

524  
1987



ISSN—0132—1447

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

**აოაგა**

**СООБЩЕНИЯ**

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

**BULLETIN**

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 128 ტომ

№ 2

ნოემბერი 19 87 НОЯБРЬ

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI

524  
1987  
საქართველოს  
აкадеმიის  
ბულეტენი

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

ბულეტენი

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

60581

ტომი 128 ტომ

№ 2

ნომერი 1987 НОЯБРЬ

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI

საქართველოს  
მეცნიერებათა  
აკადემიის ბულეტენი

საკრედიტო კოლეჯია

- გ. ანდრონიკაშვილი, ა. აფაქიძე, ბ. ბალაქიძე, ა. ბიწაძე, ლ. გაბუნია (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), თ. გამყრელიძე, ვ. გომელაური, ა. ვუნია (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), ს. ღურშიაშვილი, ა. თავხელიძე, ჯ. ლომინაძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), ვ. მელიქიშვილი, თ. ონიანი, ე. სენიაშვილი, ა. ფრანგიშვილი, ი. ფრანგიშვილი, ა. ცაგარელი, გ. ციციშვილი, ა. ძიძიგური, შ. ძიძიგური, გ. ხარტიშვილი, ე. ხარაძე (მთავარი რედაქტორი), ნ. ჯავახიშვილი, ვ. ჯიბლაძე

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- Э. Л. Андрионикашвили, А. М. Апакидзе, Б. К. Балавадзе, А. В. Бицадзе, Л. К. Габуния (заместитель главного редактора), Т. В. Гамкrelidze, В. И. Гомеллаური, А. Л. Гуния (заместитель главного редактора), Н. А. Джавахишвили, Г. Н. Джигладзе, А. А. Дзидзигური, Ш. В. Дзидзигური, С. В. Дурмишидзе, Д. Г. Ломинадзе (заместитель главного редактора), Г. А. Меликишвили, Т. Н. Ониани, А. С. Прангишвили, И. В. Прангишвили, Э. А. Сехиашвили, А. Н. Тавхелидзе, Е. К. Харадзе (главный редактор), Г. В. Харатишвили, А. Л. Цагарели, Г. В. Цицишвили

პასუხისმგებელი მდივანი ა. იაკობაშვილი  
 Ответственный секретарь А. Б. Якобашвили

გადაეცა ასაწყობად 2.10.1987; ხელმოწერილია დასაბეჭდად 18.12.1987; შეკვ. № 3243; ანაწილის ზომა 7×12<sup>3</sup>/<sub>4</sub>; ქალაქის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 14; სააღრიცხვო-საგომომცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 19,6; უე 14380. ტირაჟი 1450 ფასი 1 მან. 90 კპ.

Сдано в набор 2.10.1987; подписано к печати 18-12.1987; зак. № 3243; 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 14380; тираж 1450; цена 1 руб. 90 коп.

\*\*\*

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

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

## ზ ი ნ ა ა რ ს ი

### მათემატიკა

- \*მ. შუბლაძე. სამი კომპლექსური ცვლადის ანალიზური ფუნქციების სიბრტყითი იზოლირებული განსაკუთრებულობების შესახებ 244
- დ. პატარაია. ალგებრული  $K$ -თეორიის ჰომოლოგიური თვისებების შესახებ 245
- \*თ. ახობაძე. ფურიეს მწკრივთა თანაბარი კრებულობისა და  $(C, \alpha)$ -შეჯამებულობის შესახებ 251
- \*ს. მარჩილაშვილი.  $\pi$ -ბიკომპაქტურ სივრცეთა და  $O$ -სივრცეთა განზომილების თეორიის ზოგიერთი საკითხი 255
- \*ვ. პესტოვი. ტიხონოვის სივრცეთა კატეგორია როგორც ქვეკატეგორია იდგმება ტოპოლოგიურ ჯგუფთა კატეგორიაში 259
- \*ს. სანებლიძე. ფუნქტორი  $D_R$  და ფიბრაციის სივრცის რაციონალური კომპოლოგიური ალგებრა 263
- \*გ. მანჯავიძე, ნგოვან ლიოკი.  $V$  ამოცანა განზოგადებული ანალიზური ვექტორებისათვის 262
- \*ო. ძაგნიძე. პუასონის ინტეგრალის წარმოებულების სასაზღვრო მნიშვნელობანი და ფუნქციათა წარმოდგენა 271

### მიქანიკა

- \*გ. გენიევი, რ. გოგოლაძე. უკუმშველი ბარობლანტი გარემოს ერთგანზომილებიანი დამყარებული მოძრაობა 276

### დრეკადლოვის თეორია

- \*რ. ბანცური, რ. ისახანოვი. ფირფიტის ლუნვის ერთი ნახევრადშებრუნებული ამოცანის შესახებ 280

### კიბირნეტიკა

- \*ვ. ბილაონოვი. ფართო ვაგებით ეფექტური მართვადი სისტემების აგების ლოგურ-დინამიკური მეთოდები 283
- \*გ. გოთოშია, გ. ჯიმშელეიშვილი, გ. როჭიკაშვილი. გრაფიკული ობიექტების აგრეგირებული რედაქტორის შესავლელი ენის ზოგადი სტრუქტურა 288

### ფიზიკა

- \*გ. ბარამიძე. ბგერითი მოვლენები ტალღამტარში ზედრეჩითი, რომელიც შეესებოდა ზედნადი  ${}^3\text{He}$  სითხით ძლიერი მაგნიტური ველის თანდასწრებით 292

\* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

- \*ი. გვერდწითელი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ა. გერასიმოვი, ზ. გოგუა, ზ. ჯიბუტი, მ. ფხაკაძე. დიფუზიის მექანიზმის შესახებ ელემენტარ კრისტალებში 296
- \*დ. ჯიშიაშვილი, ე. ქუთელია. სილიციუმ —  $GeO_x$  გამყოფი ზედაპირის ელემენტარფიზიური თვისებები 300
- \*მ. ბეჟაშვილი, ზ. ბუაჩიძე, ი. გიქოშვილი. ინტეგრალურ-ობიექტურ ლოგიკური ელემენტები 303
- \*ე. წურწუშია. უწყვეტის იმპულსის გაზომვა კბილის ქსოვილის ლაზერული დასხივებისას 307

## ასტრონომია

- \*ლ. სიგუა. სატურნის B რგოლის ობიექტური სისქე 310

## გიოფიზიკა

- \*ა. ბურჭულაძე, გ. ტოგონიძე, ს. ფაღავა, ი. ერისთავი, ნ. ქიორიკაშვილი, კ. ხულორდავა, ა. ბურჭულაძე (უმც.) მინერალური წყლებისა და ნიადაგების ზოგიერთი ნიმუშის დათარიღება რადიონახშირბადის მეთოდით 315

## ზოგადი და არაორგანული ქიმია

- \*ი. მემანიშვილი, შ. კულუღაშვილი, ე. გაგოიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). „სორტუანის“ და „ვიარსკა-3“-ის მინერალური წყლებიდან მიღებული ნატურალური ფხენილების რენტგენოგრაფული და სპექტრული გამოკვლევები 320

## ორგანული ქიმია

- \*ი. მჭედლიშვილი, რ. ახოზაძე. ფოტოქიმიური ჟანგვის პროდუქტების გავლენა ნეთოზის არომატული ნახშირწყალბადების ლუმინესცენტურ თვისებებზე 323

## ფიზიკური ქიმია

- \*თ. ანდრონიკაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ნ. ოსიპოვა, თ. კვერნაძე, ს. უროტაძე. მყარი სარჩულის გავლენა თხევადი ფაზის ზოგიერთ ფიზიკურ-ქიმიურ მაჩვენებელზე 327
- \*პ. ჯაფარიძე, ნ. გამყრელიძე. ლითონთა იონური რადიუსების გამოთვლა ლითონურ მდგომარეობაში 331
- \*მ. აბულაძე, მ. ნამორაძე, ზ. ძოწენიძე, მ. მუსეარიძე. ნახშირბადის (II) ოქსიდის ალუმინის შესწავლა ტუტე ლითონების სულფატების ზედაპირზე 335

## ელემენტარქიმია

- \*ჭ. გველესიანი, ლ. რუბეში, ე. ჭიჭინაძე. სამეალენტიანი ქრომის გავლენა ქრომიუმის ელემენტროლიტის ელემენტროგამპარებლობაზე და ქრომის დენით გამოსავალზე 340

## ბიოლოგია

- \*ა. გავაშვილი, პ. ავალიშვილი, დ. ჭეიშვილი, ი. ქავთარაძე, მ. ჯამბურია, მალამთიანი აფხაზეთის იასპისის გამოვლინების შესახებ 343

\*გ. ს ა ნ ა ძ ე. სამხრეთ კახეთის ნავთობგაზიანი ტერიტორიის გეოლოგიური განვითარების ნეოგენური ისტორიისათვის 347

მინერალოგია

\*დ. პ ა ტ ა რ ი ძ ე. ფსევდომორფიზმის მათემატიკური მოდელი  $FeS_2 - FeS$  სისტემაში 351

საშენებლო მიქანია

\*მ. მ უ ხ ა ძ ე. ფირფიტების დინამიკური ამოცანის ამოხსნა კოლოსოვ-მუსხელიშვილის მეთოდით 355

\*ნ. ხ ა ტ ი ა შ ვ ი ლ ი. რომბისებური ელემენტებისაგან შემდგარი რკინაბეტონის გარსების დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობა 360

\*ა. კ ო ჟ ი ა შ ვ ი ლ ი, დ. კ ე რ ე ს ე ლ ი ძ ე, თ. მ ი ქ ა შ ვ ი ლ ი, პ. ჭ ი ჭ ა ღ ლ ა. ბეტონის სითბოგამოყოფის მახასიათებელი ტემპერატურული სხვაობის საშუალო მნიშვნელობის შეფასების დაზუსტებული ხერხი 363

მიტალურგია

\*ა. ვ ა შ ა კ ი ძ ე, გ. ბ ე გ ლ ა რ ი შ ვ ი ლ ი, თ. მ ა ხ ა რ ა ძ ე, ა. გ ო ბ რ ო ნ ი ძ ე, ნ. ვ ა შ ა კ ი ძ ე. საკონტაქტო ძაბვები ექვსკუთხა ზოლის ექვსკუთხა კალიბრში ერთ-და-ორამძრავიანი გლინებით გლინვისას 367

\*ნ. შ ა მ შ ა. დეფორმაციული პლასტიკური დენადობა ალმასის სტრუქტურული ტიპის კრისტალურ არეში 372

მანქანათმშობლო

\*თ. თ ე ე ზ ა ძ ე. მოქნილი მანიპულატორის მდგრადობის შესახებ 376

\*ლ. გ ა ბ ი ძ ა შ ვ ი ლ ი, თ. რ უ ს ა ძ ე, ბ. ა მ ბ რ ო ლ ა ძ ე. ავტომატარებლის საბუქსირე მოწყობილობის დრეკადი ელემენტის სიხისტის და დემპფერების სასტენდო კვლევა 380

ენერგეტიკა

\*ზ. ჯ ო ხ ა ძ ე, თ. კ ი კ ა ლ ი შ ვ ი ლ ი, დ. დ ა რ ჩ ი ა, შ. კ ო ღ ლ ა. წყლის წვეთების მოძრაობის აღწერა შემხვედრ გრებილნაკადებიან აპარატში 383

ბოტანიკა

\*ლ. ყ ა ნ ჩ ა ვ ე ლ ი, სოკოთა ახალი გვარები და სახეობები საქართველოს მიკოფლორისათვის Dematiaceae -- ოჯახიდან 387

ბინეტიკა და სელექცია

\*ვ. მ ე უ ნ ა რ გ ი ა, ვ. ლ ო რ თ ქ ი ფ ა ნ ი ძ ე, ნ. ს ა ლ ა მ ა ტ ი ნ ა, ი. მ ე ს ტ ი ა შ ვ ი ლ ი, ნ. ქ ო რ ფ ა შ ვ ი ლ ი, ლ. ბ ო ლ ქ ე ვ ა ძ ე, ნ. ჯ ა ე ა ხ ი შ ვ ი ლ ი, მ. ფ ხ ო ვ ე ლ ი შ ვ ი ლ ი, მ. მ ი ა ის უ რ ა ძ ე. სისხლის ჯგუფების გენეტიკური სისტემების ერითროციდური იზოანტიგენების გავრცელება დასავლეთ საქართველოს ეთნიკურ ჯგუფებში 392

## ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

- \*ა. ბაკურაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ლ. გუგუშვილი, მ. ჯაფარიძე. მეორადი მხედველობითი ქერქული ველების როლი უღებლესი მიმუნების მიერ სივრცობრივი დაყოვნებული რეაქციების განხორციელებაში 395

## ბიოფიზიკა

- \*ბ. ლაშავა, რ. ყიფიანი. დაბალტემპერატურული ფლუორესცენციის მეთოდის გამოყენებით გამარადიაციის მოქმედების შესწავლა ქლოროფილის აგრეგირებული ფორმის წარმოქმნის სისწრაფეზე ხორბლის ეთიოლირებულ აღმონაცენებში 398

## ბიოქიმია

- \*თ. მგალობლიშვილი, თ. ძაძუა, მ. გოგუაძე, ე. გვასალია, თ. ანდრონიკაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ე. კამბაკაძე, ლ. ოდილავეძე. ხელატური პრეპარატების და კლინობტილოლით-შემცველი ტუფის გავლენის კვლევა ჩაის ფოთლების ხარისხის ბიოქიმიურ მაჩვენებლებზე 404

## მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

- \*ლ. ალექსი-მესხიშვილი, მ. ბაქრაძე. ობის სოკოების ფერმენტაციული აქტიუობის შესწავლისათვის 407

## ჰისტოლოგია

- \*გ. სამსონიძე, ჭ. ბარაბაძე. პანკრეასის აღდგენითი რეაქცია დასხივების შემდეგ 410  
 \*ნ. ჯოგლიძე, რ. კაპანაძე. მიოკარდიუმის მორფოფუნქციური ცვლილებების დახასიათება სიკვდილის უშუალოდ გამოშვებვი კორონაროგენური კარდიოსკლეროზის დროს (ათეროსკლეროზი, ჰიპერტონიული დაავადება) 414

## ციტოლოგია

- \*ლ. ნებოლსინა. ძალის ჰეპატოციტების ზოგიერთი ორგანულის სტერეოლოგიური ანალიზი ჩონჩხის კუნთების დაზიანების შემდეგ 419

## ემპირიკული მიდვიცინა

- \*ა. შილაძე, ნ. ლუკაში, რ. ხუნდაძე. იმუნოლოგიური სტატუსის გამოკვლევა ქალებში მშობიარობის შემდგომი სეპტიური დაავადებით 423  
 \*ი. ფავლენიშვილი, ნ. შაისურაძე. სეფსით და სეფსისური შოკით დაავადებულ ახალშობილ და ადრეულ ასაკის ბავშვთა სისხლიდან გამოყოფილი გრამუარყოფითი მიკრობების დახასიათება 427

## ენათმეცნიერება

- \*მ. კამენიხი. ნასესხებ სიტყვათა სემანტიკური ადაპტაცია რუსულ ენაში (ინგლისური ენის მასალის მიხედვით) 431  
 ც. საკარული. სისტემური და კონტექსტუალური კონოტაციის საკითხისათვის (თანამედროვე ინგლისური ენის მასალაზე) 433

## არქეოლოგია

- ი. ცუხიშვილი. ქალის ტყეის ქანდაკება კარსნისხევიდან 437

## აღმოსავლეთმცოდნეობა

- რ. სადრაძე. ადრეული თურქული ლექსის ვერსიფიკაციული ბუნების გაგებისათვის (ადრეე ქორქუთის წიგნის" ლექსების მიხედვით) 441

## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

М. Ш. Шубладзе. О плоскостных изолированных особенностях аналитических функций трех комплексных переменных	241
* Д. А. Патарая. О гомологических свойствах алгебраической $K$ -теории	247
Т. И. Ахобадзе. О равномерной сходимости и $(C, \alpha)$ -суммируемости тригонометрических рядов Фурье	249
С. М. Марчилашвили. Некоторые вопросы теории размерности $\pi$ -бикомпактных пространств и $O$ -пространств	253
В. Г. Пестов. Категория тихоновских пространств вкладывается в категорию топологических групп как подкатегория	257
С. А. Санеблидзе. Функтор $D_R$ и рациональная алгебра когомологии расслоенного пространства	261
Г. Ф. Манджавидзе, Нго Ван Лыок. Задача $V$ для обобщенных аналитических векторов	265
О. П. Дзагидзе. Граничные значения производных интеграла Пуассона и представление функций	269

### МЕХАНИКА

Г. А. Гениев, Р. В. Гоголадзе. Одномерное установившееся движение несжимаемой баровязкой среды	273
--	-----

### ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

Р. Д. Банцури, Р. С. Исаханов. Об одной полуобратной задаче изгиба пластинки	277
--	-----

### КИБЕРНЕТИКА

В. Ю. Билаонов. Логико-динамические методы построения эффективных в широком смысле управляемых систем	281
М. М. Готошия, Г. Э. Джимшелейшвили, Г. А. Рочикашвили. Общая структура входного языка агрегатного редактора графических образов (АРГО)	285

### ФИЗИКА

Г. А. Барамидзе. Звуковые процессы в волноводе со сверхщелью, заполненном сверхтекучим $^3\text{He}$ в присутствии сильного магнитного поля	289
---	-----

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



- И. Г. Гвердцители (академик АН ГССР), А. Б. Герасимов, З. Г. Гогуа, З. В. Джибути, М. Г. Пхакадзе. О механизме диффузии в ковалентных кристаллах 293
- Д. А. Джишиашвили, Э. Р. Кутелия. Электрофизические свойства границы раздела кремний-GeO<sub>x</sub> 297
- М. К. Бежашвили, З. Э. Буачидзе, И. П. Гнкошвили. Интегрально-оптические логические элементы 301
- В. Я. Цурцумия. Измерение импульса отдачи тканей зуба при лазерном облучении 305

## АСТРОНОМИЯ

- Л. А. Сигуа. Оптическая толщина кольца В Сатурна 309

## ГЕОФИЗИКА

- А. А. Бурчуладзе, Г. И. Тогоидзе, С. В. Пагъва, И. В. Эристави, Н. Е. Кирикашвили, К. Г. Хулордава, А. А. Бурчуладзе (мл.). Датирование некоторых образцов минеральной вод и почв радиоуглеродным методом 313

## ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- И. П. Меманишвили, Ш. М. Кулулашвили, Э. В. Гагоидзе, Г. В. Цинцадзе (член-корреспондент АН ГССР). Рентгенографическое и спектральное исследование натуральных порошков, полученных из минеральных вод «Сортуани» и «Вярска-3» 317

## ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- И. Дж. Мchedlishvili, Р. Н. Ахобадзе. Влияние продуктов фотохимического окисления на люминесцентные свойства ароматических углеводородов нефти 321

## ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Т. Г. Андроникашвили (член-корреспондент АН ГССР), Н. А. Осипова, Т. К. Квернадзе, С. Л. Уротадзе. Влияние природы твердого носителя на некоторые физико-химические показатели неподвижной фазы 325
- П. Н. Джапаридзе, Н. В. Гамкрелидзе. Определение ионных радиусов металлов в металлическом состоянии 329
- М. К. Абуладзе, М. А. Наморадзе, З. Г. Дзоценидзе, М. Д. Мусеридзе. Изучение воспламенения оксида (II) углерода на поверхностях сульфатов щелочных металлов 333



## ЭЛЕКТРОХИМИЯ

Дж. Ф. Гвелесиани, Л. Л. Рубеш, Э. Я. Чичинадзе. Влияние трехвалентного хрома на электропроводность электролита хромирования и выход хрома по току 337

## ГЕОЛОГИЯ

А. М. Гавашели, П. И. Авалишвили, Д. В. Чейшвили, И. Г. Кавтарадзе, М. М. Джамбурия. О проявлении сургучной яшмы в Горной Абхазии 341

Г. И. Санадзе. К неогеновой истории геологического развития нефтегазонасыщенной территории Южной Кахетии 345

## МИНЕРАЛОГИЯ

Д. В. Цагаридзе. Математическая модель псевдоморфизма в системе  $FeS_2-FeS$  349

## СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

М. Г. Мухадзе. Решение динамической задачи пластины методом Колосова—Мухелишвили 353

Н. Н. Хаташвили. Напряженно-деформированное состояние железобетонных оболочек и ромбических элементов 357

А. М. Кожиашвили, Д. Д. Кереселидзе, Ю. Н. Микашвили, П. В. Чичагуа. Уточненный способ оценки среднего значения характерной температурной разности при тепловыделении бетона 361

## МЕТАЛЛУРГИЯ

А. С. Вашакидзе, Г. С. Бегларишвили, О. В. Махарадзе, А. В. Гобронидзе, Н. А. Вашакидзе. Контактные напряжения при прокатке шестигульной полосы в шестигульном калибре с одним и двумя приводными вальками 365

Н. А. Шамба. Деформационное пластическое течение в кристаллическом пространстве структурного типа алмаза 369

## МАШИНОВЕДЕНИЕ

Т. М. Тевзадзе. Об устойчивости гибкого манипулятора 373

Л. Г. Габидзашвили, Т. П. Русадзе, Б. У. Амброладзе. Стендовое исследование демпфирования и жесткости упругого элемента сцепного устройства автопоезда 377

## ЭНЕРГЕТИКА

- З. И. Джохадзе, О. И. Кикалишвили, Д. Г. Дарчия, Ш. Б. Кодуа.  
Описание движения капель жидкости в аппарате со встречными закру-  
ченными потоками 381

## БОТАНИКА

- Л. А. Қанчавели. Новые роды и виды грибов для Грузии из семейства  
Dematiaceae 385

## ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

- В. В. Меунаргия, В. Ш. Лорткианидзе, Н. В. Саламатина,  
И. Г. Мestiaшвили, Н. И. Корпашвили, Л. Г. Болквадзе,  
Н. Н. Джавахишвили, М. Г. Пховелишвили, М. А. Майсу-  
радзе. Распределение эритроцитарных изоантигенов генетических си-  
стем группы крови в этнических группах Западной Грузии 389

## ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- А. Н. Бакурадзе (член-корреспондент АН ГССР), Л. Н. Гугушвили,  
М. Т. Джафарли. Роль вторичных зрительных корковых полей в  
осуществлении пространственных отсроченных реакций низших обезьян 393

## БИОФИЗИКА

- П. О. Гачава, Р. Я. Кипиани. Использование метода низкотемпературной  
флуоресценции для изучения влияния гамма-радиации на скорость обра-  
зования агрегированной формы хлорофилла у этиолированных пророст-  
ков пшеницы 397

## БИОХИМИЯ

- Т. С. Мгалоблишвили, О. Л. Дзадзуа, М. И. Гогоадзе, В. П. Гва-  
салия, Т. Г. Андроникашвили (член-корреспондент АН ГССР),  
В. П. Камкамидзе, Л. Н. Одиладзе. Исследование влияния  
хелатных препаратов и клиноптилолитсодержащих туфов на биохимиче-  
ские показатели качества чайного листа 401

## МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

- Л. Г. Алекси-Месхишвили, М. Б. Бакрадзе. К изучению фермента-  
тивной активности плесневых грибов 405

## ГИСТОЛОГИЯ

- Г. Г. Самсонидзе, К. Н. Барабадзе. Восстановительная реакция под-  
желудочной железы после облучения 409

- Н. Ш. Джоглидзе, Р. В. Кападзе. Характеристика морфофункциональных изменений миокарда при коронарогенном кардиосклерозе (атеросклероз, гипертоническая болезнь), являющемся непосредственной причиной смерти 413

#### ЦИТОЛОГИЯ

- Л. М. Небольсина. Стереологический анализ некоторых органелл гепатоцитов после повреждения скелетных мышц собак 417

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- А. З. Чиладзе, Н. М. Лукаш, Р. Ш. Хундадзе. Состояние иммунного статуса у женщины с послеродовыми септическими заболеваниями 421
- И. В. Павленишвили, Н. А. Майсурадзе. Характеристика грамотрицательных микробов, выделенных из крови при сепсисе и септическом шоке у новорожденных и детей раннего возраста 425

