ უნდა იქნეს თითო ცალად კონვერტით. ამასთან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს კალკაზე შავი ტუშით. წარწერები ნახაზებს უნდა გაუკეთდეს კალიგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემდგომების შემთხვევაშიც კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოებისა და ნახაზების დაწმება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კედლებზე დაწმებით უნდა აღინიშნოს, რა ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისეთი ცხრილი, რომელიც ჟურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მგლნით მკა-



ფილ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ვგზემპლარში, ბერძნულ ასოებს ქვემოთ და ქვემოთ არ-რჩხ-პატსკი-ნი გან უნდა გაეცვას თითო ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს — ქვემოთ არ-რჩხ-პატსკი-ნი რა ხაზი შავი ფანქრით, ხოლო არამთავრულ ასოებს — ზემოთ ორ-ორი პატსკი რა ხაზი შავი ფანქრით. ფანქრითვე უნდა შემოიდარგლოს ნახევარწრით ნიშნაკებიც (ინდექსისი და ხარისხის მარკენებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე. წერილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფანქრით ან მელნით.

9. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცელზე. საჭიროა დაცულ იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საქურნალო 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 ნახევრები უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა. არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც ტექსტში მითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის დამოწმება. დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს სად მუშაობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

10. „მომამეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერატულ ჟურნალში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

11. ავტორს წასაკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებად შეკრული კორექტურამატერიალ განსაზღვრული ვადით (არაუმეტეს ორი დღისა). თუ დადგენილი ვადისათვის კორექტურა არ იქნა დაბრუნებული, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

12. ავტორს უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 25 ამონაბეჭდი.

(დამტკიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1968; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969)

რედაქციის მისამართი: თბილისი 60, კუტუხოვის ქ. № 19; ტელ. 37-22-16, 37-86-42

საფოსტო ინდექსი 380060

ხ ე ლ მ ო წ ე რ ი ს პ ი რ ო ე ბ ე ბ ი: ერთი წლით 22 მან. 80 კაპ.



6 43/179

ფასი 1 რუბ. 90 კპ.  
ЦЕНА 1 РУБ. 90 КОП.