#### ЯЗЫКОЗНАНИЕ

- М. Г. Каменных. Семантическая адаптация заимствованных слов в русском языке 429
- \* Ц. М. Сакарული. К вопросу системной и контекстуальной коннотации (на материале современного английского языка) 435

#### АРХЕОЛОГИЯ

- \* И. А. Цухишвили. Женская свинцовая скульптура из Карсписхеви 439

#### ВОСТОКОВЕДЕНИЕ

- \* Р. Н. Садрадзе. К пониманию версификационной природы древнетурецкого стиха (по стихам «Книги Деде Коркут») 443

## CONTENTS

### MATHEMATICS

M. Sh. Shubladze. On plane isolated singularities of analytic functions of three complex variables	244
D. A. Pataraya. On homological properties of the algebraic K-theory	248
T. I. Akhobadze. On the uniform convergence and $(C, \alpha)$ -summability of trigonometric Fourier series	251
S. M. Marchilashvili. On some problems of dimension theory of $\pi$ -bicomact spaces and $O$ -spaces	255
V. H. Pestov. The category of Tychonoff spaces embedded into the category of topological groups as a subcategory	259
S. A. Saneblidze. Functor $D_k$ and the rational cohomology algebra of a fibration	264
G. F. Manjavidze, Ngo Van Lyoc. The problem V for generalized analytic vectors	267
O. P. Dzagnidze. Boundary values of derivatives of the Poisson integral and representation of functions	271

### MECHANICS

G. A. Geniev, R. V. Gogoladze. One-dimensional established motion of the incompressible baroviscous medium	276
--	-----

### THEORY OF ELASTICITY

R. D. Bantsuri, R. S. Isakhanov. On one semi-inverse problem of plate bending	280
---	-----

### CYBERNETICS

V. Yu. Bilaonov. Dynamic logic design methods for generally efficient controlled systems	283
M. M. Gotoshia, G. E. Jimshelishvili, G. A. Rochikashvili. General structure of input language for the aggregate editor of graphical patterns (AEGP)	288

### PHYSICS

G. A. Baramidze. Acoustic modes of superfluid $^3\text{He}$ in the waveguide with superleak in strong magnetic field	292
I. G. Gverdsiteli, A. B. Gerasimov, Z. G. Gogua, Z. V. Jibuti, M. G. Pkhakadze. On diffusion mechanism in covalent crystals	296

- D. A. Jishiashvili, E. R. Kutelia. Electrophysical properties of silicon- $\text{GeO}_x$  interface 300
- M. K. Bezhashvili, Z. E. Buachidze, I. P. Gikoshvili. Logical elements based on integral optics 303
- V. L. Tsurtsunia. Measuring the output impulse during laser irradiation of tooth tissue 307

## ASTRONOMY

- L. A. Sigua. Optical thickness of Saturn *B* ring 311

## GEOPHYSICS

- A. A. Burchuladze, G. I. Togonidze, S. V. Pagava, I. V. Eristavi, N. E. Kirikashvili, K. G. Khulordava, A. A. Burchuladze (Jr.). Dating of some samples of mineral waters and soils by the radiocarbon method 315

## GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

- I. P. Memanishvili, Sh. M. Kululashvili, E. V. Gogoidze, G. V. Tsintsadze. X-ray and IR spectral investigation of natural powders from "Sortuani" and "Vyarsk-3" mineral waters 320

## ORGANIC CHEMISTRY

- I. J. Mchedlishvili, R. N. Akhobadze. Influence of photochemical oxidation products on the luminescence characteristics of petroleum aromatic hydrocarbons 324

## PHYSICAL CHEMISTRY

- T. G. Andronikashvili, N. A. Osipova, T. K. Kvernadze, S. L. Urotadze. Influence of solid carrier nature on some physico-chemical indices of stationary phase 328
- P. N. Japaridze, N. V. Gamkrelidze. Determination of the ionic radius of metals in the metallic state 332
- M. K. Abuladze, M. A. Namoradze, Z. G. Dzotsenidze, M. D. Museridze. A study of carbon monoxide inflammation on the surface of alkaline element sulphates 339

## ELECTROCHEMISTRY

- J. F. Gvelesiani, L. L. Rubesh, E. Ya. Chichinadze. The effect of trivalent chromium on electric conduction of chromium plating electrolyte and chromium current efficiency 340

## GEOLOGY

- A. M. Gavasheli, P. I. Avalishvili, D. V. Cheishvili, I. G. Kavtaradze, M. M. Jamburia. The discovery of jasper in the highlands of Abkhazia 344
- G. I. Sanadze. On the neogenic history of geological development of oil-and-gas-bearing territory in southern Kakheti 347

## MINERALOGY

- D. V. Pataridze. Mathematical model of pseudomorphism in  $\text{FeS}_2$ -FeS system 351

## STRUCTURAL MECHANICS

- M. G. Mikhadze. Solution of a dynamical problem of plates by Kolosov-Muskheleshvili method 356

- N. N. Khatiashvili. Stress-strain state of reinforced concrete shells built of rhombic elements 360
- A. M. Kozhiashvili, D. D. Kereselidze, Yu. N. Mikashvili, P. V. Chichagua. Refined method of estimating the average value of characteristic temperature difference at heat release in concrete 364

#### METALLURGY

- A. S. Vashakidze, G. S. Beglarishvili, O. V. Makharadze, A. V. Gobronidze, N. A. Vashakidze. Contact stresses during the rolling of hexagonal strip in hexagonal pass with one and two drive rolls 367
- N. A. Shamba. Deformation plastic flow in the diamond lattice crystal structure 372

#### MACHINE BUILDING SCIENCE

- T. M. Tevzadze. On the stability of flexible manipulator 376
- L. G. Gabidzashvili, T. P. Rusadze, B. U. Ambroladze. Bed investigation of damping and rigidity of motor-vehicle train-coupling device resilient element 380

#### POWER ENGINEERING

- Z. I. Jokhadze, O. I. Kikalishvili, D. G. Darchia, Sh. B. Kodua. The movement of liquid drops in the apparatus with swirllet counter flows 384

#### BOTANY

- L. A. Kanchaveli. New genera and species of fungi from the family *Dematiaceae* in the Georgian mycoflora 387

#### GENETICS AND SELECTION

- V. V. Meunargia, V. Sh. Lortkipanidze, N. V. Salamatina, I. G. Mestiashvili, N. I. Korpashvili, L. G. Bolkvadze, N. N. Javakhishvili, M. G. Pkhovelishvili, M. A. Maisuradze. The distribution of erythrocytic isoantigens in ethnic groups of western Georgia 392

#### HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- A. N. Bakuradze, L. N. Gugushvili, M. T. Jafarli. The role of secondary visual cortex in the performance of spatial delayed reactions 395

#### BIOPHYSICS

- P. O. Gachava, R. Ya. Kipiani. Use of the low-temperature fluorescence method in the study of the effect of gamma-radiation on the rate of formation of the aggregated form of chlorophyll in etiolated wheat sprouts 399

#### BIOCHEMISTRY

- T. S. Mgaloblishvili, O. L. Dzadzua, M. I. Goguadze, V. P. Gvasalia, T. G. Andronikashvili, V. P. Kamkamidze, L. N. Odilavadze. Investigation of the effect of chelates and clinoptilolite-rich tuffs on biochemical indices of tea leaf quality 404

#### MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

- L. G. Aleksii-Meskhishvili, M. B. Bakradze. On the study of enzymic activity of fungi 407

## HISTOLOGY

- G. G. Samsonidze, K. N. Barabadze. The reaction of restoration in the pancreas following irradiation 411
- N. Sh. Joglidze, R. V. Kapanadze. Characteristics of morphofunctional changes of myocardium at coronary cardiosclerosis (atherosclerosis and hypertension) 415

## CYTOLOGY

- L. M. Nebolsina. Stereologic analysis of some organelles of hepatocytes after the damage of dog's skeleton muscles 419

## EXPERIMENTAL MEDICINE

- A. Z. Chiladze, N. M. Lukash, R. Sh. Khundadze. Investigation of the immunological status in the postnatal period in women suffering from septic diseases 424
- I. V. Pavlenishvili, N. A. Maisuradze. Characteristics of gram-negative microbes isolated from the blood at sepsis and septic shock in newborns and infants 427

## LINGUISTICS

- M. G. Kamennykh. Semantic adaptation of borrowed words in Russian (on the basis of the English language) 432
- Ts. M. Sakaruli. On systemic and contextual connotation (on the material of the modern English language) 436

## ARCHAEOLOGY

- I. A. Tsukhishvili. Female leaden figurine from Karsniskhevi 439

## ORIENTAL STUDIES

- R. N. Sadradze. Towards the understanding of the versificative nature of the earlier Turkish verse (according to the poems from "Dede Korkut's book") 443



М. Ш. ШУБЛАДЗЕ

О ПЛОСКОСТНЫХ ИЗОЛИРОВАННЫХ ОСОБЕННОСТЯХ  
 АНАЛИТИЧЕСКИХ ФУНКЦИИ ТРЕХ КОМПЛЕКСНЫХ  
 ПЕРЕМЕННЫХ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 23.4.1986)

В работе продолжается начатое в [1, 2] исследование топологии простейших неизолированных особенностей аналитических функций нескольких комплексных переменных.

Мы рассматриваем случай двумерного гладкого множества особенностей.

Пусть  $f: (\mathbb{C}^3, O) \rightarrow (\mathbb{C}, O)$  — росток аналитической функции с гладким двумерным критическим множеством  $L$ . Ввиду гладкости  $L$ , на  $\mathbb{C}^3$  можно выбрать координаты  $(x, y, z)$  так, что  $L = \{x = 0\}$ , что мы и будем предполагать в дальнейшем.

Пусть  $E_3$  — пространство ростков в нуле голоморфных функций на  $\mathbb{C}^3$ ,  $(x^2)$  — идеал, порожденный элементом  $x^2$ .

Допустим, что  $P = P_3$  — группа ростков в нуле локальных диффеоморфизмов. Рассмотрим подгруппу  $P_L \subset P$ , состоящую из таких диффеоморфизмов  $\varphi$ , что  $\varphi(L) = L$ .

Пусть  $f \in (x^2)$ . Определим коразмерность  $\text{codim } f = \dim (x^2)/T(f)$ , где

$$T(f) = \left\{ \xi \frac{\partial f}{\partial x} + \eta \frac{\partial f}{\partial y} + \zeta \frac{\partial f}{\partial z}, \xi \in (x), \eta, \zeta \in (x, y, z) \right\}.$$

Определение. Росток  $f \in (x^2)$  называется изолированной плоскостной особенностью, если  $\text{codim } f < +\infty$ .

Теорема 1. Пусть  $f$  имеет изолированную плоскостную особенность. Тогда существует такое шевеление  $\tilde{f}$  в классе изолированных плоскостных особенностей, что  $\tilde{f}$  имеет на плоскости  $L$  точки типа  $A_\infty (f \sim x^2)$  и  $D_\infty (f \sim x^2 y$  или  $x^2 z)$  ([1, 2]), а вне  $L$  только морсовские точки, причем такое шевеление можно взять в виде  $\tilde{f} = x^2 (g(x, y, z) + \lambda_1 y + \lambda_2 z + \lambda_3)$  где  $\lambda_1, \lambda_2 \in \text{Reg}(g(x, y, z))$ , а  $\lambda_3 \in \text{Reg}(g(x, y, z) + \lambda_1 y + \lambda_2 z)$ .

Доказательство. Допустим, что на плоскости  $L$  имеет место  $g(x, y, z) + \lambda_1 y + \lambda_2 z + \lambda_3 \neq 0$ . Тогда преобразование

$$x' = x(g(x, y, z) + \lambda_1 y + \lambda_2 z + \lambda_3)^{-\frac{1}{2}}, \quad y' = y, \quad z' = z, \quad \lambda'_i = \lambda_i, \\ i = 1, 2, 3,$$

принадлежит классу  $P_L$  и в новых координатах  $\tilde{f} \sim x^2$ .

Предположим теперь, что  $g(x, y, z) + \lambda_1 y + \lambda_2 z + \lambda_3 = 0$ . Поскольку  $\lambda_3 \in \text{Reg}(g(x, y, z) + \lambda_1 y + \lambda_2 z)$ , то в точках кривой  $g(x, y, z) + \lambda_1 y + \lambda_2 z + \lambda_3 = 0$  имеем  $\text{grad}(g(x, y, z) + \lambda_1 y + \lambda_2 z) \neq 0$ . Отсюда получаем, что  $\tilde{f}$  имеет морсовские точки, причем  $\tilde{f} \sim x^2$  на плоскости  $L$ .

60561  
19561



что в этой точке  $dg/\partial y + \lambda_1$  или  $dg/\partial z + \lambda_2$  не равняется нулю. Допустим, что  $dg/\partial y + \lambda_1 \neq 0$ . Тогда рассмотрим преобразование

$$x' = x, y' = g(x, y, z) + \lambda_1 y + \lambda_2 z + \lambda_3, z' = z, \lambda'_i = \lambda_i, i=1, 2, 3,$$

принадлежащее классу  $P_L$ . В новых координатах  $\tilde{f} \sim x^2 y$ , т. е.  $\tilde{f}$  эквивалентен ростуку  $D_\infty$ .

Мы выяснили, что на  $L$  имеются точки типа  $A_\infty$  и  $D_\infty$ . Аналогично можно показать, что вне плоскости  $L$  имеются только морсовские точки в конечном числе.

**Теорема 2.** Число морсовских точек  $s$  для  $f$  выражается формулой

$$s = \dim_{\mathbb{C}}(x^2)/(xf_x, f_y, f_z).$$

**Доказательство.** Пусть  $F: (\mathbb{C}^3 \times \mathbb{C}^\lambda, 0) \rightarrow (\mathbb{C}, 0)$ , где  $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)$ , — описанная деформация  $f$ , а  $f = x^2 g(x, y, z)$  и  $F(x, y, z, \lambda) = x^2 H(x, y, z, \lambda)$ , где  $H(x, y, z, \lambda) \in E_4$  и  $H|_{\lambda=0} = g(x, y, z)$ . Легко видеть, что  $s$  — это индекс пересечения плоскости  $\lambda = 0$  с ростком поверхности  $M \subset \mathbb{C}^3 \times \mathbb{C}^\lambda$  — замыканием роста множества

$$\{F_x = 0, F_y = 0, F_z = 0, x \neq 0\} = \{2H + xH_x = 0, H_y = 0, H_z = 0\}.$$

Из совпадения геометрической кратности с алгебраической [3] получаем

$$\begin{aligned} s &= \dim_{\mathbb{C}} E_4 / (2H + xH_x, H_y, H_z) = \dim_{\mathbb{C}} E_3 / E_3(2g + xg_x, g_y, g_z) = \\ &= \dim_{\mathbb{C}}(x^2) / (2x^2 g + x^3 g_x, x^2 g_y, x^2 g_z) = \dim_{\mathbb{C}}(x^2) / (xf_x, f_y, f_z). \end{aligned}$$

Пусть  $f: (\mathbb{C}^3, 0) \rightarrow (\mathbb{C}, 0)$  — изолированная плоскостная особенность. Выберем  $\varepsilon > 0$  и  $\eta > 0$  так, чтобы ограничение

$$f: B_\varepsilon \cap f^{-1}(D_\eta \setminus 0) \rightarrow D_\eta \setminus 0$$

определяло локально тривиальное расслоение Милнора.

Определим маленький цилиндр  $B_0$  вокруг  $L$  и 2-мерный диск  $D_0$  с центром  $0 \in \mathbb{C}^1$  такой, что  $\partial B_0 \cap f^{-1}(t)$ , при  $t \in D_0$ .

Доказательству основного результата мы предположим необходимые леммы.

**Лемма 1.** Радиус  $B_0$  можно подобрать так, чтобы при проекции  $P(x, y, z) = (0, y, z)$  множество  $f^{-1}(t) \cap B_0$  двулистно накрывало  $B_\varepsilon \cap (L \setminus U)$ , где  $U$  — окрестность гладкого неособого подмногообразия  $g(0, y, z) + \lambda_1 y + \lambda_2 z + \lambda_3 = 0$ .

**Лемма 2.** Расслоения Милнора для  $f$  и  $\tilde{f}$  эквивалентны над границей  $D_\eta$ .

**Теорема 3.** Пусть  $f: (\mathbb{C}^3, 0) \rightarrow (\mathbb{C}, 0)$  — росток голоморфной функции в нуле. Тогда для слоя расслоения Милнора  $f: B_\varepsilon \cap f^{-1}(D_\eta \setminus 0) \rightarrow D_\eta \setminus 0$  имеем  $H_1(X_t) \approx \mathbb{Z}$ ,  $H_2(X_t) \approx \mathbb{Z}^s$ , где  $s$  равно сумме чисел морсовских точек для  $\tilde{g}$  и  $f$ , где  $\tilde{g}(y, z) = g(0, y, z)$ .

**Доказательство.** Допустим, что  $b_1, b_2, \dots, b_s$  — морсовские точки с критическими значениями  $\tilde{f}(b_1), \dots, \tilde{f}(b_s)$ , а  $B_1, B_2, \dots, B_s$  — дизъюнктивные 6-мерные шары в точках  $b_1, b_2, \dots, b_s$  и  $D_1, D_2, \dots, D_s$  — 2-мерные диски в точках  $\tilde{f}(b_1), \tilde{f}(b_2), \dots, \tilde{f}(b_s)$ . Подберем их так, чтобы  $\tilde{f}: B_i \cap \tilde{f}^{-1}(D_i) \rightarrow$



$\rightarrow D_i, i = 1, 2, \dots, s$ , было локально тривиальным расслоением над  $D_i \setminus \tilde{\gamma}(b_i)$ . Выбираем  $B_i$  так, чтобы  $\partial B_i \cap \tilde{\gamma}^{-1}(t)$ , если

$$t \in D_\eta \setminus \bigcup_{i=1}^s \tilde{\gamma}(b_i) \text{ и } t \neq 0.$$

Для  $T \subset D_\eta$  обозначим  $X_T = \tilde{\gamma}^{-1}(T) \cap B_\varepsilon$ . Имеет место гомотопическая эквивалентность  $(X_D, X_t) \approx (X_{D_0} \cup_{\psi_1} e_1^3 \cup \dots \cup_{\psi_s} e_s^3, X_t)$ , где  $e_i^3$  клетка размерности 3. По лемме 1  $X_t \cap B_0$  двулистно накрывает  $B_\varepsilon \cap (L \setminus U)$ , которое гомотопически эквивалентно букету  $\mu(\tilde{g})$  экземпляров сфер  $S^2$  и окружности [4], поэтому  $X_t \cap B_0$  имеет такой же гомотопический тип.

Допустим, что  $\varphi_1, \dots, \varphi_\mu: S^2 \rightarrow X_t \cap B_0$  и  $\varphi_{\mu+1}: S^1 \rightarrow X_t \cap B_0$  — образующие  $\pi_2(X_t \cap B_0)$  и  $\pi_1(X_t \cap B_0)$ , соответственно. Используем их для приклеивания 3-мерных клеток  $f_1^3, \dots, f_\mu^3$  и 2-мерной клетки  $f_{\mu+1}^2$  к  $X_t \cap B_0$ . Из включения  $X_t \cap B_0 \subset X_{D_0} \cap B_0$  получаем гомотопическую эквивалентность  $X_t \cup_{\varphi_1} f_1^3 \cup \dots \cup_{\varphi_\mu} f_\mu^3 \cup_{\varphi_{\mu+1}} f_{\mu+1}^2 \rightarrow X_{D_0} \cap B_0$ , поскольку оба пространства стягиваемы. Следовательно, получаем гомотопическую эквивалентность  $(X_{D_0}, X_t) \simeq (X_t \cup_{\varphi_1} f_1^3 \cup \dots \cup_{\varphi_\mu} f_\mu^3 \cup_{\varphi_{\mu+1}} f_{\mu+1}^2, X_t)$ . Окончательно мы получаем, что  $X_{D_\mu}$ , которое является стягиваемым, получается из слоя  $X_t$  приклеиванием  $\mu+s$  трехмерных клеток и одной двумерной клетки.

Поскольку приклеивание трехмерных клеток не меняет одномерные гомотопические группы, то  $X_t \cup_{\varphi_{\mu+1}} f_{\mu+1}^2$  является односвязным и легко можно показать [5], что оно гомотопически эквивалентно букету  $\mu+s$  двумерных сфер. Напишем для  $X_t$  и  $f_{\mu+1}^2$  гомологическую точную последовательность Майера — Виеториса:

$$\begin{aligned} \partial_* H_2(X_t \cap f_{\mu+1}^2) &\xrightarrow{i_*} H_2(X_t) \oplus H_2(f_{\mu+1}^2) \xrightarrow{j_*} H_2(X_t \cup f_{\mu+1}^2) \xrightarrow{\partial_*} H_1(X_t \cap f_{\mu+1}^2) \rightarrow \\ &\xrightarrow{i_*} H_1(X_t) \oplus H_1(f_{\mu+1}^2) \xrightarrow{j_*} H_1(X_t \cup f_{\mu+1}^2) \rightarrow \dots \end{aligned}$$

Можно показать, что во фрагменте  $0 \rightarrow H_2(X_t) \xrightarrow{i_*} \mathbb{Z} \xrightarrow{\mu+s} \mathbb{Z} \rightarrow H_1(X_t) \rightarrow 0$  отображение  $j_*$  является эпиморфизмом, поэтому  $H_2(X_t) \approx \mathbb{Z}^{\mu+s}$ ,  $H_1(X_t) \approx \mathbb{Z}$ , ч. т. д.

Полученные результаты можно обобщить для ростков  $f: (C^{n+1}, 0) \rightarrow (C, 0)$  с гладким  $n$ -мерным критическим множеством. При этом вычисление гомологии  $X_t$  при  $n \geq 3$  даже легче, поскольку указанный фрагмент последовательности Майера — Виеториса разбивается на два независимых изоморфизма:  $H_n \approx \mathbb{Z}^{\mu+s}$  и  $H_1 \approx \mathbb{Z}$ . Разумеется, надо предполагать, что  $\text{codim}$ , которая определяется аналогично, конечна, и тогда, разлагая  $f = x^2 g(x, y_1, \dots, y_n)$ , получаем следующий результат.

**Теорема 4.** Для слоя  $X_t$  расслоения Милнора  $f: B_\varepsilon \cap f^{-1}(D_\eta \setminus 0) \rightarrow D_\eta \setminus 0$  имеем  $H_1(X_t) \approx \mathbb{Z}$ ,  $H_n(X_t) \approx \mathbb{Z}^\nu$ , где  $\nu$  равно сумме морсовских точек для  $\tilde{g}$  и  $\tilde{f}$ . Более того,  $X_t$  гомотопически эквивалентен букету  $S^1$  и  $\nu$  сфер  $S^n$ .

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 24.4.1986)



## მ. შუბლადე

სამი კომპლექსური ცვლადის ანალიზური ფუნქციების სიბრტყითი  
 იზოლირებული განსაკუთრებული ზედაპირის შესახებ

## რეზიუმე

სიბრტყითი იზოლირებული განსაკუთრებულობებისათვის აგებულია მილნორის ფიბრის ტოპოლოგიური სტრუქტურის შემნახველი სპეციალური დეფორმაციები და შესწავლილია მათი თვისებები.

ამან საშუალება მოგვცა, კერძოდ, გამოგვეთვალა მრავალი კომპლექსური ცვლადის ფუნქციების ჰიპერზედაპირული განსაკუთრებულობების მილნორის ფიბრის ჰომოლოგიები.

## MATHEMATICS

M. Sh. SHUBLADZE

 ON PLANE ISOLATED SINGULARITIES OF ANALYTIC  
 FUNCTIONS OF THREE COMPLEX VARIABLES

## Summary

For plane isolated singularities special deformations are constructed preserving the topological structure of the Milnor fibre, and their properties are investigated. This made it possible, in particular, to calculate the homology of the Milnor fibre for hypersurface singularities of many complex variables.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. D. Siersma. Proc. Symp. in Pure Math., v. 40, Part 2, 1983.
2. М. Шубладзе. X Респ. научно-методическая конфер. математиков высших учебных заведений ГССР. Тбилиси, 1983.
3. В. И. Арнольд, А. И. Варченко, С. Н. Гусейн-Заде. Особенности дифференцируемых отображений, т. I. М., 1984.
4. М. Ш. Шубладзе. Сообщения АН ГССР, т. 126, № 3, 1987.
5. Дж. Милнор. Особые точки комплексных гиперповерхностей. М., 1971.



დ. პატარია

ალგებრული  $K$ -თეორიის ჰომოლოგიური თვისებების  
 შესახებ

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ხ. ინსარიძემ 6.5.1986)

ვთქვათ მოცემულია კატეგორია  $\mathcal{F}$  დაუშვათ  $\mathcal{F}$ -ზე განსაზღვრულია ჰომოტოპიის ცნება, რომელიც უშვებს ჰომოტოპიური პირდაპირი ზღვრების  $\text{holim} \rightarrow$  არსებობას  $\mathcal{F}$ -ში.

განსაზღვრება 1. ფუნქტორთა მიმდევრობას  $h_n: \mathcal{F} \rightarrow Ab, n \in \mathbb{Z}$  ( $Ab$ -ით აღნიშნულია აბელის ჯგუფთა კატეგორია) ეწოდება დაყვანილი ჰომოლოგიის თეორია, თუ ის აკმაყოფილებს შემდეგ აქსიომებს:

1. ყოველი  $n \in \mathbb{Z}$ -თვის  $h_n$  ფუნქტორები ინვარიანტულია ჰომოტოპიის მიმართ, ე. ი. თუ  $\mathcal{F}$ -ში ორი მორფიზმი  $f$  და  $g$  ჰომოტოპიურებია, მაშინ  $h_n(f) = h_n(g)$ .

2. ყოველი  $n \in \mathbb{Z}$ -თვის არსებობს ბუნებრივი ეკვივალენტობა  $\sigma_n: h_{n-1}(\rightarrow) \rightarrow h_n(\text{holim}(\rightarrow))$  (1-თ აღნიშნულია ტერმინალური ობიექტი  $\mathcal{F}$ -ში).

3. ნებისმიერი  $X \begin{matrix} \nearrow f \\ \searrow g \end{matrix} \begin{matrix} Y \\ Z \end{matrix}$  სახის დიაგრამისთვის  $\mathcal{F}$ -ში, ზუსტია შემდეგი ნაიერ-

ვიეტორისის ტიპის გრძელი მიმდევრობა:

$$\cdots \rightarrow h_n(X) \xrightarrow{\alpha_n} h_n(Y) \oplus h_n(Z) \xrightarrow{\beta_n} h_n(\text{holim}(X \begin{matrix} \nearrow Y \\ \searrow Z \end{matrix})) \xrightarrow{\gamma_n} h_{n-1}(X) \rightarrow \cdots,$$

სადაც  $\alpha_n$  არის იგივე  $(h_n(f), h_n(g))$  ჰომომორფიზმი;  $\beta_n$  მიღებულია ჰომოტოპიური პირდაპირი ზღვრის



დიაგრამიდან შემდგენიარად:  $\beta_n = (h_n(t), -h_n(t))$ , ხოლო  $\gamma_n$  კი არის

$$h_n(\text{holim}(X \begin{matrix} \nearrow Y \\ \searrow Z \end{matrix})) \rightarrow h_n(\text{holim}(X \begin{matrix} \nearrow 1 \\ \searrow 1 \end{matrix}))$$

ჰომომორფიზმისა და  $\sigma_{n-1}(X)$ -ის კომპოზიცია.

ამორჩეულწევრთაგანია ტოპოლოგიური სივრცეების კატეგორიისათვის ეს აქსიომები ეკვივალენტურია [1]-ში განსაზღვრული დაყვანილი ჰომოლოგიის აქსიომებისა.

ჩვენი მიზანია ერთეულიან რგოლთა კატეგორიაზე განესაზღვროთ ჰომოტოპიის ცნება და დაემატეცოთ, რომ ამ ჰომოტოპიის მიმართ ალგებრული  $K$ -თეორია აკმაყოფილებს დაყვანილი ჰომოლოგიის თეორიის ზემოთ ჩამოთვლილ აქსიომებს.

Ring-ით აღნიშნოთ ყველა ერთეულიანი რგოლების კატეგორია,  $n \geq 0$ -თვის ( $n < 0$ ).  $K_n(-)$  აღნიშნავდეს ქეილენის (ბასის)  $K$ -ფუნქტორებს.

ყოველი  $A \in \text{Ob}(\text{Ring})$ -თვის  $MA$ ,  $LA$  და  $SA$  იყოს იგივე, რაც [2]-ში.  $LA$  და  $SA$  ერთეულიანი რგოლებია, ხოლო  $MA$ —უერთეულოა; იგი იდეალია  $LA$ -ში და არსებობს რგოლებას მოკლე ზუსტი მიმდევრობა

$$0 \longrightarrow MA \xrightarrow{i} LA \xrightarrow{\pi} SA \longrightarrow 0$$

განვიხილოთ Ring-ში შემდეგი დიაგრამა:

$$\begin{array}{ccc} LA & & \\ & \searrow \pi & \\ & & SA \\ & \nearrow \pi & \\ LA & & \end{array}$$

ამ დიაგრამის შებრუნებული ზღვარი აღნიშნოთ  $PA$ -თი.  $PA$  წარმოადგენს დიაგრამის შებრუნებულ ზღვარს უერთეულო რგოლების კატეგორიაშიც. ამიტომ თუ განვიხილავთ ორ კომუტაციურ დიაგრამას:

$$\begin{array}{ccc} & LA & \\ & \nearrow i & \searrow \pi \\ MA & & SA \\ & \searrow \pi & \nearrow i \\ & LA & \end{array} \quad \begin{array}{ccc} & LA & \\ & \nearrow 0 & \searrow \pi \\ MA & & SA \\ & \searrow i & \nearrow \pi \\ & LA & \end{array}$$

შებრუნებული ზღვრის განმარტების თანახმად შესაბამისად მივიღებთ ორ რგოლურ ჰომომორფიზმს:

$$i_0 : MA \rightarrow PA \quad \text{და} \quad i_1 : MA \rightarrow PA.$$

$i_0$  და  $i_1$  წარმოადგენენ  $MA$ -ს, როგორც იდეალის, ჩადგმებს  $PA$ -ში.

თეორემა 1.  $i_0$  და  $i_1$  ჰომომორფიზმები ინდუცირებენ ურთიერთმობრდაპირე იზომორფიზმებს  $K_n(MA)$ -სა და  $K_n(PA)$ -ს შორის, ნებისმიერი  $n \in \mathbb{Z}$ -თვის ე. ი.  $K_n(i_0) = -K_n(i_1)$ .

ახლა ჩვენ შეგვიძლია განვმარტოთ ჰომოტოპიის ცნება Ring-ში.

განსაზღვრა 2. ორ მორფიზმს  $f, g : A \rightarrow B$ -ის Ring-დან ეწოდება ჰომოტოპიურები, თუ არსებობს ისეთი მორფიზმი  $h : PA \rightarrow PB$  Ring-ში რომ შემდეგი დიაგრამები კომუტაციური

$$\begin{array}{ccc} & PA & \\ & \nearrow i_0 & \searrow Pf \\ MA & & PB \\ & \searrow i_1 & \nearrow h \\ & PA & \end{array} \quad \begin{array}{ccc} & PA & \\ & \nearrow i_1 & \searrow Pg \\ MA & & PB \\ & \searrow i_0 & \nearrow h \\ & PA & \end{array}$$

ამ შემთხვევაში  $h$ -ს ეწოდება ჰომოტოპია  $f$ -ს და  $g$ -ს შორის.

ესლა დაემატეცოთ, რომ ალგებრული  $K$ -თეორია აკმაყოფილებს ჩვენი განმარტებული ჰომოტოპიის მიმართ დაყვანილ ჰომოლოგიის ზემოთ ჩამოთვლილ აქსიომებს.

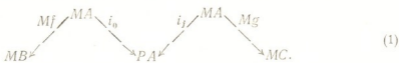
პირველი აქსიომის ჭეშმარიტება გამომდინარეობს თეორემა 1-დან და იმ ფაქტიდან, რომ  $A$ -ს ჩადგმა  $MA$ -ში  $1 \times 1$  მატრიცებად იწვევს ალგებრულ  $K$ -ჭგუფში იზომორფიზმს.

ყოველი  $A \in Ob(\text{Ring})$ -თვის  $A \begin{smallmatrix} \nearrow 0 \\ \searrow 0 \end{smallmatrix}$  დიაგრამის ჰომოტოპიური პირდაპირი

ზღვარი ბუნებრივად იზომორფულია  $SA$ -სი, ხოლო  $h_n(S(-))$ -სა და  $h_{n-1}(-)$  ფუნქტორებს შორის ბუნებრივი ექვივალენტობის,  $\sigma_n$ -ის არსებობა დამტკიცებულია [2]-ში, ე. ი.  $K_n(-)$  ფუნქტორები მეორე აქსიომასაც აკმაყოფილებენ. ვთქვათ, მოცემულია დიაგრამა  $\text{Ring}$ -ში



ვანებისლოთ უერთეულო რგოლების კატეგორიაში შემდეგი დიაგრამა:



ამ დიაგრამის პირდაპირი ზღვარი ავლნიშნით  $S_{f,g}$ -თი.

თეორემა 2.  $S_{f,g}$  ერთეულიანი რგოლია და წარმოადგენს  $\text{Ring}$ -ში (1) დიაგრამის ჰომოტოპიურ პირდაპირ ზღვარს.

თეორემა 3. მაიერ-ვეიტორისის ტიპის შემდეგი გრძელი მიმდევრობა

$$\dots \rightarrow K_n(A) \rightarrow K_n(B) \oplus K_n(C) \rightarrow K_n(S_{f,g}) \rightarrow K_n(S_{0,0}) \rightarrow K_{n-1}(B) \rightarrow \dots$$

$\Downarrow$   
 $K_{n-1}(A)$

ზუსტია  $n \in \mathbb{Z}$ -თვის.

თეორემა 2 და 3-დან გამომდინარეობს

შედეგი. ალგებრული  $K$ -ფუნქტორები აკმაყოფილებენ დაყვანილი ჰომოლოგიის თეორიის შესამე აქსიომას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რაზმაძის სახ. თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 16.5.1986)

МАТЕМАТИКА

Д. А. ПАТАРАЯ

## О ГОМОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ АЛГЕБРАИЧЕСКОЙ $K$ -ТЕОРИИ

Резюме

В работе введено понятие гомотопии в категории колец с единицами и для алгебраической  $K$ -теории доказаны следующие свойства приведенных гомологий:

1. Алгебраическая  $K$ -теория инвариантна относительно построенной гомотопии.

2. Существует естественная эквивалентность между функторами

$K_n \left( \underline{\text{holim}} \left( \begin{array}{c} \rightarrow \\ \swarrow \quad \searrow \\ 0 \end{array} \right) \right)$  и  $K_{n-1}(-)$ , где  $O$  — нулевое кольцо, а  $\underline{\text{holim}}(-)$  — гомотопический прямой предел диаграммы.

3. Для любой диаграммы  $\begin{array}{c} \phantom{A} \nearrow f \\ A \phantom{A} \\ \phantom{A} \searrow g \\ \phantom{A} \phantom{A} \end{array} \begin{array}{c} B \\ \\ C \end{array}$  в категории колец с единицами точна следующая длинная последовательность типа Майера—Висториса:

$$\cdots \rightarrow K_n(A) \rightarrow K_n(B) \oplus K_n(C) \rightarrow K_n \left( \underline{\text{holim}} \left( \begin{array}{c} \rightarrow \\ \swarrow \quad \searrow \\ B \\ C \end{array} \right) \right) \rightarrow K_{n-1}(A) \rightarrow \cdots n \in \mathbb{Z}$$

MATHEMATICS

D. A. PATARAYA

## ON HOMOLOGICAL PROPERTIES OF THE ALGEBRAIC K-THEORY

Summary

The concept of homotopy in a category of rings with units is introduced and the following properties of the reduced homology for the algebraic K-theory are proved:

1. If two morphisms  $f$  and  $g$  in Rings are homotopic, then  $K_n(f) = = K_n(g)$  for  $n \in \mathbb{Z}$ .

2. There exists a natural equivalence between the functors  $K_n \left( \underline{\text{holim}} \left( \begin{array}{c} \rightarrow \\ \swarrow \quad \searrow \\ 0 \end{array} \right) \right)$  and  $K_{n-1}(-)$ , where  $O$  is a zero ring, and  $\underline{\text{holim}}(-)$  is a direct homotopy limit of the diagram.

3. For any diagram  $\begin{array}{c} \phantom{A} \nearrow B \\ A \phantom{A} \\ \phantom{A} \searrow C \end{array}$  in Rings, the following long sequence of Meyer-Vietoris type is exact:

$$\cdots \rightarrow K_n(A) \rightarrow K_n(B) \oplus K_n(C) \rightarrow K_n \left( \underline{\text{holim}} \left( \begin{array}{c} \rightarrow \\ \swarrow \quad \searrow \\ B \\ C \end{array} \right) \right) \rightarrow K_{n-1}(A) \rightarrow \cdots n \in \mathbb{Z}$$

ՆՈՇՈՂՈՒԹՅՈՒՆ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Дж. Уайтхед. Новейшие достижения в теории гомотопии. М., 1974.
2. J. Wagoner. Delooping classifying spaces in algebraic K-theory. Topology 11 (1972).



Т. И. АХОБАДЗЕ

О РАВНОМЕРНОЙ СХОДИМОСТИ И  $(C, \alpha)$ -СУММИРУЕМОСТИ  
 ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИХ РЯДОВ ФУРЬЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Жижинашвили 7.5.1986)

Пусть  $f$  — непрерывная  $2\pi$ -периодическая функция,  $S_n(x, f)$  — частная сумма ее тригонометрического ряда Фурье

$$\frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos nx + b_n \sin nx), \quad (1)$$

а  $\sigma_n^\alpha(x, f)$  — чезаровская  $(C, \alpha)$ -средняя  $(\alpha > -1)$  ряда (1):

$$\sigma_n^\alpha(x, f) = \frac{1}{A_n^\alpha} \sum_{k=0}^n A_{n-k}^{\alpha-1} S_k(x, f),$$

где  $A_n^\alpha = \binom{n+\alpha}{n}$ .

Обозначим через  $\omega(\delta, f)$  модуль непрерывности функции  $f$ , т. е.,

$$\omega(\delta, f) = \sup_{|x_1 - x_2| < \delta} |f(x_1) - f(x_2)|, \quad x_1, x_2 \in [0, 2\pi].$$

$H^\omega$  — класс всех непрерывных  $2\pi$ -периодических функций  $f$ , для которых  $\omega(\delta, f) \leq C\omega(\delta)$ , где  $\omega$  — модуль непрерывности,  $\delta \geq 0$ , а  $C$  есть некоторая положительная константа, зависящая, вообще говоря, от  $f$ . Если  $f \in H^\omega$ , где  $\omega(\delta) = \delta$ , то пишем  $f \in \text{Lip } 1$ .

В дальнейшем  $\|\cdot\|_C$  будет означать норму в пространстве непрерывных  $2\pi$ -периодических функций.

В 1953 г. Нэш [1] ввел класс функций  $\Phi$ .

Определение. Пусть  $\Phi$  — положительная функция натурального аргумента. Скажем, что непрерывная  $2\pi$ -периодическая функция  $f$  принадлежит классу  $\Phi$  ( $f \in \Phi$ ), если существует такая положительная константа  $C$ , что

$$\left| \int_a^b f(x+t) \cos nt \, dt \right| \leq C/\Phi(n)$$

равномерно относительно  $x \in [0, 2\pi]$ ,  $a, b$  ( $|b-a| \leq 2\pi$ ) и  $n \in \mathbb{N}$ .

Он установил [1], что если непрерывная  $2\pi$ -периодическая функция  $f$  принадлежит классу  $\Phi$ , где

$$\overline{\lim}_{n \rightarrow \infty} \Phi(n)/n = +\infty,$$

то  $f \equiv 0$ . Поэтому естественно предполагать, что  $\Phi(n) = O(n)$ . В той же работе [1] Нэш доказал теорему, из которой получаются признаки равномерной сходимости рядов Фурье функций из класса  $\Phi$ .

В 1954 г. Сато ([2], см. также [3]) уточнила указанный результат Нэша. В частности, она доказала следующее утверждение.

**Теорема А.** Пусть  $f \in \Phi$ , тогда существуют такие положительные константы  $A$ ,  $B$  и  $C$ , что

$$\|S_n(\cdot, f) - f(\cdot)\|_C \leq \omega\left(\frac{1}{n}, f\right) \left[ A \ln \Theta(n) + B \ln \frac{n}{\Phi(n)} \right] + \frac{C}{\Theta(n)},$$

где  $\Theta$  — монотонно возрастающая функция, удовлетворяющая условию  $1 \leq \Theta(n) \leq \Phi(n)$ .

Она же установила [4] аналог этой теоремы для чезаровских средних отрицательного порядка.

**Теорема В.** Если  $f \in \Phi$ ,  $0 < \alpha < 1$ , то найдется такая положительная константа  $C$ , что

$$\|\sigma_n^{-\alpha}(\cdot, f) - f(\cdot)\|_C \leq C \left[ \omega^{1-\alpha}\left(\frac{1}{n}, f\right) \left(\frac{n}{\Phi(n)}\right)^\alpha + \frac{1}{n} \int_{\frac{\pi}{n}}^{\pi} \frac{\omega(t, f)}{t^2} dt \right].$$

Нами в работе [5] введена величина

$$\omega^\Delta(\delta, f) \equiv \sup_x \sup_{0 < h < \delta} [f(x) - f(x+h)]$$

и усилены сформулированные утверждения Сато. В частности, доказаны:

**Теорема С.** Пусть  $f \in \Phi$ , то

$$\|S_n(\cdot, f) - f(\cdot)\|_C \leq C \left\{ \omega^\Delta\left(\frac{1}{n}, f\right) \ln \frac{n}{\Phi(n)} + \omega\left(\frac{1}{n}, f\right) \left| \ln \omega\left(\frac{1}{n}, f\right) \right| \right\},$$

где  $C$  — некоторая положительная константа.

**Теорема Д.** Если  $f \in \Phi$ ,  $0 < \alpha < 1$ , то найдется положительная константа  $C$ , для которой

$$\|\sigma_n^{-\alpha}(\cdot, f) - f(\cdot)\|_C \leq C \left\{ \left[ \omega^\Delta\left(\frac{1}{n}, f\right) \right]^{1-\alpha} \left(\frac{n}{\Phi(n)}\right)^\alpha + \omega^{1-\alpha}\left(\frac{1}{n}, f\right) \right\}.$$

В 1978 г. венгерский математик Тотик поставил вопрос об окончательности, в известном смысле, теоремы С.

Ниже приводятся утверждения о неусиливаемости, в определенном смысле, теорем С и D, которые, в частности, дают ответ на поставленный вопрос Тотика.

**Теорема 1.** Для любой неотрицательной функции  $\Phi$  натурального аргумента,  $\Phi(n) = O(n)$  ( $\Phi(n) \geq 1$ ,  $n=1, 2, \dots$ ) и произвольного модуля непрерывности существуют непрерывная  $2\pi$ -периодическая функция  $f_0$  из класса  $H^\omega \cap \Phi$  и подпоследовательность натуральных чисел  $(n_p)_{p=1}^\infty$  такие, что

$$\|S_{n_p}(\cdot, f_0) - f_0(\cdot)\|_C \geq C \omega\left(\frac{1}{n_p}\right) \left\{ \ln \frac{n_p}{\Phi(n_p)} + \left| \ln \omega\left(\frac{1}{n_p}\right) \right| \right\},$$

где  $C$  — некоторая положительная константа, не зависящая от  $p$ .

Теорема 2. Пусть  $\Phi$  — любая функция натурального аргумента ( $1 \leq \Phi(n) \leq n$ ,  $n=1, 2, \dots$ );  $\omega(\delta) \sim \delta$  — произвольный модуль непрерывности, а  $0 < \alpha < 1$ . Тогда существуют непрерывная,  $2\pi$ -периодическая функция  $f_0$  из класса  $H^\omega \cap \Phi$  и последовательность натуральных чисел  $(n_p)_{p=1}^\infty$  такие, что

$$\|\sigma_{n_p}^{-\alpha}(\cdot, f_0) - f_0(\cdot)\|_C \geq C\omega^{1-\alpha}\left(\frac{1}{n_p}\right)\left(\frac{n_p}{\Phi(n_p)}\right)^\alpha,$$

где  $C$  — положительная константа, не зависящая от  $p$ .

Естественно возникает вопрос: что же происходит в случае, когда  $\omega(\delta) \leq C\delta$ ? Из теоремы 2 следует, что если  $f \in \text{Lip } 1$ ,  $0 < \alpha < 1$ , то

$$\|\sigma_n^{-\alpha}(\cdot, f) - f(\cdot)\|_C \leq C/n^{1-\alpha}.$$

Но оказывается, что в этом случае картина совершенно иная. Точнее, справедлива

Теорема 3. а) Пусть  $2\pi$ -периодическая функция  $f$  принадлежит классу  $\text{Lip } 1$ . Если  $0 < \alpha < 1$ , то существует некоторая положительная, стремящаяся к нулю последовательность  $(\varepsilon_n)_{n=1}^\infty$  такая, что

$$\|\sigma_n^{-\alpha}(\cdot, f) - f(\cdot)\|_C \leq \varepsilon_n/n^{1-\alpha}.$$

б) Для любого числа  $\alpha$  ( $0 < \alpha < 1$ ) и положительной, к нулю стремящейся последовательности  $(\varepsilon_n)_{n=1}^\infty$  существует  $2\pi$ -периодическая функция  $f_0 \in \text{Lip } 1$  и такая последовательность натуральных чисел  $(n_p)_{p=1}^\infty$ , что

$$\|\sigma_{n_p}^{-\alpha}(\cdot, f_0) - f_0(\cdot)\|_C \geq G \cdot \varepsilon_{n_p}/n_p^{1-\alpha},$$

где  $G$  — некоторая положительная константа, зависящая от  $\alpha$  и  $f_0$ .

Тбилисский государственный университет

(Поступило 8.5.1986)

მათემატიკა

თ: ახობადე

ფორმის მჭკრივთა თანაბარი კრებალობისა და  $(C, \alpha)$ -  
 შეჯამებალობის შესახებ

რეზიუმე

დამტკიცებულია დებულებები, რომლებიც შეეხებიან  $C$  და  $D$  თეორემების გარკვეული აზრით გაუძლიერებადობის საკითხს.

MATHEMATICS

T. I. AKHOBADZE

ON THE UNIFORM CONVERGENCE AND  $(C, \alpha)$ -SUMMABILITY  
 OF TRIGONOMETRIC FOURIER SERIES

Summary

The statements concerning the unimprovability of theorems C and D are proved.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. Nash. The Rice Institute Pamphlet, Spec. Issue, Nov., 1953.
2. M. Satô. Proc. Japan Acad., 30, №7, 1954.
3. Н. К. Б а р и. Тригонометрические ряды. М., 1961, 299.
4. M. Satô. Proc. Japan Acad., 30, №8, 1954.
5. Т. И. А х о б а д з е. Analysis Math., 8, №2, 1982.

С. М. МАРЧИЛАШВИЛИ

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ТЕОРИИ РАЗМЕРНОСТИ  
 $\pi$ -БИКОМПАКТНЫХ ПРОСТРАНСТВ И  $O$ -ПРОСТРАНСТВ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 10.10.1986)

Все пространства, встречающиеся в этой работе, предполагаются хаусдорфовыми и вполне регулярными, а расширения — бикомпактными.

Для нормального пространства  $X$  через  $\dim X$  и  $dmX$  обозначаются соответственно лебеговская размерность и размерность в смысле Аднаджевича [1] пространства  $X$ , а через  $\text{ind } X$  — индуктивно малая размерность произвольного пространства  $X$ .

Подмножество  $A$  пространства  $X$  в дальнейшем будем называть  $\pi$ -подмножеством, если граница  $Fr_X A$  подмножества  $A$  в  $X$  бикомпактна. Открытое (замкнутое)  $\pi$ -подмножество пространства  $X$  будем называть соответственно  $\pi$ -открытым ( $\pi$ -замкнутым). Открытое покрытие называется  $\pi$ -открытым, если каждый элемент этого покрытия  $\pi$ -открыт.

Следуя [2], пространство  $X$  будем называть  $\pi$ -бикомпактным, если в  $X$  имеется базис, состоящий из  $\pi$ -открытых подмножеств. Далее, следуя [3], пространство  $X$  будем называть  $O$ -пространством, если существует бикомпактное расширение  $bX$  пространства  $X$  такое, что  $\text{ind}(bX \setminus X) = 0$ .

Через  $\rho X$  и  $F_0 X$  обозначаются соответственно расширение Фрейден-тала—Мориты  $\pi$ -бикомпактного пространства  $X$  (см. [2]) и расширение Дيامонда [3]  $O$ -пространства  $X$ . И наконец, все понятия, определения которых имеются в [4] и [5], в дальнейшем будем считать известными и ими будем пользоваться без пояснений.

**Определение 1** (см. [6]). Пусть  $X$  —  $\pi$ -бикомпактное пространство. Положим, что: 1)  $dm_c X = -1$  тогда и только тогда, когда  $X = \emptyset$ ; 2)  $dm_c X = 0$ , если  $X \neq \emptyset$  и во всякое конечное открытое  $\pi$ -покрытие  $U$  можно вписать конечное открытое  $\pi$ -покрытие  $V$  такое, что в нерве  $N(V)$ , рассмотренном как частично-упорядоченное множество с естественным порядком (см. например, [1] и [4]), нет сравнимых элементов; 3)  $dm_c X \leq n$ , где  $n > 0$ , если во всякое конечное открытое  $\pi$ -покрытие  $U$  можно вписать конечное открытое  $\pi$ -покрытие  $V$  такое, что нерв  $N(V)$  покрытия  $V$ , рассмотренный как частично-упорядоченное множество с естественным порядком, имеет размерность в смысле Душика и Миллера [7]  $d_0(N(V)) \leq n + 1$ ; 4)  $dm_c X = n$ , где  $n > 0$ , если неравенство  $dm_c X \leq n$  имеет место, а неравенство  $dm_c X \leq n - 1$  несправедливо; 5)  $dm_c X = +\infty$ , если неравенство  $dm_c X \leq n$  не имеет места ни для какого  $n$ , удовлетворяющего условию  $-1 \leq n < +\infty$ .

**Определение 2.** Пусть  $X$  —  $O$ -пространство. Положим, что  $dm_0 X = n$  тогда и только тогда, когда  $dm F_0 X = n$ .

В дальнейшем нам понадобятся следующие предложения, имеющие, на наш взгляд, и самостоятельный интерес.

1. Пусть  $X$  —  $\pi$ -бикompактное пространство. Тогда

$$d m_c X = d m_0 X.$$

2. Пусть  $X$  —  $\pi$ -бикompактное пространство. Тогда  $d m_c X = 0$  в том и только в том случае, когда  $dim_c X = 0$  (опр.  $dim_c X$  см. в [8]).

3. Пусть  $X$  — локально бикompактное пространство. Тогда

$$d m_c X \leq \sup \{ d m F : F \subset X, F \text{ — бикompакт} \} + 2.$$

4. Пусть  $X$  —  $\pi$ -бикompактное пространство,  $F$  —  $\pi$ -замкнутое подмножество в  $X$  и  $d m_c F \leq n$ , а  $\sup \{ d m_c K : K \text{ } \pi$ -замкнуто в  $X$  и  $K \cap F = \emptyset \} \leq m$ . Тогда

$$d m_c X \leq \begin{cases} n + m + 1, & \text{если } n > 0; \\ m + 2, & \text{если } n = 0. \end{cases}$$

5. Пусть  $X$  —  $\pi$ -бикompактное пространство,  $F$  —  $\pi$ -замкнутое подмножество в  $X$  и  $d m_c F = n$ , а  $U = \{U_1, \dots, U_k\}$  — конечное  $\pi$ -открытое покрытие пространства  $X$ . Тогда существует система  $\omega = \{W_1, \dots, W_l\}$   $\pi$ -открытых подмножеств в  $X$ , вписанная в  $U$ , покрывающая  $F$  и такая, что

$$d_0(N(\omega)) \leq \begin{cases} n + 1, & \text{если } n > 0; \\ 2, & \text{если } n = 0. \end{cases}$$

6. Пусть  $X$  — связное и локально связное  $O$ -пространство. Тогда  $F_0 X$  связно и локально связно.

Посредством предложений 1—6, сформулированных выше, можно показать, что имеют место следующие теоремы:

**Теорема 1.** Пусть  $X$  —  $\pi$ -бикompактное пространство такое, что  $X = F \cup A$ , где  $F$   $\pi$ -замкнуто в  $X$ , а  $A$  —  $\pi$ -подмножество, причем  $d m_c F \leq n$  и  $d m_c A \leq m$ . Тогда

$$d m_c X \leq n + m + 1.$$

**Теорема 2.** Пусть  $X$  —  $\pi$ -бикompактное пространство, а  $F$   $\pi$ -замкнуто в  $X$ . Тогда

$$d m_c X \leq d m_c F + d m_c (X \setminus F) + 1.$$

**Теорема 3.** Пусть  $X$  и  $Y$  — локально бикompактные пространства, по крайней мере, одно из которых непусто. Тогда

$$d m_c (X \times Y) \leq d m_c X + d m_c Y + 3.$$

**Следствие 1.** Пусть  $X$  и  $Y$  —  $\pi$ -бикompактные пространства, по крайней мере, одно из которых непусто, а  $X \times Y$   $\pi$ -бикompактно. Тогда

$$d m_c (X \times Y) \leq d m_c X + d m_c Y + 3.$$

**Теорема 4.** Пусть  $X$  и  $Y$  — бикompактные пространства, по крайней мере, одно из которых непусто. Тогда

$$d m (X \times Y) \leq d m X + d m Y + 1.$$

**Следствие 2.** Пусть  $X_1, \dots, X_n$  — бикompактные пространства, среди которых, по крайней мере, одно непусто. Тогда

$$d m \prod_{i=1}^n X_i \leq \sum_{i=1}^n d m X_i + (n - 1).$$

Посредством инварианта  $dm_0X$  можно охарактеризовать нетривиальные связанные подмножества действительной прямой в классе  $O$ -пространств. А именно, имеют место следующие теоремы:

**Теорема 5.** Пусть  $X$  — небикомпактное  $O$ -пространство. Для того чтобы  $X$  было гомеоморфно связному подмножеству действительной прямой, необходимо и достаточно выполнение следующих условий одновременно: 1)  $X$  связно; 2)  $X$  локально связно; 3)  $X$  сепарабельно; 4)  $dm_0X = 1$ .

**Теорема 6.**  $O$ -пространство  $X$  гомеоморфно действительной прямой  $E^1$  тогда и только тогда, когда оно удовлетворяет следующим условиям одновременно: 1)  $X$  связно; 2)  $X$  локально связно; 3)  $X$  однородно; 4)  $X$  сепарабельно и 5)  $dm_0X = 1$ .

**Теорема 7.**  $O$ -пространство  $X$  гомеоморфно открытому полуинтервалу тогда и только тогда, когда оно удовлетворяет следующим условиям одновременно: 1)  $X$  связно; 2)  $X$  локально связно; 3)  $X$  неоднородно; 4)  $X$  сепарабельно и 5)  $dm_0X = 1$ .

Тбилисский государственный университет

(Поступило 23.10.1986)

მათემატიკა

ს. მარჩილაშვილი

$\pi$ -ბიკომპაქტურ სივრცეთა და  $O$ -სივრცეთა განზომილების თეორიის ზოგიერთი საკითხი

რეზიუმე

$O$ -სივრცეთა კლასში განსაზღვრულია  $dm_0X$  განზომილების ტიპის ფუნქცია. მისი საშუალებით მოცემულია ნამდვილ რიცხვთა ღერძის არატრივიალური ბმული ქვესიმრავლეების დახასიათება. დადგენილია თანაფარდობა  $dm_cX$  [6] და  $dm_0X$  ფუნქციებს შორის,  $\pi$ -ბიკომპაქტურ სივრცეთა კლასში  $dm_cX$  ფუნქციისათვის დამტკიცებულია ადიციური და ნამრავლის თეორემები.

MATHEMATICS

S. M. MARCHILASHVILI

ON SOME PROBLEMS OF DIMENSION THEORY OF  $\pi$ -BICOMPACT SPACES AND  $O$ -SPACES

Summary

$dm_0X$  dimension-like function is determined in  $O$ -space class. By means of the mentioned function the nontrivial connected subspaces of real line are characterized.

The relationship between  $dm_cX$  [6] and  $dm_0X$  functions is established. Additional and product theorems for  $dm_cX$  function in  $\pi$ -bicomcompact space class are proved.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. D. Adnadevič. Mat. vest., 2, № 2, 1965, 137-146.
2. Е. Г. Скляренко. Изв. АН СССР, сер. мат., 26, № 3, 1962, 427—452.
3. В. Diamond. Rocky Mountain J., 15, № 1, 1985, 47-60.
4. П. С. Александров, Б. А. Пасынков. Введение в теорию размерности. М., 1973.
5. R. Engelking. Dimension theory, Warszawa, 1978.
6. Л. Г. Замбахидзе. Сообщения АН ГССР, 108, № 3, 1982, 493—496.
7. В. Dushnik, W. Miller. Am. J. Math., 63, № 2, 1941, 600-610.
8. Л. Г. Замбахидзе. Сообщения АН ГССР, 89, № 1, 1978, 41—44.





УДК 513.831+512.546

МАТЕМАТИКА

В. Г. ПЕСТОВ

КАТЕГОРИЯ ТИХОНОВСКИХ ПРОСТРАНСТВ ВКЛАДЫВАЕТСЯ  
 В КАТЕГОРИЮ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП КАК  
 ПОДКАТЕГОРИЯ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 20.6.1986)

В 1949 г. Нагата [1] показал, что тихоновские пространства  $X$  и  $Y$  гомеоморфны, как только топологические кольца  $C_p(X)$  и  $C_p(Y)$  непрерывных вещественных функций над ними в топологии поточечной сходимости изоморфны. Другими словами (контравариантный) функтор  $C_p(\cdot)$  из категории *Tych* тихоновских пространств и непрерывных отображений в категорию *TopR* отделимых топологических колец и непрерывных кольцевых гомоморфизмов различает неизоморфные объекты. В связи с этим результатом А. В. Архангельский сформулировал вопрос (весна 1982 г., семинар по топологической алгебре в МГУ): существует ли различающий неизоморфные объекты функтор из категории *Tych* в категорию *TopGrp* отделимых топологических групп и непрерывных гомоморфизмов? Еще с работы М. И. Граева [2] известно, что функтор свободной топологической группы, вообще говоря, не таков, так же как и все его известные обобщения и модификации [3]. Ниже получен положительный ответ на вопрос А. В. Архангельского [4].

**Теорема 1.** *Для любого тихоновского пространства  $X$  существует единственная топологическая группа  $\Phi(X)$  со свойствами: 1) группа  $\Phi(X)$  содержит  $X$  как замкнутое подпространство, алгебраически порождающее ее; 2) для каждого  $x \in X$ ,  $x^2 = e_{\Phi(X)}$ ; 3) любое непрерывное отображение  $f$  пространства  $X$  в произвольную топологическую группу  $G$ , для которого  $f(x^2) = e_G$  при  $x \in X$ , продолжается до непрерывного гомоморфизма  $\tilde{f}: \Phi(X) \rightarrow G$ ; 4) группа  $\Phi(X)$  алгебраически изоморфна свободному произведению  $\ast (Z_2)_x \mid X$  копий циклической группы  $Z_2$ ; при этом каждый элемент  $x \in X$  отождествляется с (единственным) ненулевым элементом  $1_x \in (Z_2)_x$ .*

**Доказательство.** Считаем  $X$  вложенным в группу  $\Phi(X) = \ast_{x \in X} (Z_2)_x$  посредством отображения  $|x| \rightarrow 1_x$ , и топологизируем группу  $\Phi(X)$  сильнейшей из групповых топологий, сужение которых на  $X$  слабее топологии  $T_X$  пространства  $X$ ; обозначим эту топологию  $\mathfrak{S}$ . Покажем, что группа  $\Phi(X)$  с топологией  $\mathfrak{S}$  удовлетворяет свойствам 1) и 3) (свойства 2) и 4) очевидны), и отделима. Пусть  $f: X \rightarrow G$  — непрерывное отображение, и для каждого  $x \in X$ ,  $f(x)^2 = e_G$  — единица топологической группы  $G$ . Определим для всех  $x \in X$  отображения  $\tilde{f}_x: (Z_2)_x \rightarrow G$ , полагая  $\tilde{f}_x(0_x) = e_G$ ,  $\tilde{f}_x(1_x) = f(x)$ . Очевидно, каждое  $\tilde{f}_x$  — гомоморфизм, поэтому по определению свободного произведения групп [5, IV.1] существует гомоморфизм  $\tilde{f}: \Phi(X) \rightarrow G$ , су-

жение которого на каждую подгруппу  $(Z_2)_x$  есть  $f_x$ . След на  $X$  прообразом  $\tilde{f}^{-1}(T_G)$  топологии  $T_G$  группы  $G$  — более слабая топология, чем  $T_X$  (в силу непрерывности сужения  $\tilde{f}|_X = f$ ); итак,  $\tilde{f}^{-1}(T_G) \subset \mathfrak{E}$  и гомоморфизм  $\tilde{f}$  непрерывен. Свойство 3) доказано. Обозначим через  $j: \Phi(X) \rightarrow \Psi$  алгебраический изоморфизм группы  $\Phi(X)$  на ее копию, наделенную дискретной топологией, и пусть  $\tilde{\Psi}$  — расширение Хартмана — Мыцельского [6] группы  $\Psi$ , т. е., линейно связная группа всех полунепрерывных справа ступенчатых отображений промежутка  $[0, 1)$  в группу  $\Psi$ , снабженная поточечными операциями и топологией сходимости по мере. Так как группа  $\tilde{\Psi}$ , очевидно, содержит подпространство, гомеоморфное отрезку, все элементы которого имеют порядок 2, то из свойства 3) следует, что непрерывные гомоморфизмы из  $\Phi(X)$  в  $\tilde{\Psi}$  разделяют точки и замкнутые множества в  $X$ , и стандартное рассуждение с диагональным произведением позволяет установить, что  $X$  — топологическое подпространство в  $\Phi(X)$ .

Пусть теперь  $x \in \Phi(X)$ ,  $x \neq e$ ; представим  $x$  в виде  $x = \prod_{i=1}^n x_i^{\varepsilon_i}$ , где  $x_i \in X$ ,  $\varepsilon_i = \pm 1$ . Нетрудно видеть, что в группе  $\tilde{\Psi}$  найдется подпространство  $I$ , гомеоморфное отрезку, состоящее из элементов порядка 2 и содержащее элементы  $j(x_i)$ ,  $i = 1, \dots, n$ . Выберем непрерывное отображение  $\varphi: X \rightarrow I$  со свойством  $\varphi(x_i) = j(x_i)$ ,  $i = 1, \dots, n$ ; продолжаящий его непрерывный гомоморфизм  $\bar{\varphi}$  переводит элемент  $x$  в элемент  $j(x) \neq e_{\tilde{\Psi}}$ ; поскольку элементы  $j(x)$  и  $e_{\tilde{\Psi}}$  отделены в группе  $\tilde{\Psi}$ , то элементы  $x$  и  $e_{\Phi(X)}$  отделены в группе  $\Phi(X)$ .

Наконец,  $X$  замкнуто в  $\Phi(X)$ , являясь полным прообразом замкнутого в группе  $\Phi(\beta X)$  компакта  $\beta X$  при непрерывном монорморфизме  $i: \Phi(X) \rightarrow \Phi(\beta X)$ , продолжающем каноническое вложение  $i: X \rightarrow \beta X$ .

Доказательство единственности группы  $\Phi(X)$  стандартно.

**Теорема 2.** Пусть  $X$  и  $Y$  — тихоновские пространства. Если топологические группы  $\Phi(X)$  и  $\Phi(Y)$  изоморфны, то пространства  $X$  и  $Y$  гомеоморфны.

**Доказательство.** Пусть  $\mathfrak{A}_2$  — многообразие всех топологических групп экспоненты 2 и  $A_2(X)$  — свободная топологическая группа пространства  $X$  в многообразии  $\mathfrak{A}_2$  [3]. Пусть  $i_X: \Phi(X) \rightarrow A_2(X)$  — непрерывный гомоморфизм, продолжающий тождественное отображение  $i_X: X \rightarrow X$ . Обозначим через  $\tilde{X}$  множество всех элементов порядка 2 в группе  $\Phi(X)$ , отличных от  $e$ . Из теоремы IV.1.6 в [5] вытекает, что каждый элемент  $z \in \tilde{X}$  сопряжен с (единственным) элементом  $z'$  множества  $X$ ; поэтому, в силу абелевости группы  $A_2(X)$ ,  $i_X(z) = i_X(z') \in X \subset A_2(X)$ . Если теперь  $\varphi: \Phi(X) \rightarrow \Phi(Y)$  — топологический изоморфизм, то для каждого  $y \in Y$  элемент  $\varphi(y)$  лежит в  $\tilde{X}$ . Получаем сквозное непрерывное отображение  $i_X \circ \varphi|_Y: Y \rightarrow X$ . Очевидная проверка показывает, что аналогичное непрерывное отображение  $i_Y \circ \varphi^{-1}|_X: X \rightarrow Y$  обратно к первому.

**Замечание 1.** Нетрудно видеть, что  $\Phi(\cdot): \mathbf{Tych} \rightarrow \mathbf{Top Grp}$  — ковариантный функтор; вместе с теоремой 2 это влечет, что  $\Phi(\cdot)$  — функтор вложения, откуда вытекает справедливость утверждения, вынесенного нами в заглавие.



Замечание 2. Категория *Tych* не допускает вложения в категорию *Top Grp* в качестве полной подкатегории (опр. см. в [7, с. 15]). Это следует из того, что каждая группа изоморфна некоторой группе вида  $\text{Homeo}(X)$ ,  $X \in \text{Tych}$  [8], но существует группа, не изоморфная никакой группе вида  $\text{Aut } G$ ,  $G \in \text{Top Grp}$  [9].

Томский государственный университет

(Поступило 20.6.1986)

მათემატიკა

ვ. პესტოვი

ტიხონოვის სივრცეთა კატეგორია როგორც ქვიკატეგორია იღვმება ტოპოლოგიურ ჯგუფთა კატეგორიაში

რეზიუმე

დამტკიცებულია, რომ არსებობს ისეთი კოვარიანტული ფუნქტორი  $\Phi(\cdot)$  ტიხონოვის სივრცეთა და უწყვეტ ასახვათა *Tych* კატეგორიიდან ჰაუსდორფის ტოპოლოგიურ ჯგუფთა და უწყვეტ ჰომომორფიზმთა კატეგორიაში, რომ ნებისმიერი ორი სივრცე  $X, Y \in \text{Tych}$  არის ჰომომორფული მაშინ და მხოლოდ მაშინ, როცა ტოპოლოგიური ჯგუფები  $\Phi(X)$  და  $\Phi(Y)$  იზომორფულემა.

MATHEMATICS

V. H. PESTOV

## THE CATEGORY OF TYCHONOFF SPACES EMBEDDED INTO THE CATEGORY OF TOPOLOGICAL GROUPS AS A SUBCATEGORY

Summary

It is proved that there exists a covariant functor  $\Phi(\cdot)$  from the category *Tych* of all Tychonoff topological spaces and continuous mappings into the category *Top Grp* of all Hausdorff topological groups and continuous homomorphisms such that any two spaces  $X, Y \in \text{Tych}$  are homeomorphic if and only if the topological groups  $\Phi(X)$  and  $\Phi(Y)$  are isomorphic.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. Nagata. Osaka Math. J., 1. 1949, p. 166-181.
2. М. И. Граев. Изв. АН СССР, сер. матем., 12, № 3, 1948, 279—324.
3. S. A. Morris. Colloq. Math., 46, № 2, 1982, p. 147-165.
4. В. Г. Пестов. XVIII Всес. алг. конф. (тезисы сообщ.), ч. 2. Кишинев, 1985, 91.
5. Р. Линдон, П. Шупп. Комбинаторная теория групп. М., 1980.
6. S. Hartman, J. Mysielski. Colloq. Math., 5, 1958, p. 167-169.
7. М. Ш. Цаленко, Е. Г. Шильгейфер. Основы теории категорий. М., 1974.
8. В. К. Бельнов. V Тирасп. симп. общ. топол. прил. (тезисы сообщ.). Кишинев, 1985, 22.
9. R. J. Wille. Quart. J. Math. Oxford, ser. 2, 18, № 69, 1967, p. 53-57.

С. А. САНЕБЛИДЗЕ

ФУНКТОР  $D_k$  И РАЦИОНАЛЬНАЯ АЛГЕБРА КОГОМОЛОГИИ  
 РАССЛОЕННОГО ПРОСТРАНСТВА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Берикашвили 27.6.1986)

В данной работе для колокальной системы косокоммутативных градуированных дифференциальных алгебр над полиэдром развивается теория Н. А. Берикашвили [1, 2].

1. Пусть на полиэдре  $X$  дана колокальная система  $\mathcal{C}$  косокоммутативных градуированных дифференциальных  $k$ -алгебр, т. е. каждому симплексу  $\sigma$  из  $X$  отвечает  $k$ -алгебра  $(C_\sigma, d_\sigma)$ , где  $C_\sigma = \sum_{j \geq 0} C_\sigma^j$ ,  $C_\sigma^i \cdot C_\sigma^j = (-1)^{ij} C_\sigma^j C_\sigma^i$ ,  $d_\sigma C_\sigma^i \subset C_\sigma^{i+1}$ ,  $d_\sigma^2 = 0$ ,  $d_\sigma(x \cdot y) = d_\sigma x \cdot y + (-1)^{\dim x} x \cdot d_\sigma y$ ,  $H^0(C_\sigma, d_\sigma) = k$  ( $k$  — поле характеристики ноль), и каждой паре  $\sigma' \subset \sigma$  ( $\sigma'$  — грань симплекса  $\sigma$ ) отвечает отображение алгебр  $\alpha_{\sigma'\sigma} : (C_{\sigma'}, d_{\sigma'}) \rightarrow (C_\sigma, d_\sigma)$ ; при этом  $\alpha_{\sigma\sigma} = \text{id}$ , и если  $\sigma'' \subset \sigma' \subset \sigma$ , то  $\alpha_{\sigma\sigma} = \alpha_{\sigma'\sigma} \circ \alpha_{\sigma''\sigma'}$ . Ясно, что  $\{H(C_\sigma, d_\sigma), \alpha_{\sigma'\sigma}^*\}$  образует новую колокальную систему над  $X$ , и для простоты изложения полагаем, что она тривиальна.

Определим градуированное дифференциальное пространство дифференциальных форм  $(A(X; \mathcal{C}), d_{\mathcal{C}})$  со значениями в колокальной системе  $\mathcal{C}$  (ср. [3]). Элемент  $\Phi \in A(X; \mathcal{C})^l$  есть функция, которая каждому симплексу  $\sigma$  из  $X$  сопоставляет полиномиальную  $p$ -форму  $\Phi_\sigma$  на  $\sigma$  с коэффициентами в  $C_\sigma^q$ ,  $j = p + q$ , и удовлетворяет следующему условию: если  $\sigma' \subset \sigma$ , то ограничение  $\Phi_\sigma$  на грани  $\sigma'$  совпадает с индуцированной отображением  $\alpha_{\sigma'\sigma}$  формой  $\alpha_{\sigma'\sigma}^* \Phi_{\sigma'}$ .

Естественным образом  $(A(X; \mathcal{C}), d_{\mathcal{C}})$  становится косокоммутативной градуированной дифференциальной алгеброй.

Пусть  $\rho : (\Lambda Z, d) \rightarrow H$  — биградуированная модель Сташева — Гальперина алгебры  $H = H(C_\sigma, d_\sigma)$  (см. [4]). (Здесь же заметим, что условие минимальности несущественно для нижеизложенного). Эндоморфизмы градуированного дифференциального пространства  $\Lambda Z$  образуют градуированную (целыми числами) дифференциальную алгебру  $\text{End } \Lambda Z$ . Рассмотрим  $A(X; \text{End } \Lambda Z)$  — пространство дифференциальных форм со значениями в  $\text{End } \Lambda Z$ , которое является градуированной дифференциальной алгеброй (не косокоммутативной) с единицей и будет обозначаться через  $(\mathbf{H}, \nabla)$ .

Пусть  $M(\mathbf{H})$  обозначает подмножество компоненты  $\mathbf{H}^1$ , такое, что элемент  $h \in M(\mathbf{H})$  удовлетворяет следующим условиям:

1)  $\nabla h = -\widehat{h} \cdot h$ , где  $\widehat{h} = \{h_q^{i+1}\} = \{(-1)^{i+q} h_q^{i+1}\}$ ,  $i + q \geq 2$ ,  $h_q^{i+1} \in A^i(X; \text{End}_{\sigma^{i+1}} \Lambda Z)$  и индекс  $q$  указывает, что эндоморфизм уменьшает горизонтальную градуировку  $\Lambda Z$  на  $q$ ;

2)  $h \in A(X; \text{Der } \Lambda Z)$ , где  $\text{Der } \Lambda Z \subset \text{End } \Lambda Z$  — градуированное дифференциальное подпространство дифференцирований алгебры  $\Lambda Z$  ( $\Theta(ab) = \Theta a \cdot b + (-1)^{\dim a \cdot n} a \cdot \Theta b$ ,  $\Theta \in \text{Der}^n \Lambda Z$ ).

Пусть  $G(\mathfrak{H})$  — подгруппа группы делителей единицы алгебры  $\mathbf{H}$ , такая, что

- а) элемент  $p \in G(\mathbf{H})$  имеет вид  $p = 1 + \tilde{p}$ , где  $\tilde{p} = \{\tilde{p}_q^{i, -i}\} \in \mathbf{H}^0$ ,  $i + q \geq 1$ ,  
 б)  $\omega^0 \cdot p = (p \otimes p) \omega^0$ , где  $\omega^0 \in A^0(X; \text{Hom}(\Lambda Z \otimes \Lambda Z, \Lambda Z))$  есть постоянная форма, такая, что  $\omega^0(x) : \Lambda Z \otimes \Lambda Z \rightarrow \Lambda Z$  является умножением алгебры  $\Lambda Z$ ; а  $p \otimes p \in A(X; \text{End}(\Lambda Z \otimes \Lambda Z))$  определено спариванием  $\text{End } \Lambda Z \otimes \text{End } \Lambda Z \rightarrow \text{End}(\Lambda Z \otimes \Lambda Z)$ .

Тогда формула

$$p \cdot h = \widehat{p} h p^{-1} + \nabla p \cdot p^{-1}$$

определяет действие  $G(\mathbf{H})$  на множество  $M(\mathbf{H})$ .

Определение 1. Множество орбит множества  $M(\mathbf{H})$  относительно действия  $G(\mathbf{H})$  обозначим через  $\mathbf{D}_k(X; H)$ ; класс элемента 0 обозначим через 0.

Предложение 1.  $\mathbf{D}_k(X; H)$  является контравариантным функтором из категории полиэдров в категорию множеств с отмеченными точками. Если симплициальное отображение  $f : X' \rightarrow X$  индуцирует изоморфизм  $f^* : H^s(X; k) \cong H^s(X'; k)$ , то  $\mathbf{D}_k(f) : \mathbf{D}_k(X; H) \rightarrow \mathbf{D}_k(X'; H)$  — биекция.

Предложение 2. (см. [5, стр. 523]). Если  $H_i^s(\text{Der } \Lambda Z, \tilde{d}) = 0$ ,  $s \geq 1$ ,  $i = 0, 1, 2$ , то  $\mathbf{D}_k$  является гомотопическим и, следовательно, представимым функтором.

Теорема 1. Существует способ сопоставляющий колокальной системе  $C$  элемент  $d(C) \in \mathbf{D}_k(X; H)$ , называемый мультипликативным преддифференциалом. Если  $f : X' \rightarrow X$  — симплициальное отображение, то  $f^* d(C) \in \mathbf{D}_k(X'; H)$  является мультипликативным преддифференциалом индуцированной колокальной системы над  $X'$ .

Имеем, что спаривание

$$(A(X; \Lambda Z), d) \otimes (\mathbf{H}, \nabla) \rightarrow (A(X; \Lambda Z), d)$$

определяет в  $A(X; \Lambda Z)$  новый дифференциал  $d_h$  формулой

$$d_h(a) = da + ah, \quad a \in A(X; \Lambda Z), \quad h \in M(\mathbf{H}).$$

Теорема 2. Существует отображение алгебр

$$(A(X; \Lambda Z), d_h) \rightarrow (A(X; C), d_C),$$

индуцирующее изоморфизм в когомологиях. Следовательно, полиэдр  $X$ , колокальная система  $C$  и преддифференциал  $d(C)$  определяют алгебру когомологии  $H(A(X; C), d_C)$ .

2. Пусть  $F \rightarrow E \xrightarrow{\pi} X$  — ориентируемое расслоение, где  $X$  — полиэдр. Каждому симплексу  $\sigma$  из  $X$  поставим в соответствие алгебру дифференциальных форм  $A(\pi^{-1}(st\sigma))$ , где  $st\sigma$  — звезда симплекса  $\sigma$ . Это соответствие определяет некоторую колокальную систему  $E$  над  $X$  в вышеизложенном смысле.

Лемма 1. Существует отображение алгебр

$$(A(X; E), d_E) \rightarrow (A(E), d),$$

индуцирующее изоморфизм в когомологиях.

Пусть пространства  $F$ ,  $E$  и  $X$  линейно связны и  $(\Lambda Z, d) \rightarrow H(F; K)$  — биградуированная модель Сташева — Гальперина. Тогда из теоремы 2 и леммы 1 вытекает

Теорема 3. Существует отображение алгебр

$$(A(X; \Lambda Z), d_h) \rightarrow (A(E), d),$$

индуцирующее изоморфизм в когомологиях. Следовательно, база  $X$  и мультипликативный преддифференциал  $d(E)$  определяют алгебру когомологии  $H(E; k)$ .

Отсюда, когда  $H$  имеет конечный тип, получаем  
 Следствие 1. Существует отображение алгебр

$$(A(X) \otimes \Lambda Z, d_h) \rightarrow (A(E), d),$$

индуцирующее изоморфизм в когомологиях.

В случае свободной алгебры  $H$  это следствие является фактически теоремой Гривелья — Гальперина (см. [3, 6]).

Отметим, что при  $X = *$  (точка) теорема 2 становится теоремой 4,4 из [4], а  $D_Q(*, H)$  описывает множество рациональных гомотопических типов односвязных пространств с когомологиями  $H$ , имеющих гомотопический тип  $SW$ -комплексов конечного типа (ср. [7], где рассмотрен двойственный случай).

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

(Поступило 27.6.1986)

მათემატიკა

ს. სანიავლიძე

ფუნქტორი  $D_k$  და ფიბრაციის სიმრცის რაციონალური  
 კომპომოლოგიური ალგებრა

რეზიუმე

პოლიედრზე მოცემულ ირიბკომუტატიური გრადუირებული დიფერენციალური  $k$ -ალგებრების ( $k$  ნულმახასიათებლიანი ველია) კოლოკალური სისტემისათვის აგებულია კონტრავარიანტული ფუნქტორი  $D_k$  პოლიედრების კატეგორიიდან მონიშნულწერტილიან სიმრავლეების კატეგორიაში. ფიბრაციის შემთხვევაში ფიბრაციის ბაზა და  $D_k$  სიმრავლის ელემენტი-მულტიპლიკატიური პრედიფერენციალი განსაზღვრავს ფიბრაციის სივრცის კომპომოლოგიურ ალგებრას.

S. A. SANEBLIDZE

 FUNCTOR  $D_k$  AND THE RATIONAL COHOMOLOGY  
 ALGEBRA OF A FIBRATION

## Summary

For a colocal system of the commutative graded differential  $k$ -algebras ( $k$  is a field of characteristic 0) the contravariant functor  $D_k$  from the category of polyhedra to the category of pointed sets is defined. In the case of fibration, the base and the element of the set  $D_k$ , called the multiplicative predifferential, define the cohomology algebra of the fibration.

## ლიტერატურა — REFERENCES

1. Н. А. Берикашвили. Труды Тбил. матем. ин-та, т. 51, 1976, 1—105.
2. Н. А. Берикашвили. Сообщения АН ГССР, 86, № 3, 1977, 529—532.
3. S. Halperin. Mem. Soc. Math. France, №9—10, 1983, 1—261.
4. S. Halperin, J. Stasheff. Adv. in Math., v. 32, 1979, 233—279.
5. Э. Свендлер. Алгебраическая топология. М., 1971.
6. P. Grivel. Ann. Inst. Fourier. v. 29, №3, 1979, 17—37.
7. J. Lemaire, F. Sigrist. C. R. Acad. Sci. Paris, v. 287, №3, 1978, 109—112.

Г. Ф. МАНДЖАВИДЗЕ, НГО ВАН ЛЬОК

## ЗАДАЧА V ДЛЯ ОБОБЩЕННЫХ АНАЛИТИЧЕСКИХ ВЕКТОРОВ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 15.5.1987)

Обобщенная задача Римана—Гильберта—Пуанкаре (задача V) для аналитических функций была исследована И. Н. Векуа [1], для систем аналитических функций она была изучена в работах Н. П. Векуа [2], Б. В. Хведелидзе [3], для обобщенных аналитических функций — в работах Б. Боярского [4], И. И. Данилюка [5] (см. [6, 7]). Целью данной работы является изучение задачи V для обобщенных аналитических векторов, в которой содержится производная первого порядка искомого вектора.

Пусть  $D$  — конечная область, ограниченная простым контуром Ляпунова  $\Gamma$ .

Обобщенным аналитическим вектором в области  $D$  называется решение эллиптической системы

$$\omega_{\bar{z}} - Q \omega_z + A \omega + \overline{B \omega} = 0, \quad (1)$$

где  $Q(z)$  — квадратная матрица порядка  $n$  специального вида, описанная в работе Б. Боярского [8];  $A(z)$ ,  $B(z)$  — квадратные матрицы порядка  $n$ ,  $A, B \in L_{p_0}(\overline{D})$ ,  $p_0 > 2$ .

Если  $A=B=0$ , то обобщенный аналитический вектор назовем  $Q$ -голоморфным вектором. Через  $\zeta(z)$  обозначим основное (матричное) решение системы (1) при  $A=B=0$  (см. [8]). Будем считать, что  $0 \in D$  и  $\zeta(0)=0$ . Через  $s_k(z)$ ,  $k=1, \dots, n$  обозначим основной гомеоморфизм уравнения Бельтрами [6]

$$s_{\bar{z}} - q_{kk} s_z = 0, \quad k=1, \dots, n,$$

где  $q_{kk}(z)$  — элементы главной диагонали матрицы  $Q(z)$ ,  $s_k(0)=0$ .

Определение. Через  $E_{1,p}(D, Q, A, B)$ ,  $p > 0$ , обозначим класс обобщенных аналитических векторов, удовлетворяющих условию

$$\int_{\delta_{kr}} |\partial_{\bar{z}} \omega_k|^p |dz| \leq C, \quad k=1, \dots, n, \quad (2)$$

где  $C$  — константа;  $\delta_{kr}$  — кривые в области  $D$ , соответствующие окружностям  $|\xi_i|=r$  ( $r < 1$ ) при квазиконформном отображении  $\xi = \Omega_k(s_k(z))$  круга  $|\xi| < 1$  на область  $D$ ;  $\Omega_k$  — однолистная аналитическая в области  $s_k(D)$  функция. Можно показать, что если  $\omega(z) \in E_{1,p}(D, Q, 0, 0)$ ,  $p > 1$ , то  $\omega(z)$  непрерывен по Гельдеру в замкнутой области  $\overline{D}$ , а  $\omega_z$  имеет угловые граничные значения на  $\Gamma$  почти всюду класса  $L_p(\Gamma)$ . Если  $\omega(z) \in E_{1,\lambda}(D, Q, A, B)$  при некотором  $\lambda > 1$  и граничные значения  $\omega_z$  на  $\Gamma$  принадлежат классу



$L_p(\Gamma, \rho)$  ( $p > 1$ ),  $\rho(t) = \prod_{k=1}^m |t - t_k|^{\alpha_k}$ ,  $t_k \in \Gamma$ ,  $-1 < \alpha_k < p-1$ ), то мы

скажем, что  $\omega(z)$  принадлежит классу  $E_{1,p}(D, Q, A, B, \rho)$ . Имеет место

Теорема 1. Пусть  $\omega(z)$  — вектор класса  $E_{1,p}(D, Q, 0, 0, \rho)$ . Тогда  $\omega(z)$  допускает представление в виде

$$\omega(z) = \int_{\Gamma} \ln [I - \zeta(z) \zeta^{-1}(t)] [I + Q(t) \zeta'^2] \nu(t) ds + \int_{\Gamma} M(t) \nu(t) ds + i c, \quad (3)$$

где  $M(t)$  — определенная вещественная непрерывная диагональная матрица,  $c = \text{Im} \omega(0)$ ; вещественный вектор  $\nu(t) \in L_p(\Gamma, \rho)$  определяется вектором  $\omega(z)$  однозначно.

Рассмотрим следующую задачу:

Найти вектор  $\omega(z)$  класса  $E_{1,p}(D, Q, 0, 0, \rho)$ ,  $p > 1$ , по граничному условию

$$L \omega \equiv \text{Re} [a_0(t) \omega(t) + a_1(t) \partial_t \omega(t) + v_0 \omega(t) + v_1 \partial_t \omega(t)] = f(t), \quad (4)$$

где  $f(t)$  — заданный вектор класса  $L_p(\Gamma, \rho)$ ;  $a_0, a_1$  — заданные кусочно-непрерывные матрицы;  $v_0, v_1$  — заданные вполне непрерывные операторы в  $L_p(\Gamma, \rho)$ . Будем искать решение задачи (4) в виде (3). Относительно  $\nu(t)$  получаем сингулярное интегральное уравнение

$$a(t) \nu(t) + \frac{b(t)}{\pi i} \int_{\Gamma} \frac{\nu(\tau) d\tau}{\tau - t} + T \nu = f(t) - \sigma(t) c, \quad (5)$$

где  $T$  — вполне непрерывный оператор в  $L_p(\Gamma, \rho)$ ,  $a(t) = \pi \text{Im} [\zeta' a_1(t)]$ ,  $b(t) = -\pi i \text{Re} [\zeta' a_1(t)]$ ,  $\sigma(t) = \text{Re} [i a_0(t) + i v_0(1)]$ .

Необходимым и достаточным условием нетеровости уравнения (5) в  $L_p(\Gamma, \rho)$ , а также граничной задачи (4) в  $E_{1,p}(D, Q, 0, 0, \rho)$  является выполнение неравенств

$$\inf |\det a_1(t)| > 0, \quad (1 + \alpha_k) / p \neq \omega_{kj}, \quad k = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, n}, \quad (6)$$

где  $\omega_{kj} = \arg \lambda_{kj} / 2\pi$ ,  $0 \leq \arg \lambda_{kj} < 2\pi$ ,  $\lambda_{kj}$  — корни уравнения

$$\det [G^{-1}(t_k - 0) G(t_k + 0) - \lambda I] = 0, \quad G(t) = -t'^2 a_1^{-1} \overline{a_1(t)}.$$

При соблюдении условий (6) необходимым и достаточным условием разрешимости уравнения (5) и, следовательно, граничной задачи (4) будет

$$\int_{\Gamma} [f(t) - \sigma(t) c] \psi_k(t) ds = 0, \quad k = 1, \dots, l,$$

где  $\psi_k(t)$  — полная система линейно независимых решений союзного к уравнению (5) однородного уравнения в  $L_q(\Gamma, \rho^{1-q})$ ,  $q = p/(p-1)$ .

Используя гомотопность операторов  $L\Phi$  и  $L_0 \omega \equiv \text{Re} [a_1 \partial_t \omega]$ , получаем, что индекс задачи (4) в  $E_{1,p}(D, Q, 0, 0, \rho)$  равен  $\kappa + 3n$ , где  $\kappa$  — индекс матрицы  $a_1^{-1} \overline{a_1}$  класса  $E_p^{\pm}(\Gamma, \rho)$ .

В этом пункте рассмотрим задачу вида (4) для обобщенных аналитических векторов, т. е. для решений уравнения (1). Нетрудно показать,

что если коэффициенты  $A, B$  непрерывны в смысле Гельдера, то ограниченные векторы класса  $E_{1,p}(D, Q, A, B, \rho)$ ,  $p > 1$ , непрерывны в смысле Гельдера. Имеет место представление (см. [8]):

$$w(z) = \varphi(z) + \iint_D [\Gamma_1(z, \zeta) \varphi(\zeta) + \Gamma_2(z, \zeta) \overline{\varphi(\zeta)}] d\sigma_\zeta + \sum_{k=1}^N c_k W_k^*(z), \quad (7)$$

$$\operatorname{Im} \int_{\Gamma} \varphi(t) d\varphi, \quad t W_j'(t) = 0, \quad j=1, \dots, N,$$

где  $W_k^*(z)$ ,  $k=1, \dots, N$  — полная система линейно независимых решений уравнения (1), непрерывных на всей плоскости ( $A, B=0$  вне  $D$ ,  $W_k^*(\infty) = 0$ );  $W_k'$ ,  $k=1, \dots, N$  — такая же система сопряженного к уравнению (1) уравнения;  $c_k$  — произвольные действительные постоянные;  $\varphi(z)$  — произвольный вектор класса  $E_{1,p}(D, Q, 0, 0, \rho)$ ;  $\Gamma_1(z, \zeta)$ ,  $\Gamma_2(z, \zeta)$  — резольвенты.

Используя формулу (7), относительно вектора  $\varphi(z)$  получаем граничную задачу вида (4) с дополнительными условиями.

Можно показать, что условия нетеровости и индекса этой задачи имеют такой же вид, что и для задачи (4).

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

(Поступило 21.5.1987)

მათემატიკა

ბ. მანჯავიძე, ნგო ვან ლიოკი

V პრობლემა განზოგადებული ანალიზური ვექტორებისათვის

რეზიუმე

ნაშრომში შესწავლილია რიმან — ჰილბერტ — პუანკარეს განზოგადებული ამოცანა (V ამოცანა) (1) ელიფსური სისტემისათვის.

MATHEMATICS

G. F. MANJAVIDZE, NGO VAN LYOC

THE PROBLEM V FOR GENERALIZED ANALYTIC VECTORS

Summary

The generalized Riemann-Hilbert-Poincaré problem (problem V) is studied for the elliptic system (1).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Н. Векуа. Труды Тбил. матем. ин-та, т. 11, 1942, с. 109—139.
2. Н. П. Векуа. Системы сингулярных интегральных уравнений. М., 1970.

3. Б. В. Хведелидзе. Труды Тбил. матем. ин-та, т. 23, 1957.
4. Б. Боярский. ДАН СССР, 102, № 2, 1955.
5. И. И. Данилюк. Сиб. матем. ж., 3, № 1, 1962.
6. И. Н. Векуа. Обобщенные аналитические функции. М., 1959.
7. Н. И. Мухелишвили. Сингулярные интегральные уравнения. М., 1968.
8. Б. Боярский. App. Polon. Math. 1966. 17, №3. С. 281—320.



О. П. ДЗАГНИДЗЕ

ГРАНИЧНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПРОИЗВОДНЫХ ИНТЕГРАЛА  
 ПУАССОНА И ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ФУНКЦИИ

(Представлено академиком Б. В. Хведелидзе 1.6.1987)

Результаты настоящей статьи существенно полны, нежели работ [1, 2], относящиеся к граничным значениям производных интеграла Пуассона

$$u_f(r, \theta, \varphi) = \frac{1}{4\pi} \int_0^\pi \int_0^{2\pi} f(\theta', \varphi') P_r(\theta, \varphi; \theta', \varphi') \sin \theta' d\theta' d\varphi'$$

и представлению функций в постановке И. И. Лузина.

Определение 1 [3]. Пусть функция  $f$  определена и конечна в окрестности точки  $(\theta_0, \varphi_0)$ . Если существует конечный предел

$$\lim_{(\theta, \varphi) \rightarrow (\theta_0, \varphi_0)} \frac{f(\theta, \varphi) - f(\theta_0, \varphi)}{\theta - \theta_0},$$

то его будем называть частной производной в узком смысле по первому аргументу и обозначим через  $f_{[1]}(\theta_0, \varphi_0)$ .

Если, в частности,  $\frac{\partial f}{\partial \theta}$  непрерывна на  $(\theta_0, \varphi_0)$ , то тогда  $f_{[1]}(\theta_0, \varphi_0) = \frac{\partial f}{\partial \theta}(\theta_0, \varphi_0)$ .

Определение 2. При очевидных предположениях введем частную производную в узком смысле второго порядка по первому аргументу

$$f_{[11]}(\theta_0, \varphi_0) = 2! \lim_{(\theta, \varphi) \rightarrow (\theta_0, \varphi_0)} \frac{f(\theta, \varphi) - f(\theta_0, \varphi) - (\theta - \theta_0) f_{[1]}(\theta_0, \varphi)}{(\theta - \theta_0)^2}.$$

Аналогично определяются  $f_{[2]}(\theta_0, \varphi_0)$  и  $f_{[22]}(\theta_0, \varphi_0)$ .

Справедливы следующие утверждения.

В теоремах 1—4 предполагается, что функция  $f(\theta, \varphi)$  суммируема на  $R = [0 \leq \theta \leq \pi, 0 \leq \varphi \leq 2\pi]$  и  $2\pi$ -периодична по  $\varphi$  при каждом  $\theta$ .

Теорема 1. Если в точке  $(\theta_0, \varphi_0)$ , где  $0 < \theta_0 < \pi$ ,  $0 \leq \varphi_0 \leq 2\pi$ ,  $f_{[1]}(\theta_0, \varphi_0)$  конечна и функция  $f(\theta_0, \varphi)$  является суммируемой на  $[0, 2\pi]$  и непрерывной при  $\varphi = \varphi_0$ , то тогда для каждой константы  $C > 0$

$$\lim_{\substack{(r, \theta, \varphi) \rightarrow (1, \theta_0, \varphi_0) \\ |\theta - \theta_0| < C(1-r)^2}} \frac{\partial u_f}{\partial \theta}(r, \theta, \varphi) = f_{[1]}(\theta_0, \varphi_0).$$



Теорема 2. Если для точки  $(\theta_0, \varphi_0)$ , где  $0 < \theta_0 < \pi$ ,  $0 \leq \varphi_0 \leq 2\pi$ ,  $f_{[11]}(\theta_0, \varphi_0)$  конечна, функции  $f(\theta_0, \varphi)$ ,  $f_{[1]}(\theta_0, \varphi)$  суммируемы на  $[0, 2\pi]$  и непрерывны при  $\varphi = \varphi_0$ , то тогда для каждой константы  $C > 0$

$$\lim_{\substack{(r, \theta, \varphi) \rightarrow (1, \theta_0, \varphi_0) \\ |\theta - \theta_0| < C(1-r)}} \frac{\partial u_f}{\partial \theta}(r, \theta, \varphi) = f_{[1]}(\theta_0, \varphi_0).$$

Теорема 3. Если в точке  $(\theta_0, \varphi_0)$ , где  $0 < \theta_0 < \pi$ ,  $0 \leq \varphi_0 \leq 2\pi$ ,  $f_{[22]}(\theta_0, \varphi_0)$  конечна и функция  $f(\theta, \varphi_0)$  суммируема на  $[0, \pi]$ , то тогда для каждой константы  $C > 0$

$$\lim_{\substack{(r, \theta, \varphi) \rightarrow (1, \theta_0, \varphi_0) \\ |\varphi - \varphi_0| < C(1-r)^2}} \frac{\partial u_f}{\partial \varphi}(r, \theta, \varphi) = f_{[2]}(\theta_0, \varphi_0).$$

Теорема 4. Если для точки  $(\theta_0, \varphi_0)$ , где  $0 < \theta_0 < \pi$ ,  $0 \leq \varphi_0 \leq 2\pi$ ,  $f_{[22]}(\theta_0, \varphi_0)$  конечна, функции  $f(\theta, \varphi_0)$ ,  $f_{[2]}(\theta, \varphi_0)$  суммируемы на  $[0, \pi]$  и  $f_{[2]}(\theta, \varphi_0)$  непрерывна при  $\theta = \theta_0$ , то тогда для каждой константы  $C > 0$

$$\lim_{\substack{(r, \theta, \varphi) \rightarrow (1, \theta_0, \varphi_0) \\ |\varphi - \varphi_0| < C(1-r)}} \frac{\partial u_f}{\partial \varphi}(r, \theta, \varphi) = f_{[2]}(\theta_0, \varphi_0).$$

Замечание 1. Справедливы утверждения, когда  $(r, \theta, \varphi) \rightarrow (1, \theta_0, \varphi_0)$  под условием  $|\theta - \theta_0|^n < (1-r)^2$  для  $\frac{\partial u_f}{\partial \theta}$  и под условием  $|\varphi - \varphi_0|^n < (1-r)^2$  для  $\frac{\partial u_f}{\partial \varphi}$ . Здесь,  $n$  — порядок частной производной в узком смысле.

О представлении функций имеем утверждения.

Теорема 5. Пусть  $2\pi$ -периодические по  $\varphi$  при каждом  $\theta$  и непрерывные на  $R$  функции  $P(\theta, \varphi)$  и  $Q(\theta, \varphi)$  абсолютно непрерывны по каждой переменной, причем

$$\frac{\partial P}{\partial \varphi} = \frac{\partial Q}{\partial \theta}$$

почти всюду на  $R$ . Тогда существует непрерывная и по каждой переменной абсолютно непрерывная на  $R$  функция  $F(\theta, \varphi)$ , интеграл Пуассона  $u_F(r, \theta, \varphi)$  которой для каждой константы  $C > 0$  удовлетворяет равенствам

$$\lim_{\substack{(r, \theta, \varphi) \rightarrow (1, \theta_0, \varphi_0) \\ |\theta - \theta_0| < C(1-r)^2}} \frac{\partial u_F}{\partial \theta}(r, \theta, \varphi) = P(\theta_0, \varphi_0), \quad (1)$$

$$\lim_{\substack{(r, \theta, \varphi) \rightarrow (1, \theta_0, \varphi_0) \\ |\varphi - \varphi_0| < C(1-r)^2}} \frac{\partial u_F}{\partial \varphi}(r, \theta, \varphi) = Q(\theta_0, \varphi_0), \quad (2)$$

для всех  $(\theta_0, \varphi_0)$ , где  $0 < \theta_0 < \pi$ ,  $0 < \varphi_0 < 2\pi$ .

Теорема 6. Пусть  $P(\theta, \varphi)$  и  $Q(\theta, \varphi)$  — из теоремы 5 и, кроме того, существуют непрерывные на  $R$   $\frac{\partial P}{\partial \theta}$  и  $\frac{\partial Q}{\partial \varphi}$ . Тогда,  $F(\theta, \varphi)$  из теоремы 5 удовлетворяет равенствам (1) и (2) под условиями  $|\theta - \theta_0| < C(1-r)$  и  $|\varphi - \varphi_0| < C(1-r)$ , соответственно.

З а м е ч а н и е 2. Утверждения теорем 5 и 6 можно усилить, учитывая результаты из замечания 1.

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

(Поступило 11.6.1987)

მათემატიკა

ო. ძაგნიძე

კუასონის ნიშებრალის წარმომავლების სასაზღვრო მნიშვნელობანი  
 და ფუნქციათა წარმოდგენა

რეზიუმე

[1, 2] შრომებში მიღებული შედეგები არსებითად არის გაძლიერებული, კერძოდ, კუთხური ზღვრისთვის.

MATHEMATICS

O. P. DZAGNIDZE

BOUNDARY VALUES OF DERIVATIVES OF THE POISSON INTEGRAL  
 AND REPRESENTATION OF FUNCTIONS

S u m m a r y

The results obtained in [1,2] are strengthened essentially, in particular, for an angular limit.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. О. П. Дзагнидзе. Труды Тбил. матем. ин-та, XXVI, 1985, 18—39.
2. О. П. Дзагнидзе. Сообщения АН ГССР, 122, № 1, 1986, 21—23.
3. С. Б. Топурия. ДАН СССР, 209, № 3, 1973, 563—572.



Г. А. ГЕНИЕВ, Р. В. ГОГОЛАДЗЕ

ОДНОМЕРНОЕ УСТАНОВИВШЕЕСЯ ДВИЖЕНИЕ  
 НЕСЖИМАЕМОЙ БАРОВЯЗКОЙ СРЕДЫ

(Представлено академиком Э. А. Сехниашвили 9.10.1986)

Под баровязкой средой понимается сплошная среда, реологическое уравнение которой

$$p_{ij} = -p\delta_{ij} + (\mu_0 + \lambda p) \left( \frac{\partial v_i}{\partial x_j} + \frac{\partial v_j}{\partial x_i} \right) \quad (i, j = 1, 2, 3) \quad (1)$$

обобщает реологическое уравнение ньютоновой вязкой жидкости на случай, когда динамический коэффициент вязкости  $\mu$  является линейной функцией первого инварианта тензора напряжений (гидростатического давления  $p = -p_{ii}/3$ ):  $\mu = \mu_0 + \lambda p$  [1]. В (1)  $p_{ij}$  — компоненты тензора напряжений;  $\delta_{ij}$  — символ Кронекера;  $v_i$  — составляющие вектора скорости вдоль координатных осей  $x_i$  прямоугольной декартовой системы координат;  $\mu_0$  — значение динамического коэффициента вязкости при нулевом избыточном давлении ( $p=0$ );  $\lambda$  — константа среды, определяемая экспериментально и имеющая размерность времени. Параметры баровязкой среды  $\mu_0$  и  $\lambda$  положительны [2].

Общие уравнения движения несжимаемой (плотность  $\rho = \text{const}$ ) баровязкой среды в переменных Эйлера имеют вид:

$$\frac{\partial v_i}{\partial t} + v_j \frac{\partial v_i}{\partial x_j} = F_i - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\lambda}{\rho} \left( \frac{\partial v_i}{\partial x_j} + \frac{\partial v_j}{\partial x_i} \right) \frac{\partial p}{\partial x_j} + \frac{1}{\rho} (\mu_0 + \lambda p) \nabla^2 v_i;$$

$$\frac{\partial v_i}{\partial x_i} = 0, \quad (2)$$

где  $F_i$  — проекции вектора плотности массовых сил на оси  $x_i$ ;  $\nabla^2$  — оператор Лапласа.

Рассмотрим такой случай установившегося движения несжимаемой баровязкой среды, когда массовые силы отсутствуют, а траектории всех частиц параллельны оси  $Ox_1$ , так что

$$\frac{\partial v_i}{\partial t} = 0; \quad F_i = 0 \quad (3)$$

$$v_2 = 0; \quad v_3 = 0. \quad (4)$$

В дальнейшем индекс в обозначении единственной отличной от нуля проекции вектора скорости  $v_1$  будем опускать. Подставив (4) в уравнение несжимаемости — последнее уравнение системы (2), получим:

$$\frac{\partial v}{\partial x_1} = 0, \quad (5)$$



откуда следует, что  $v = v(x_2, x_3)$ , то есть величина  $v$  вдоль всей траектории движения частицы среды остается неизменной и может изменяться только в поперечном к траектории направлении; иначе говоря, во всех поперечных сечениях потока среды распределение скоростей одинаково.

Поскольку в рассматриваемом случае роль движущей силы для индивидуализированной частицы среды играет перепад давления вдоль ее траектории, а роль сил сопротивления — вязкое трение, возникающее в результате ее взаимодействия с частицами прилегающих слоев, можно заключить, что при одномерном движении давление должно убывать вдоль потока среды, то есть с ростом координаты  $x_1$ :

$$\frac{\partial p}{\partial x_1} < 0. \quad (6)$$

С учетом (3)—(5) система (2) запишется в следующей форме:

$$\begin{aligned} -\frac{\partial p}{\partial x_1} + \lambda \left\{ \frac{\partial v}{\partial x_2} \frac{\partial p}{\partial x_2} + \frac{\partial v}{\partial x_3} \frac{\partial p}{\partial x_3} + [(\mu_0/\lambda) + p] \nabla^2 v \right\} &= 0; \\ -\frac{\partial p}{\partial x_2} + \lambda \frac{\partial v}{\partial x_2} \frac{\partial p}{\partial x_1} &= 0; \\ -\frac{\partial p}{\partial x_3} + \lambda \frac{\partial v}{\partial x_3} \frac{\partial p}{\partial x_1} &= 0. \end{aligned} \quad (7)$$

Анализ системы (7) приводит к следующему соотношению, определяющему зависимость между давлением и скоростью:

$$p = \exp [A - D(\lambda v + x_1)] - (\mu_0/\lambda), \quad (8)$$

где  $A$  — постоянная интегрирования, подлежащая определению;

$D$  — неизвестный параметр, определяемый равенством

$$D = -\frac{\lambda}{\mu_0 + \lambda p} \frac{\partial p}{\partial x_1} = \text{const}. \quad (9)$$

Из (6) и (9) ясно, что постоянная  $D$  положительна и имеет размерность, обратную длине.

Из соотношения (8) следует, что, в отличие от ньютоновой вязкой среды [3], при установившемся одномерном движении баровязкой среды давление распределяется по поперечному сечению потока неравномерно и убывает с ростом координаты  $x_1$  не по линейному, а по экспоненциальному закону.

Исключив из системы (7)  $\partial p/\partial x_2$  и  $\partial p/\partial x_3$  и используя в полученном уравнении выражение (9), получим следующее квазилинейное уравнение эллиптического типа относительно функции  $v(x_2, x_3)$ :

$$\nabla^2 v(x_2, x_3) - (D/\lambda) [\lambda^2 \text{grad}^2 v(x_2, x_3) - 1] = 0, \quad (10)$$

которое подстановкой [4]

$$V(x_2, x_3) = \exp [-\lambda D v(x_2, x_3)] \quad (11)$$

сводится к однородному уравнению типа Клейна—Гордона

$$\nabla^2 V(x_2, x_3) - D^2 V(x_2, x_3) = 0. \quad (12)$$

При одномерном движении среды ее границами могут служить только цилиндрические поверхности, образующие которых параллельны линиям тока (оси  $Ox_1$ ). Так как скорость не зависит от координаты  $x_1$ , то достаточно рассмотреть сечение потока  $\Omega$  плоскостью, параллельной  $Ox_2x_3$ . В общем случае  $\Omega$  представляет собой много-





связную область, границу которой обозначим через  $S$ . Считая границы потока неподвижными, из условия прилипания среды к твердым стенкам будем иметь:

$$v(x_2, x_3) = 0 \text{ при } (x_2, x_3) \in S. \quad (13)$$

Условие (13) определяет для функции  $V(x_2, x_3)$  граничное условие

$$V(x_2, x_3) = 1 \text{ при } (x_2, x_3) \in S. \quad (14)$$

Таким образом, задача об изучении одномерного установившегося движения несжимаемой баровязкой среды свелась к отысканию решения  $V(x_2, x_3)$  внутренней задачи Дирихле (12), (14), которое обладает следующими свойствами [5]: оно неотрицательно и внутри области  $\Omega$  всегда меньше, чем на ее границе  $S$ , где достигает наибольшего значения:

$$0 < V(x_2, x_3) < 1 \text{ при } (x_2, x_3) \in \Omega; \quad V_{\max}(x_2, x_3) = 1 \text{ при } (x_2, x_3) \in S. \quad (15)$$

Соотношения (11) и (8) позволяют выразить искомые величины  $v$  и  $p$  через вспомогательную функцию  $V(x_2, x_3)$  следующим образом:

$$v = -(1/\lambda D) \ln V; \quad p = V \exp(A - Dx_1) - (\mu_0/\lambda). \quad (16)$$

Основываясь на свойствах (15) функции  $V(x_2, x_3)$  и зависимостях (16), легко доказать ряд важных положений о характере распределения скоростей и давлений при установившемся одномерном движении баровязкой среды, справедливых в пределах всякого поперечного сечения потока: 1) с возрастанием скорости при переходе от одной точки сечения к другой давление убывает; более того, в той точке, в которой скорость достигает максимума (локального или общего), давление имеет минимум; 2) в точках с равными значениями давления равны и величины скорости; иными словами, изобары и изотакхи совпадают; 3) периферийное давление (давление вдоль границ потока) постоянно; 4) периферийное давление превосходит значения давления во внутренних точках сечения.

Для определения неизвестных постоянных  $A$  и  $D$  необходимо ввести дополнительное условие — задать значения давления в каких-нибудь двух точках  $(x_1^1, x_2^0, x_3^0)$  и  $(x_1^2, x_2^0, x_3^0)$ , лежащих на одной прямой, параллельной образующим границ потока. Обозначим:

$$\begin{aligned} p(x_1^1, x_2^0, x_3^0) &= p_1; \quad p(x_1^2, x_2^0, x_3^0) = p_2; \\ \mu_0 + \lambda p_1 &= \mu_1; \quad \mu_0 + \lambda p_2 = \mu_2; \\ V(x_1^0, x_2^0, x_3^0) &= V_0; \quad x_1^2 - x_1^1 = l. \end{aligned} \quad (17)$$

Подставив (17) во второе из соотношений (16), найдем:

$$A = \ln [\mu_1(\mu_1/\mu_2) x_1^1/l / (\lambda V_0)]; \quad D = [\ln (\mu_1/\mu_2)] / l. \quad (18)$$

Выражение для  $A$  упростится, если принять, что  $(x_2^0, x_3^0) \in S$  и  $x_1^1 = 0$ . Тогда, согласно (14) и (17),  $V_0 = 1$ ,  $x_1^2 = l$  и

$$A = \ln (\mu_1/\lambda). \quad (19)$$

Подстановка (18) и (19) в соотношения (16) придаст им окончательно следующий вид:

$$v = -(l \ln V) / [\lambda \ln (\mu_1/\mu_2)]; \quad p = [\mu_1(\mu_2/\mu_1)^{x_1/l} V - \mu_0] / \lambda.$$



Полученные в данной работе результаты могут быть применены к изучению установившегося ламинарного движения несжимаемой баровязкой среды по цилиндрическим и призматическим каналам и определению нагрузок на их стенки.

Центральный научно-исследовательский  
институт строительных конструкций  
им. В. А. Кучеренко  
Госстроя СССР,  
Москва

(Поступило 20.11.1986)

მეცნიერება

ბ. ბენიევი, რ. გოგოლაძე

უკუმშვებელი ბარობლანტი გარემოს ერთგანზომილებიანი  
ღამყარებულნი მოძრაობა

რეზიუმე

შესწავლილია უკუმშვებელი ბარობლანტი გარემოს ერთგანზომილებიანი ღამყარებულნი მოძრაობა, რომლის რეოლოგიური განტოლება არის ნიუტონის ბლანტი სითხის რეოლოგიური განტოლების განზოგადება იმ შემთხვევისათვის, როდესაც სიბლანტის დინამიკური კოეფიციენტი წარმოადგენს ძაბვების ტენზორის პირველი ინვარიანტის (ჰიდროსტატიკური წნევის) წრფივ ფუნქციას. ნაჩვენებია, რომ ნაკადში ფიზიკური მახასიათებლების განაწილება აღნიშნული მოძრაობის დროს არსებითად განსხვავდება ნიუტონის გარემოს ანალოგიური მოძრაობისათვის მახასიათებლების განაწილებისაგან.

MECHANICS

G. A. GENIEV, R. V. GOGOLADZE

ONE-DIMENSIONAL ESTABLISHED MOTION OF THE  
INCOMPRESSIBLE BAROVISCOUS MEDIUM

Summary

The paper deals with a study of one-dimensional established motion of baroviscous medium, whose rheologic equation generalizes the one of the Newtonian viscous fluid in the case when the dynamic coefficient of viscosity represents a linear function of the first invariant of the stress tensor (hydrostatic pressure). The distribution of physical characteristics along the stream of the title motion is shown to substantially differ from the distribution of characteristics of a similar motion in the Newtonian medium.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. А. Гениев. Строительная механика и расчет сооружений, № 2, 1985.
2. Р. Рид, Дж. Праусниц, Т. Шервуд. Свойства газов и жидкостей. Л., 1982.
3. Н. Е. Кочин, И. А. Кибель, Н. В. Розе. Теоретическая гидромеханика, т. 2. М.—Л., 1948.
4. А. В. Бицадзе. Некоторые классы уравнений в частных производных. М., 1981.
5. М. М. Шиффер. Сб.: «Современная математика для инженеров». М., 1958.

Р. Д. БАНЦУРИ, Р. С. ИСАХАНОВ

ОБ ОДНОЙ ПОЛУОБРАТНОЙ ЗАДАЧЕ ИЗГИБА ПЛАСТИНКИ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 4.6.1986)

Пусть срединная поверхность изотропной упругой пластинки на плоскости  $z = x + iy$  занимает конечную односвязную область  $S$ , ограниченную выпуклой разомкнутой ломаной  $L_1$  и дугой  $L_2$ . За положительное направление на границе области  $S$  примем то, которое точки области оставляют слева. Вершины ломаной  $L_1$ , отсчитанные в положительном направлении и их аффиксы обозначим через  $A_1, A_2, \dots, A_n$ . Предполагается, что дуга  $L_2$  расположена внутри многоугольника  $A_1 A_2 \dots A_n$ . На каждом звене ломаной  $L_1$  прикреплена жесткая планка, и пластинка изгибается моментами, приложенными к планкам. Дуга  $L_2$  свободна от внешних усилий.

Мы рассматриваем следующую задачу: найти прогиб пластинки и дугу  $L_2$  такую, что на ней тангенциальный нормальный момент принимал постоянное значение. Концы дуги  $L_2$ , т. е. точки  $A_1$  и  $A_n$  не заданы; они могут принять произвольное положение на заданных лучах с началом в точках  $A_2$  и  $A_{n-1}$ , соответственно.

Прогиб пластинки в точке  $M(x, y)$  обозначим через  $\omega(x, y)$ . Согласно приближенной теории изгиба пластинки,  $\omega(x, y)$  является бигармонической функцией.

Из условий задачи следует

$$\frac{\partial \omega}{\partial n} = d_k, \quad N(t) = 0 \quad \text{на } A_k A_{k+1}, \quad k = 1, 2, \dots, n-1, \quad (1)$$

$$M_n(t) = 0, \quad M_{n_s}(t) = 0, \quad M_s(t) = K \quad \text{на } L_2, \quad (2)$$

где  $n$  — внешняя нормаль;  $d_k$  — постоянные ( $d_k = \text{tg } \beta_k$ ;  $\beta_k$  — угол поворота);  $N(t)$  — перерезывающая сила;  $M_n(t)$  — нормально-изгибающий момент;  $M_{n_s}(t)$  — крутящий момент;  $M_s(t)$  — тангенциальный момент.

Предполагается, что на каждом звене ломаной  $L_1$  задан либо угол поворота, либо значение главного изгибающего момента.

На основании известного выражения для бигармонической функции [1], в силу (1), имеем

$$\text{Re} [e^{-i\alpha(t)} (\varphi(t) + t \overline{\varphi'(t)} + \overline{\psi(t)})] = d(t) \quad \text{на } L_1, \quad (3)$$

где  $\varphi(z)$  и  $\psi(z)$  — аналитические функции в области  $S$ ;  $\alpha(t)$  и  $d(t)$  — кусочно-постоянные функции:  $\alpha(t) = \alpha_k$ ,  $d(t) = d_k$  при  $t \in A_k A_{k+1}$ ,  $k = 1, 2, \dots, n-1$ ;  $\alpha_k$  — величина угла, образованного внешней нормалью к  $L_1$  в точке  $t \in A_k A_{k+1}$  с осью абсцисс.

Известно [2], что

$$\left\{ M_n + i \int N ds \right\} dz = (1 - \sigma) d(x \varphi(z) - z \overline{\varphi'(z)} - \overline{\psi(z)}). \quad (4)$$

Отсюда, учитывая (1), получаем

$$\operatorname{Re} [e^{-i\alpha(t)} (\alpha \varphi(t) - t \overline{\varphi'(t)} - \overline{\psi(t)})] = C(t) \quad \text{на } L_1, \quad (5)$$

где  $C(t) = C_k$  при  $t \in A_k A_{k+1}$ ,

$$C_k = \sum_{j=1}^k M_j \sin(\alpha_k - \alpha_j), \quad k = 1, 2, \dots, n-1,$$

$M_j$  — главный изгибающий момент, действующий на  $A_j A_{j+1}$ .

На основании формул (3), (5) и известного соотношения [3]

$$M_x + M_y = -2D(1 + \sigma) [\varphi'(z) + \overline{\varphi'(z)}],$$

где  $M_x, M_y$  — изгибающие моменты;  $\sigma$  — коэффициент Пуассона;  $D$  — цилиндрическая жесткость пластинки, доказываем

$$\varphi(z) = pz, \quad \text{где } p = -\frac{K}{4D(1 + \sigma)}. \quad (6)$$

Как было сказано выше, можно рассмотреть два случая, когда заданы углы поворота звеньев ломаной или значения главного изгибающего момента, действующего на каждом звене ломаной  $L_1$ . Из формул (3) и (5) видно, что в обоих случаях мы получаем одинаковые граничные задачи теории аналитических уравнений. Мы рассматриваем случай, когда заданы значения главных изгибающих моментов  $M_j, j=1, 2, \dots, n-1$ .

В силу (4) — (6) имеем

$$\operatorname{Re} [e^{-i\alpha(t)} p (\alpha - 1)t - \overline{\psi(t)}] = C(t) \quad \text{на } L_1, \quad (7)$$

$$\overline{\psi(t)} = p(\alpha - 1)t + B \quad \text{на } L_2, \quad (8)$$

где  $B = B_1 + iB_2$  — постоянное.

Нетрудно убедиться, что

$$\operatorname{Re} t e^{-i\alpha(t)} = \operatorname{Re} A(t) e^{-i\alpha(t)} \quad \text{на } L_1, \quad (9)$$

где  $A(t) = A_k$ , при  $t \in A_k A_{k+1}, k=1, 2, \dots, n-1$ .

Пусть функция  $z = \omega(\zeta)$  отображает полукруг  $|\zeta| < 1, \operatorname{Im} \zeta > 0$  на область  $S$ , причем, ломаная  $L_1$  отображается на полуокружность. Введем обозначения  $\omega^{-1}(A_k) = a_k = e^{i\theta_k}, k=1, 2, \dots, n$ . По нашему допущению  $a_1 = 1, a_n = -1$ . В силу (7) — (9) имеем

$$\operatorname{Re} e^{-i\alpha(\sigma)} \overline{\psi_0(\sigma)} = p(\alpha - 1) \operatorname{Re} e^{-i\alpha(\sigma)} A(\sigma) - C(\sigma), \quad |\sigma| = 1, \operatorname{Im} \sigma > 0, \quad (10)$$

$$\operatorname{Re} e^{-i\alpha(\sigma)} \omega(\sigma) = \operatorname{Re} e^{-i\alpha(\sigma)} A(\sigma), \quad |\sigma| = 1, \operatorname{Im} \sigma > 0, \quad (11)$$

$$\overline{\psi_0(\sigma)} = p(\alpha - 1) \omega(\sigma) + B, \quad |\sigma| \leq 1, \operatorname{Im} \sigma = 0, \quad (12)$$

где  $\psi_0(\sigma) = \psi[\omega(\sigma)]$  (для композиции кусочно-постоянных функций не вводим новые обозначения).

Рассмотрим новую искомую функцию

$$W(\zeta) = \begin{cases} p(\alpha - 1) \omega(\zeta), & \text{если } |\zeta| < 1, \operatorname{Im} \zeta > 0, \\ \overline{\psi_0(\zeta)} - B, & \text{если } |\zeta| < 1, \operatorname{Im} \zeta < 0. \end{cases} \quad (13)$$

В силу (10) — (12), функция  $W(\zeta)$  голоморфна в круге  $|\zeta| < 1$  и является решением граничной задачи Римана-Гильберта

$$\operatorname{Re} e^{-i\alpha(\sigma)} W(\sigma) = f(\sigma) \quad \text{при } |\sigma| = 1, \operatorname{Im} \sigma > 0, \quad (14)$$

$$\operatorname{Re} e^{-i\alpha(\bar{\sigma})} W(\sigma) = f(\sigma) \quad \text{при } |\sigma| = 1, \operatorname{Im} \sigma < 0,$$

где

$$f(\sigma) = \begin{cases} p(\alpha - 1) \operatorname{Re} e^{-i\alpha(\sigma)} A(\sigma) & \text{при } \operatorname{Im} \sigma > 0, \\ p(\alpha - 1) \operatorname{Re} e^{-i\alpha(\bar{\sigma})} A(\bar{\sigma}) - \operatorname{Re} B e^{-i\alpha(\bar{\sigma})} - C(\bar{\sigma}) & \text{при } \operatorname{Im} \sigma < 0. \end{cases}$$

Решение задачи Римана-Гильберта дано в монографии Н. И. Мухелишвили [2]. Найдя решение задачи (14), по формуле (13) находим уравнение искомого контура  $L_2$  и прогиб пластинки. Коэффициент задачи (14) кусочно-постоянная функция, которая терпит разрыв в точках  $a_k, \bar{a}_k, k = 2, 3, \dots, n-1$ , а свободный член также кусочно-постоянная функция, для которой, кроме вышеуказанных точек, точками разрыва являются точки  $a_1$  и  $a_n$ . Все точки разрыва коэффициента задачи являются неособенными. Мы должны искать ограниченные решения. Для существования таких решений функция  $f(\sigma)$  должна быть непрерывной в точках  $a_1 = 1$  и  $a_n = -1$ . Это достигается выбором постоянных  $B_1$  и  $B_2$ . Если координатную систему выберем так, чтобы отрезок  $A_1 A_2$  был расположен на оси абсцисс, то следует взять  $B_1 = 0, B_2 = 0$ , когда  $A_{n-1} A_n$  не параллелен  $A_1 A_2$  и  $B_2 = 0$ , когда  $A_{n-1} A_n$  параллелен  $A_1 A_2$ . Индекс задачи равен  $2 - n$ . Для разрешимости задачи (14) необходимо и достаточно выполнение  $n - 3$  условий [2]. Эти условия являются системой  $n - 3$  уравнений относительно  $n - 3$  неизвестных  $\vartheta_k, k = 3, 4, \dots, n - 1$ . Решение задачи (14), если оно существует, имеет вид

$$W(\zeta) = \frac{\chi(\zeta)}{\pi i} \int_{|\sigma|=1} \frac{g(\sigma)}{\chi(\sigma)(\sigma - \zeta)} d\sigma,$$

где

$$g(\sigma) = \begin{cases} f(\sigma) e^{i\alpha(\sigma)} & \text{при } |\sigma| = 1, \operatorname{Im} \sigma > 0, \\ f(\sigma) e^{i\alpha(\bar{\sigma})} & \text{при } |\sigma| = 1, \operatorname{Im} \sigma < 0, \end{cases}$$

$$\chi(\zeta) = \exp\left(-\frac{i\gamma}{2} + \Gamma(\zeta)\right), \quad \Gamma(\zeta) = \frac{1}{2\pi i} \int_{|\sigma|=1} \frac{\Theta(\sigma) d\sigma}{\sigma - \zeta},$$

$$\gamma = \frac{1}{4\pi} \int_0^{2\pi} \Theta(\sigma) d\vartheta \quad (\sigma = e^{i\vartheta}),$$

$\Theta(\sigma)$  — известная кусочно-линейная функция.

В некоторых случаях найдены значения неизвестных  $\vartheta_k, k = 3, 4, \dots, n - 1$ .

რ. ბანსური, რ. ისახანოვი

ფირფიტის ღუნვის ერთი ნახევრადგებრუნებაზული ამოცანის  
შეისახვა

რეზიუმე

აგებულია გახსნილი  $L_1$  ტეხილით და უცნობი  $L_2$  რკალით შემოსაზღვრული ფირფიტის ღუნვის ამოცანის ზუსტი ამონახსნი იმ შემთხვევაში, როცა  $L_1$ -ზე ჩალუნვის ნორმალური წარმოებული უბან-უბან მუდმივია, გადამკრეული ძალა ნულია, ხოლო საძიებელი  $L_2$  კონტური თავისუფალია და მასზე ტანგენციალური ნორმალური მომენტი ღებულობს მუდმივ მნიშვნელობას.

## THEORY OF ELASTICITY

R. D. BANTSURI, R. S. ISAKHANOV

## ON ONE SEMI-INVERSE PROBLEM OF PLATE BENDING

## Summary

The exact solution of the problem of plate bending bounded by an open polygon  $L_1$  and an unknown arc  $L_2$  is constructed in the case, when on  $L_1$  the normal derivative of deflection is piecewise constant, intersecting force is absent, the unknown arc  $L_2$  is free, and the tangential normal moment on it takes a constant value.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. И. Мухелишвили. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М., 1966.
2. Н. И. Мухелишвили. Сингулярные интегральные уравнения. М., 1968.
3. Г. Н. Савин. Концентрация напряжений около отверстий. М.—Л., 1951.



В. Ю. БИЛАОНОВ

## ЛОГИКО-ДИНАМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ В ШИРОКОМ СМЫСЛЕ УПРАВЛЯЕМЫХ СИСТЕМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. Е. Салуквадзе 12.6.1986)

Под эффективностью будем понимать некую общую наилучшесть системы (эффективность в широком смысле), что подразумевает не только некоторое наилучшее выполнение стоящих перед системой целей, но и наилучшее ее функционально-структурное построение в складывающейся ситуации. Все это требует логически обоснованной адаптации структуры системы в зависимости от изменившихся условий ее существования. Оценка эффективности или построение эффективных систем в подобной постановке требует специальных методов исследования. В статье будут рассматриваться логико-динамические методы, изучающие эволюции систем, характеризуемые складывающейся обстановкой.

Центральным моментом данного подхода является понятие сложившейся ситуации. Для системы, существование которой есть непрерывный процесс, выделяемая ситуация будет определяться посредством зафиксированного для данного момента набора существенных связей, возникающих вследствие целенаправленного сосуществования системы с окружающим ее миром, динамически меняющимся вместе с ней. Весь процесс существования (бытия) системы может быть описан некоторым упорядоченным набором формализованных объектов (моделей), определяющих соответствующие ситуации.

Системы, которые изменяются, подстраивая или перестраивая свои структуры в зависимости от складывающейся ситуации, будем называть логико-динамическими системами (ЛДС). Системы, в которых подобное изменение ведет к улучшению некоторого их качества, назовем эффективными ЛДС. Целенаправленное претворение в жизнь этого момента приводит к системам, эффективным в широком смысле.

Упорядоченные наборы формализованных объектов, описывающих возможные ситуации, возникающие при конкретных реализациях исследуемых систем, будем называть логико-динамическими моделями (ЛДМ) данных систем. В общем случае ЛДМ может быть описана так:

$$D = L(E) \cap C(E), \quad (1)$$

где  $L$  — множество условий, характеризующих существенные связи системы, возникающие при ее реализациях (логика бытия системы);  $C$  — множество имеющихся в данный момент целей системы;  $D$  — множество возможных реализаций системы (обобщенная логика бытия системы);  $E$  — некоторая атрибутика внешней по отношению к системе



среды. У нас  $D, L, C, E$  зависят от времени  $t$ . Для некоторого фиксированного  $t=t^*$  выражение (1) является ЛДМ сложившейся к данному моменту ( $t^*$ ) ситуации.

Эволюции системы не должны нарушать очевидного требования:  $D \neq \emptyset$ . Для эффективных систем это предполагает наличие возможностей целенаправленного изменения  $L$  или  $C$ . Это можно осуществить посредством варьирования свободных параметров  $L$  или  $C$ , или параметров обобщенного управления  $\omega$ . Здесь  $\omega$  — блочный вектор, состоящий из вектора управления  $u$  и вектора регулируемых параметров  $a$ . Это эволюционный путь существования ЛДС. Возможен и более радикальный способ вмешательства в бытие системы — частичное или полное изменение ее логики, множества  $D$  ( $L$  или  $C$ ) как за счет введения или отбрасывания тех или иных связей или целей системы, так и за счет перехода к качественно иным способам описания  $D$  ( $L$  или  $C$ ).

На наш взгляд,  $L$  в общем случае будет описываться следующим образом:

$$L = G \cap F \cap V, \quad (2)$$

где  $G$  — множество условий физической реализации ЛДС в окружающем ее мире;  $F$  — множество функциональных ограничений ЛДС, включающее условия управляемости, регулируемости, наблюдаемости и устойчивости;  $V$  — множество условий программно-алгоритмической реализации ЛДС. Последнее множество наиболее перспективно с точки зрения получения способов варьирования  $D$ .

В работе [1] дан пример синтеза  $V$ . Так как здесь было получено структурно избыточное множество  $V$ , то оказалась возможной как параметрическая, так и структурная адаптация логики соответствующей системы, множества  $L$ .

Обязательным моментом синтеза сложной ЛДС является принципиальная неустраняемость действия факторов неопределенности, которое может быть учтено как с помощью методов стохастических систем, так и теории размытых множеств [2, 3]. И те, и другие позволяют получать условия, связывающие характерные параметры соответствующих ЛДМ с точностью адаптивных процедур вычисления этих параметров. В первом случае это будут плотности распределения различных случайных величин, а во втором — функции принадлежности существенных параметров ЛДС  $z$  множеству  $D - \mu_D(z)$ .

Рассмотренная выше методика логико-динамического подхода дает возможность получать наглядные, единообразные и компактные описания, позволяющие учитывать характерные особенности сложных управляемых динамических систем. Эти методы рассматривают системы с позиций диалектического единства в процессе их совместного развития как некие взаимосвязанные образования, метасистемы типа «система (средства реализации системы)-среда-цель». Помимо этого, данные методы позволяют получать достаточно простые процедуры, годные как для оценки эффективности систем в некотором плане; так и для построения систем, в широком смысле соответствующих выбранному определению эффективности.

Для многоцелевых ЛДС оказалось удобным оценивать эффективность относительно «идеальной» точки:  $I^* = (I_i^*)$ ,  $I_i = \overline{1, k}$ , где  $I_i^* = \min I_i$  (см. [4]). В случае выпуклой оптимизации, когда  $I_i = (R_i \omega, \omega) + (Q_i z, z)$ ,  $\omega, z \in D$ , где  $(\cdot, \cdot)$  — скалярное произведение, при  $\mu_D(z) \rightarrow \max$  поиск эффективного решения ЛДС свелся к адаптивному алгоритму решения матричного уравнения:



$$\Psi\Psi^T\Theta^T\Theta - 2\Psi\Psi^T\Theta^T\Psi^{-1} + \tilde{E} = 0, \quad (3)$$

где  $\Psi$  и  $\Theta$  — неособые матрицы:  $\Psi\tilde{I} = I^*$ ,  $\tilde{I} = \Theta I$ ,  $\Theta = \Theta(D)$ ,  $\Psi = \Psi(\omega_i^*)$  и  $\tilde{E} = \text{diag}(1)$ . Здесь  $\tilde{I}$  — „наилучшая“ возможная реализация в данной ситуации вектора частных критериев:  $I = (I_i)$ , а  $\omega_i^*$  — решение частной задачи скалярной оптимизации:  $I_i \rightarrow \min I_i$ , которое (решение) также сводится к алгоритму типа (3):

$$Q_i + P_i^T R_i P_i = 0, \quad (4)$$

где  $P_i$  — неособая матрица:  $\omega_i^* = -P_i z$ ,  $P_i = P_i(D)$ . В случае ЛДС при поиске соответствующих решений экстремальных задач должно осуществляться варьирование, помимо оптимизируемых параметров, и структуры множества  $D$  ( $L$  или  $C$ ). Предусматривается также возможность адаптивной подстройки коэффициентов матриц  $Q_i$  и  $R_i$  в рамках общей адаптивной процедуры поиска эффективного решения ЛДС. Данные коэффициенты, как и иные весовые коэффициенты, можно рассматривать как параметры регулирования системы.

Следует отметить, что с помощью (3) и (4) относительно просто получить функциональные соотношения для различных составных частей  $\omega$  и  $z$ . Полученные соотношения могут быть использованы для построения множеств  $F$  и  $V$ .

Академия наук СССР  
Институт физико-технических проблем

(Поступило 13.6.1986)

კიბერნეტიკა

მ. ბილაონოვი

ფართო გაგებით ეფექტური მართვადი სისტემების აგების ლოგიკურ-დინამიური მეთოდები

რეზიუმე

განხილულია ზოგიერთი საკითხი, დაკავშირებული რთული მართვის სისტემების ზოგადი ეფექტურობის პრობლემასთან. გამოყენებულია სპეციალური გამოკვლევის მეთოდები, რომლებსაც შეიძლება ვუწოდოთ ლოგიკურ-დინამიური. მოყვანილია ფართო გაგებით ეფექტური სისტემების სინთეზის ზოგიერთი მარტივი ადაპტური ალგორითმი.

CYBERNETICS

V. Yu. BILAONOV

DYNAMIC LOGIC DESIGN METHODS FOR GENERALLY EFFICIENT CONTROLLED SYSTEMS

Summary

Questions concerned with the general efficiency of complex control systems are considered. Special investigation approaches are used which could be termed "dynamic logic methods". Some simple adaptive algorithms for the synthesis of generally efficient systems are adduced.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. Н. Лупичев, В. Ю. Билаонов. Тез. докл. III Всесоюзного совещания по робототехническим системам, т. 2. Воролеж, 1984, 36—38.
2. Д. Саридис. Самоорганизующиеся стохастические системы управления. М., 1980.
3. R. M. Tong. Automatica, 13, № 6, 1977, 559-569.
4. М. Е. Салуквадзе. Методы векторной оптимизации. Тбилиси, 1976.



მ. მ. ГОТОШИЯ, Г. Э. ДЖИМШЕЛЕИШВИЛИ, Г. А. РОЧИКАШВИЛИ

## ОБЩАЯ СТРУКТУРА ВХОДНОГО ЯЗЫКА АГРЕГАТНОГО РЕДАКТОРА ГРАФИЧЕСКИХ ОБРАЗОВ (АРГО)

(Представлено академиком В. К. Чичинадзе 15.3.1987)

Автоматизация процесса проектирования и разработки технологии становится наиболее эффективной, если в процессе разработки возможно визуальное наблюдение объекта и активное воздействие разработчика на геометрию объекта в интерактивном режиме. Исходя из этого при разработке концептуальной модели интерактивной системы, семантики и синтаксиса ее входного языка необходимо ориентироваться в первую очередь на удобство и простоту в работе пользователя. Другими словами, проектировщику интерактивной системы необходимо сконцентрировать внимание на эргономических свойствах системы. Проектирование интерфейса с пользователем должно учитывать особенности языка и образ мышления пользователя.

Входной язык интерактивной системы АРГО (агрегатный редактор графических образов) обеспечивает общение пользователя с системой на ограниченном естественном языке. Этот язык разрабатывался с учетом вышеназванных требований.

Ниже приводится краткое описание языка.

### 1. Символы языка:

Буквы русского алфавита — А, Б, В, Г,..... Э, Ю, Я.

Цифры — 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0.

Специальные символы — ., / + — = \_ (пробел) <вк> (возврат каретки).

Буквы и цифры используются для формирования слов языка, символ «.» (точка) — для отделения целой части числа от дробной, символ «,» (запятая) — для разделения в списке идентификаторов или значений идентификаторов, символ «=» (знак равенства) — для отделения синтаксических символов (идентификаторов) от присваиваемых им значений или списков значений.

### 2. Структура и элементы языка:

Элементами языка являются слова, числа и символы.

Слова состоят из букв и цифр. Никаких ограничений на формирование слов не накладывается. Слова делятся на два типа: ключевые и свободно выбираемые. Ключевые слова имеют определенное легко понимаемое значение. Они составляют словарный запас системы, который необходимо запомнить пользователю. Свободно выбираемые слова (синтетические символы) служат для идентификации объектов, которыми оперирует пользователь. Структура этих слов фиксирована и также должна быть освоена пользователем.

Числа состоят из цифр, точки и математических знаков + и —.

Символы — это специальные символы, используемые для разделения слов и чисел.



3. Предложения входного языка состоят из слов, чисел и символов. Предложения делятся на основную и вспомогательную (определяющую) часть, в которой приводятся дополнительные сведения, относящиеся к основной части. Основная и вспомогательная части разделены специальным символом <ВК>. Предложения могут быть следующих трех типов: сервисные, функциональные и дополнительные.

Сервисные предложения позволяют производить различные манипуляции над графическими объектами, с которыми оперирует пользователь. К этим манипуляциям относятся все функции управления базой данных, которая содержит описание графических объектов (ГО), и все действия по редактированию чертежа, отображенного на экране графического дисплея.

Функциональные предложения позволяют построить на экране дисплея и одновременно записать в оперативную память ЭВМ данные соответствующего конструктива. Конструктивом является часть ГО, наделенная законченным геометрическим, технологическим и конструктивным смыслом.

Дополнительные предложения служат для организации вычислений, необходимых при построении того или иного конструктива.

Все типы предложений включают в себя основную часть, которая определяет соответствующую команду. Вспомогательная часть предложений в некоторых случаях может быть опущена.

Ниже приведены команды системы АРГО:

Сервисные команды ::= РЕЖИМ/ЗАПИСЬ/ЧТЕНИЕ/ИСКЛЮЧИТЬ/УДАЛИТЬ/ВСТАВИТЬ/ВОССТАНОВИТЬ/ПОВОРОТ/ПЕРЕМЕЩЕНИЕ/НУМЕРАЦИЯ/МАСШТАБ/ и т. д.

Функциональные команды ::= ТОЧКА/ОТРЕЗОК/ОКРУЖНОСТЬ/ДУГА/ЦИЛИНДР/КОНУС/ПЛИТА/БОЛТ/ГАЙКА/ПОДШИПНИК/ОБРАЗМЕРИТЬ/ШТРИХОВАТЬ и т. д.

Дополнительные команды ::= ПОСТРОИТЬ/ОПРЕДЕЛИТЬ/ВЫЧИСЛИТЬ/ЗАПОМНИТЬ/ и т. д.

Состав команд системы АРГО может пополняться и расширяться в зависимости от требований конкретного пользователя. Введение новой сервисной команды требует дополнения системы программой, реализующей добавляемые этой командой функции. Введение же новой функциональной команды не требует обязательного дополнения системы подпрограммой реализации нового конструктива, так как последний может быть реализован как программным, так и графическим путем.

Вспомогательная часть предложения представляет собой список параметров соответствующей команды. Эти параметры разделены между собой запятыми.

Приведем конструкции основных сервисных предложений системы АРГО и некоторые конструкции функциональных предложений, иллюстрирующие их применение. Что касается дополнительных предложений, то их структура подобна структуре аналогичных предложений языков типа АРТ и здесь не рассматривается.

1. ЗАПИСЬ <ВК> параметр <ВК>

Параметр ::= шифр графического объекта, под которым он должен храниться в базе данных.

2. ЧТЕНИЕ <ВК> параметр <ВК>

Параметр ::= шифр ГО, который должен быть выведен из базы данных на экране дисплея.

3. ИСКЛЮЧИТЬ <ВК> параметр <ВК>

Параметр ::= шифр ГО, который должен быть удален из базы данных.

**4. ВСТАВИТЬ <BK>**

Команда без параметров. Подготавливает систему для реализации функции добавления в ГО новых конструктивов. Добавленный конструктив привязывается к текущей точке, т. е. к последней сформированной на экране дисплея точке ГО.

**5. ВОССТАНОВИТЬ <BK>**

Команда без параметров. Восстанавливает на экране дисплея полный образ ГО после выполнения команд редактирования.

**6. Удалить <BK> параметр <BK>**

Параметр ::= 0|1| (BK).

Команда выполняет удаление из ГО сформированного на экране дисплея последнего конструктива. Если параметр ::= 0, то конструктив удаляется только из изображения ГО на экране. Если параметр ::= 1, то конструктив удаляется как из изображения ГО, так и из записи в оперативной памяти ЭВМ и при восстановлении изображения ГО удаленный конструктив будет пропущен. Если параметр ::= <BK>, то режим удаления конструктивов отменяется.

**7. ПОВОРОТ <BK> параметры <BK>**

Параметры ::= A, B, C, <BK> ,

где A — градусы, B — минуты, C — секунды угла поворота изображения на экране. В список параметров включаются только необходимые.

**8. ПЕРЕМЕЩЕНИЕ <BK> параметры <BK>**

Параметры ::= DX, DY,

где DX, DY — соответственно координаты вектора переноса изображения на экране дисплея по осям X и Y.

Структуру функциональных предложений рассмотрим на следующих примерах:

**1. ВЕКТОР <BK> параметры <BK>****2. ЦИЛИНДР <BK> параметры <BK>**

Параметры ::= <геометрические данные конструктива>, <признак построения конструктива>.

В зависимости от признака построения на экране дисплея может отображаться конструктив в различных вариантах построения.

На первых порах работы пользователя с системой АРГО запоминание порядка ввода и состава параметров для функциональных предложений может оказаться немного затруднительным. Поэтому в системе предусмотрена еще одна сервисная команда, не имеющая параметров, — РЕЖИМ. По этой команде включается режим работы системы с подсказками, который при задании какой-либо команды обеспечивает выдачу на экране дисплея информации о составе и последовательности информации, подлежащей вводу. По мере обретения пользователем навыков работы с системой необходимость использования команды РЕЖИМ отпадает.

Последовательность задания предложений (команд) в системе АРГО совершенно произвольна. В системе нет обязательных последовательностей запросов. В результате такой организации работы пользователь свободно может выбирать нужные ему действия, что дает ему возможность следовать выбранному им алгоритму создания графического объекта.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 21.5.1987)



მ. გოთოშია, გ. ჯიშხელიშვილი, გ. როჭიკაშვილი

ბრავიკული ოპიკატების აგრეგატული რედაქტორის შესასვლელი  
 ენის ზოგადი სტრუქტურა

რეზიუმე

ვანხილულია ინტერაქტიურ გრაფიკულ სისტემასთან მომხმარებლის ეფექტური დიალოგის ორგანიზაცია მომხმარებლის შეზღუდული ენის საფუძველზე. დამუშავებულია სისტემის შესასვლელი ენის სემანტიკა და სინტაქსი, რომლებიც უზრუნველყოფენ მომხმარებლის მუშაობის გაადვილებას. სისტემის ინტერფეისის შექმნისას გათვალისწინებულია მომხმარებლის აზროვნების თავისებურებანი.

CYBERNETICS

M. M. GOTOSHIA, G. E. JIMSHELEISHVILI, G. A. ROCHIKASHVILI

GENERAL STRUCTURE OF INPUT LANGUAGE FOR THE  
 AGGREGATE EDITOR OF GRAPHICAL PATTERNS (AEGP)

Summary

The paper deals with the problems of organizing user's dialogue with interactive graphics system AEGP using restricted natural language. For the conceptual model of interactive system the input language syntax and semantics have been developed, which are simple and convenient for the user.

Г. А. БАРАМИДЗЕ

ЗВУКОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В ВОЛНОВОДЕ СО СВЕРХЩЕЛЬЮ, ЗАПОЛНЕННОМ СВЕРХТЕКУЧИМ  $^3\text{He}$  В ПРИСУТСТВИИ СИЛЬНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ

(Представлено академиком Г. А. Харадзе 5.5.1986)

Целью данной работы является изучение дисперсии звуковых волн в волноводе, частично заполненном мелким порошком. Такие структуры успешно использовались для исследований свойств  $^4\text{He}$  [1—3]. Было показано, что в этом случае возникают две моды, типа первого и второго звуков. В сверхтекучем  $^3\text{He}$  в силу специфических свойств второй звук может распространяться лишь при сверхнизких частотах, что и было показано экспериментально для В-фазы [4]. Однако в магнитном поле, как известно [5, 6], существует спин-температурная волна, распространяющаяся с высокой скоростью. В силу сказанного в сверхтекучем  $^3\text{He}$  может возникнуть новая, специфическая для этой жидкости ситуация.

Геометрическая структура исследуемого волновода совпадает с рассмотренной в работе [1]: полная высота волновода  $L$ , высота области со сверхщелью  $d$ ,  $z$  — направление распространения волн,  $x$  — направление, перпендикулярное плоскости границы раздела сверхщели и свободной жидкости.

В свободном объеме линейная гидродинамика характеризуется тремя собственными модами [7]:

$$\delta n_1 = \frac{\delta \rho}{\rho}, \quad \delta n_+ = \delta \xi + A_+ \frac{\delta \sigma}{\sigma}, \quad \delta n_- = \frac{\delta \sigma}{\sigma} + A_- \delta \xi,$$

при этом в первой моде колеблется плотность вещества, во второй — совместно намагниченность и энтропия, а в третьей — в основном лишь энтропия.

Для этих мод можно ввести собственные скорости, в терминах которых все три гидродинамических уравнения расцеплены:

$$\vec{V} = \frac{P_n}{\rho} \vec{v}_n + \frac{P_s}{\rho} (\vec{v}_s + \alpha \vec{w}_{sp}), \quad (1)$$

$$\vec{C}_+ = \frac{P_s}{\rho} (1 - \alpha^2) \vec{w}_{sp} + \frac{P_s}{\rho} \{(\alpha - \xi) - A_+\} (\vec{v}_s + \alpha \vec{w}_{sp} - \vec{v}_n), \quad (2)$$

$$\vec{C}_- = \frac{P_s}{\rho} \left\{ (\alpha - \xi) A_- - 1 \right\} (\vec{v}_s + \alpha \vec{w}_{sp} - \vec{v}_n) + \frac{P_s}{\rho} (1 - \alpha^2) A_- \vec{w}_{sp}, \quad (3)$$

где параметр  $\alpha$  характеризует степень близости к точке фазового перехода в  $A_1$ -фазу ( $\alpha=1$  соответствует  $A_1$ -фазе,  $\alpha=0$  —  $A$ -фазе), а все остальные величины определены в работе [7].

В области, занятой сверхщелью, нормальная компонента заторможена, что приводит к условию  $\frac{\delta \sigma}{\sigma} = -\frac{\delta \rho}{\rho}$ , и, следовательно, остаются



лишь две моды  $\delta \tilde{n}_+ = \frac{\delta \rho}{\rho} + \tilde{A}_- \delta \xi$ ,  $\delta \tilde{n}_- = \delta \xi + \tilde{A}_- \frac{\delta \rho}{\rho}$ . В первой моде происходит совместное колебание плотности и намагниченности, во второй — практически колеблется лишь намагниченность. Коэффициенты  $\tilde{A}_\pm$  определяются в полной аналогии с [7]. Отметим, что скорость распространения (+)-волны близка к скорости четвертого звука, а (-)-волны — к скорости продольной спиновой волны. Для этих мод следует ввести собственные скорости:

$$\tilde{C}_+ = \frac{\rho_s}{\rho} \{1 + (\alpha - \xi) \tilde{A}_+\} (\tilde{v}_s + \alpha \tilde{w}_{sp}) + \frac{\rho_s}{\rho} (1 - \alpha^2) \tilde{A}_+ \tilde{w}_{sp}, \quad (4)$$

$$\tilde{C}_- = \frac{\rho_s}{\rho} (1 - \alpha^2) \tilde{w}_{sp} + \frac{\rho_s}{\rho} \{(\alpha - \xi) + \tilde{A}_-\} (\tilde{v}_s + \alpha \tilde{w}_{sp}). \quad (5)$$

Граничные условия на стенках волновода диктуют определенный выбор вида потенциалов скоростей (1)–(5) и вполне аналогичны потенциалам, введенным в [1, 3].

Для решения задачи об отыскании законов дисперсии волн в такой двухфазной системе необходимо наложить граничные условия на поверхности раздела, т. е. при  $x=d$ . Граничными условиями являются непрерывности  $x$  составляющих потоков массы, тепла и намагниченности, а также условия на сверхтекучие скорости  $\tilde{v}_s$  и  $\tilde{w}_{sp}$ . В работах [1, 2] условием на  $\tilde{v}_s$  являлось условие отсутствия завихренности в поле сверхтекучей скорости через поверхность раздела. Однако в [3] отмечалось, что так как скорость  $\tilde{v}_s$  является макроскопически усредненной по всему объему волновода величиной, то из-за наличия порошковых зерен и пор может в определенных условиях возникнуть завихренность поля скорости. Поэтому было предложено более общее условие равновесия фаз — равенство величин химического потенциала с обеих сторон поверхности раздела. Аналогично в нашем случае требуется и равенство потенциалов определяющих величины  $(1 - \alpha^2) \tilde{w}_{sp}$ . Таким образом, имеем пять граничных условий для пяти коэффициентов:  $a_1$ ,  $a_\pm$ ,  $\tilde{a}_\pm$ . Исходная система имеет вид

$$V^x = P \frac{1}{1 - \tilde{A}_+ \tilde{A}_-} \{ \tilde{C}_+^x - \tilde{A}_+ C_-^x \}, \quad (6)$$

$$V^x + \frac{1}{1 - A_+ A_-} \{ -A_- C_+^x + C_-^x \} = 0, \quad (7)$$

$$\frac{1}{1 - A_+ A_-} \{ C_+^x - A_+ C_-^x \} = P \frac{1}{1 - \tilde{A}_+ \tilde{A}_-} \{ -\tilde{A}_- \tilde{C}_+^x + \tilde{C}_-^x \}, \quad (8)$$

$$\begin{aligned} u_i^2 \bar{\nabla} \bar{V} + \frac{\rho_n}{\rho_s} \frac{A_+ u_s^2}{1 - A_+ A_-} \bar{\nabla} \bar{C}_+ - \frac{\rho_n}{\rho_s} \frac{u_s^2}{1 - A_+ A_-} \bar{\nabla} \bar{C}_- = \\ = \frac{\rho}{\rho_s} \frac{\tilde{u}_s^2}{1 - \tilde{A}_+ \tilde{A}_-} \bar{\nabla} \tilde{C}_+ - \frac{\rho}{\rho_s} \frac{\tilde{A}_+ \tilde{u}_s^2}{1 - \tilde{A}_+ \tilde{A}_-} \bar{\nabla} \tilde{C}_-, \end{aligned} \quad (9)$$

$$\frac{1 - \alpha^2}{1 - A_+ A_-} \{ \bar{\nabla} \bar{C}_+ - A_+ \bar{\nabla} \bar{C}_- \} = \frac{1 - \alpha^2}{1 - \tilde{A}_+ \tilde{A}_-} \{ -\tilde{A}_- \bar{\nabla} \tilde{C}_+ + \bar{\nabla} \tilde{C}_- \}, \quad (10)$$

где величина  $P$  учитывает то обстоятельство, что сверхтекучая жидкость занимает лишь часть общего объема сверхщели.



Подставляя в уравнения (6)–(10) выражения для потенциалов, получаем систему однородных уравнений. Условие совместности дает искомого уравнение дисперсии. Так как мы интересуемся звуковыми волнами, то для всех волн можно положить  $k_y = 0$ . Кроме того, следует принять во внимание, что изменение потенциалов в  $x$ -направлении мало. В этих условиях определитель дает уравнение третьего порядка относительно квадрата искомого скоростей. Эти выражения громоздки, и мы их не приводим, ограничимся рассмотрением лишь двух предельных случаев:  $\alpha = 0$  и  $\alpha = 1$ .

Рассмотрим сначала  $A$ -фазу ( $\alpha = 0$ ). В этом случае  $A_{\pm} = \tilde{A}_{\pm} = 0$ . Далее, пренебрегая связью волн, возникающей через аномально малую величину  $\xi \ll 1$ , получаем систему, в которой уравнения для  $C_{\pm}^x$  и  $\tilde{C}_{\pm}^x$  отщеплены от остальных уравнений. Таким образом, уравнения дисперсии имеют вид

$$u^4 - \frac{u^2}{1 + \beta} \left\{ \beta \frac{u_1^2 u_2^2}{u_4^2} + \beta u_4^2 + u_1^2 + u_2^2 \right\} + u_1^2 u_2^2 = 0; \quad (11)$$

$$u^2 - \frac{\rho_n}{\rho} u_s^2 = 0, \quad (12)$$

где

$$\beta = \frac{P d}{L - d}.$$

Из выписанных выражений следует, что в  $A$ -фазе существуют три различные скорости. Первые две совпадают с выражениями для скоростей, существующих в  ${}^4\text{He}$ , а третья соответствует продольной спиновой волне  ${}^3\text{He}$ .

Рассмотрим теперь случай  $A_1$ -фазы ( $\alpha = 1$ ). В этом случае уравнение (10) выполнено тождественно. Далее надо учесть, что  $\tilde{C}_{-} \sim (1 - \alpha^2) = 0$ ,  $\tilde{C}_{+} \sim (1 - \alpha^2) = 0$ . В результате оказывается, что уравнение (8), являясь комбинацией (6) и (7), удовлетворенно тождественно. Таким образом, остаются три уравнения для трех коэффициентов  $a_1, a_+, \tilde{a}_+$ . Возникшая ситуация требует пояснения. В присутствии магнитного поля при температуре  $T_{c1}$  амплитуда куперовского спаривания  $\Delta_i$  обращается в нуль и выживает лишь амплитуда  $\Delta_+$ . В результате скачком изменяется симметрия состояния, что приводит к сокращению числа гидродинамических переменных, описывающих сверхтекучее состояние  ${}^3\text{He}$ . Иными словами, вместо двух скоростей  $\tilde{v}_s$  и  $\tilde{w}_{sp}$  остается лишь одна скорость  $\tilde{v}_s + \tilde{w}_{sp}$ . Отражением этого и является сокращение числа уравнений в исходной системе.

Таким образом,  ${}^3\text{He}-A_1$  описывается тремя уравнениями, как и  ${}^4\text{He}$ . Однако следует специально подчеркнуть, что в нашем случае в выражениях возникли характеристики спин-температурной волны, распространяющейся с высокой скоростью  $u_s \gg u_2$ . Приравнивая определитель нулю, для искомой скорости получаем выражение

$$u_{\pm}^2 = \frac{1}{2} \left\{ u_p^2 + u_s^2 + \tilde{u}_s^2 \pm \sqrt{(u_p^2 - u_s^2 - \tilde{u}_s^2)^2 - 4 u_s^2 (u_4^2 - u_p^2)} \right\}. \quad (13)$$

Далее, учитывая иерархию скоростей  $u_p^2 \gg \tilde{u}_s^2 \approx u_s^2$ , имеем

$$u_{\pm}^2 \approx u_1^2 \frac{P d \rho_s / \rho + L - d}{P d + L - d}, \quad (14)$$

$$u_{\pm}^2 \approx u_s^2 \left\{ 1 + Pd \frac{\rho_n/\rho}{L-d + Pd\rho_s/\rho} \right\}. \quad (15)$$

Следовательно, и в  ${}^3\text{He} - A_1$  скорость  $u_+$  сохраняет характер первого звука, а  $u_- \approx u_s$  имеет величину порядка скорости продольной спиновой волны.

В заключение оценим относительные вклады различных мод:

$$\left( \frac{a_+}{a_1} \right)_+ \approx \frac{\rho_n}{\rho} \frac{u_s^2}{u_1^2} \ll 1, \quad \left( \frac{a_+}{a_1} \right)_- \approx - \frac{Pd\rho_n}{Pd\rho_s + \rho(L-d)},$$

$$\left( \frac{a_-}{a_1} \right)_+ = 1, \quad \left( \frac{a_-}{a_1} \right)_- = - \frac{L-d}{Pd}.$$

Из приведенных выражений следует, что в (+)-моде колеблется в основном плотность вещества, тогда как в (-)-моду наравне с плотностью колеблется и намагниченность.

Академия наук Грузинской ССР

Институт физики

(Поступило 8.5.1986)

ფიზიკა

ბ. ბარამიძე

გაბრიტი მოვლენები ტალღამტარში ზედრეკოტი, რომელიც  
 შევსებულია ზედნადი  ${}^3\text{He}$  სითხით ძლიერი მაგნიტური ველის  
 თანდასწრებით

რეზიუმე

განხილულია ორფაზიან სისტემაში — ზედნადი  ${}^3\text{He}$  სითხით შევსებულ ზედრეკოტიან ტალღამტარში. ბერიტი ტალღების გავრცელებისა და მათი დისპერსიის ამოცანა. ნაჩვენებია, რომ  $A$  ფაზის შემთხვევაში სისტემაში ვრცელდება სამი ტალღა, ხოლო  $A_1$  ფაზის შემთხვევაში ორი. ნაპოვნია ამ ტალღების გავრცელების სიჩქარეები. შეფასებულია სიმკვრივის, დამაგნიტებისა და ენტროპიის რხევათა წვლილი ასეთი ტალღების ფორმირებაში.

PHYSICS

G. A. BARAMIDZE

## ACOUSTIC MODES OF SUPERFLUID ${}^3\text{He}$ IN THE WAVEGUIDE WITH SUPERLEAK IN STRONG MAGNETIC FIELD

Summary

Propagation and dispersion of acoustic waves of superfluid  ${}^3\text{He}$  in a two-phase system-waveguide with superleak in strong magnetic field are considered. The existence of three waves in A-phase and two waves in  $A_1$ -phase is demonstrated. The velocities of these waves are calculated. The contribution of density, magnetization and entropy oscillations in the formation of such waves is estimated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. Rudnick, I. Rudnick, R. Rosenbaum. J. Low. Temp. Phys., 16, № 5/6, 1974.
2. J. Heiserman, I. Rudnick. J. Low Temp. Phys., 22, № 5/6, 1976.
3. D. L. Jonson, I. Rudnick. J. Low. Temp. Phys., 55, № 5/6, 1984.
4. S. T. Lu, H. Kojima. Phys. Rev. Letters, 55, № 16, 1985.
5. А. Д. Гонгадзе, Г. Е. Гургენიшვილი, Г. А. Харадзе. ЖЭТФ, 75, вып. 10, 1978.
6. Г. Е. Гургენიшვილი, Г. А. Харадзе. Письма в ЖЭТФ, 31, вып. 10, 1980.
7. Г. А. Барамидзе, Г. Е. Гургენიшვილი, Г. А. Харадзе. ФНТ, 9, № 2, 1983.



Ч. Г. ГВЕРДЧИТЕЛИ (академик АН ГССР), А. Б. ГЕРАСИМОВ,  
 З. Г. ГОГУА, З. В. ДЖИБУТИ, М. Г. ПХАКАДЗЕ

О МЕХАНИЗМЕ ДИФFUЗИИ В КОВАЛЕНТНЫХ КРИСТАЛЛАХ

В настоящей работе предлагается механизм диффузии, основанный на концепции, высказанной в работах [1—3], что все изменения местоположения атомов относительно друг друга обусловлены в основном только пространственным положением и энергетическим состоянием электронов, участвующих в химической связи. При этом изменения квантового состояния связывающих электронов могут быть достигнуты теплом, фотонным воздействием, инжекцией носителей.

Диффузионный скачок описывается по модели, которая предполагает следующие элементарные акты: выход меченого атома из узла, что равноценно созданию гантели с каким-либо из соседних атомов; перескок одного из соседних атомов в освободившийся узел; эти последовательные два акта эквивалентны созданию дефекта по Френкелю; попадание меченого атома в узел в результате распада гантели. Все они рассматриваются как последовательные, и вероятность диффузионного скачка является произведением их вероятностей.

Ранее в работе [3] получено выражение для вероятности образования дефекта по Френкелю:

$$W_{\text{дэф}} = \frac{3}{2} n_{06}^2 \left( \frac{n_i}{N_A} \right)^2 P(t) W_{\text{ф}}, \tag{1}$$

где  $P(t) = 1 - \frac{(\tau - t)^2}{\tau^2}$  [4] — вероятность встречи квазичастиц в объеме  $V_A = 1/N_A$  за время  $\tau$ , когда одна частица ждет другую в продолжение времени  $t$ ;  $n_i = n_e = n_h$  — стационарная концентрация электронов и дырок в собственных полупроводниках;  $N_A$  — концентрация атомов вещества;  $n_{06} = \frac{\tau}{t}$  — количество атомов, около которых успевает побывать свободный

электрон или дырка за период колебания атома  $\tau$ . При этом принимается, что время пребывания квазичастицы (антисвязывающий электрон или дырка) у атома в объеме  $V_A$  есть  $t = \frac{t_e + t_h}{2}$ .

В формуле (1)  $W_{\text{ф}}$  есть вероятность нахождения у атома фононов с максимальной энергией в количестве, равном их среднему числу при  $T = T_{\text{пл}}$ :

$$W_{\text{ф}} = \left( 6\pi \frac{T_{\text{пл}}}{T_D} \right)^{-1/2} \exp \frac{3T_{\text{пл}}}{T_D} \left( 1 - \frac{T}{T_{\text{пл}}} - \ln \frac{T_{\text{пл}}}{T} \right),$$

где  $T_D$  — температура Дебая.

С учетом того, что  $\frac{t}{\tau} \sim \frac{v_A(v_e + v_h)}{2v_e v_h} \ll 1$ , где  $v_{e,h} = \sqrt{\frac{3kT}{m_{e,h}^*}}$  — тепловая скорость электронов и дырок соответственно, а  $v_A = \sqrt{\frac{kT}{M_A}}$  — тепловая скорость атомов,  $m_{e,h}^*$  — эффективные массы проводимости электронов и дырок соответственно,  $M_A$  — масса атома решетки, формула (1) принимает вид

$$W_{\text{деф}} = 3n_{\text{об}}^2 \left(\frac{n_i}{N_A}\right)^3 W_{\Phi}. \quad (2)$$

Вероятность распада гантели и попадания меченого атома в узел можно рассчитывать из соображений, что атом, находящийся в составе гантели, имеет четыре связи [5]. Поэтому полагаем, что для его распада необходим разрыв двух связей; в этом случае вероятность этого процесса будет выражаться как и в случае выхода атома из узла [6] с той только разницей, что, поскольку гантель является дефектом, необходимо учесть при оценке вероятности обнаружения около него квазичастицы множитель  $\alpha$ , который в первом приближении можно представить как отношение объема нарушенной области дефекта к объему, приходящемуся на один регулярный атом:

$$W_{\text{ган}} = 2\alpha^2 n_{\text{об}} \left(\frac{n_i}{N_A}\right)^2. \quad (3)$$

Формулами (2) и (3) даются вероятности последовательных событий. Для получения выражения коэффициента диффузии  $D$  их произведение нужно умножить на скорость перемещения  $d \cdot v_A$ , где  $d = 2r_A$  и  $r_A = \left(\frac{3V_A}{4\pi}\right)^{1/3}$ :

$$D = 12\alpha^2 r_A v_A n_{\text{об}}^3 \left(\frac{n_i}{N_A}\right)^5 W_{\Phi}. \quad (4)$$

В выражении (4) учтено, что попадание в узел лишь меченого атома является благоприятным событием для процесса диффузии.

Следует отметить, что существует еще другой возможный механизм диффузии меченого атома, когда скачок меченого атома состоит из следующих элементарных актов: выход регулярного атома, соседнего со стороны направления диффузии к меченому атому, и образование гантели из немеченых; перескок меченого атома в освобожденный узел; перескок регулярного атома в вакансию, расположенную по соседству с меченым атомом, и распад гантели.

Описанный механизм диффузии отличается от вышерассмотренного только перескоком атома в вакансию, расположенную по соседству с этим атомом. Эта вероятность дается формулой (6)  $W_{\text{пер}} = \frac{3}{2} \frac{n_i}{N_A} W_{\Phi} n_{\text{об}}$  работы [3]. Разница только в численном коэффициенте и вызвана из-за учета реального пути передвижения меченого атома. В результате вероятность этого механизма диффузии будет описываться как произведение (2) и (3) и еще появляется сомножитель  $\frac{3}{4} n_{\text{об}} \frac{n_i}{N_A} W_{\Phi}$ , который, как показывают оценки, много меньше единицы. Следовательно, рассмотренный выше механизм диффузии (4) является доминирующим.

На рис. 1 и 2 приведены температурные зависимости коэффициентов диффузии  $Ge$  и  $Si$  соответственно в относительных единицах, измеренные на опыте и рассчитанные по формуле (4). Все параметры взяты из [6].

Как видно из рисунков, совпадение достаточно хорошее, что указывает на справедливость предложенного механизма. Все входящие в выражение (4) величины имеют физический смысл и могут быть взя-

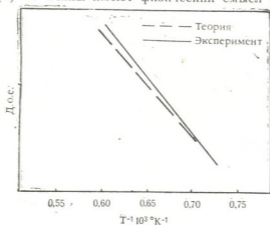


Рис. 1

ты из справочной литературы или рассчитаны для соответствующих условий, при которых проходит диффузия. Как следует из (4), в диффузию основной вклад вносит концентрация антисвязывающих квазичастиц  $2 n_i$ , которую можно менять разными путями: температурой, радиацией, инжекцией, давлением, и тем самым (4) описывает все стимулированные процессы.

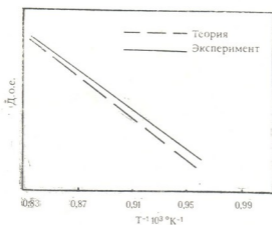


Рис. 2

В заключение следует отметить, что выражение (4) справедливо и в случае диффузии примесей, только нужно определить для каждой примеси  $\alpha$  и эффективное число связывающих электронов примеси в условиях опыта. Последнее обуславливает показатель члена  $n_i/N_A$  и соответственно температурную зависимость коэффициента  $D$ .

ი. გვერდციტიელი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ა. ბერასიმოვი,  
 ზ. გოგუა, ზ. ჯიბუტი, მ. ზხაკაძე

დიფუზიის მექანიზმის შესახებ კოვალენტურ კრისტალებში

რეზიუმე

შრომაში წამოყენებულია Ge და Si ტიპის კოვალენტურ კრისტალებში დიფუზიის მექანიზმი, რომელიც ემყარება კონცეფციას, რომ ატომების ერთმანეთის მიმართ ადგილმდებარეობის ყველა ცვლილება გაპირობებულია ძირითადად მხოლოდ სავალენტო ელექტრონების სივრცული და ენერგეტიკული მდგომარეობით. მიღებულია დიფუზიის კოეფიციენტის გამოსახულება, რომელიც კარგად ესადაგება ექსპერიმენტს როგორც სითბური, ისე სტიმულირებული დიფუზიის შემთხვევაში.

PHYSICS

I. G. GVERDTSITELI, A. B. GERASIMOV, Z. G. GOGUA, Z. V. JIBUTI,  
 M. G. PKHAKADZE

ON DIFFUSION MECHANISM IN COVALENT CRYSTALS

Summary

Diffusion mechanism in covalent Ge and Si crystals has been proposed which is based on the concept that all the variations in the location of the atoms are mainly due to the spatial and energy positions of the electrons involved in chemical bonding. An expression for the diffusion coefficient has been obtained which corresponds fairly well to the experimental results both for thermal and stimulated diffusion.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Г. Гвердцители, А. Б. Герасимов, М. Г. Пхакадзе, А. А. Церцвадзе. Сообщения АН ГССР, 115, № 3, 1984, 513.
2. И. Г. Гвердцители, А. Б. Герасимов, М. Г. Пхакадзе, З. В. Джигути. Поверхность, 11, 1985, 132.
3. И. Г. Гвердцители, А. Б. Герасимов, З. В. Джигути, З. Г. Гогоуа, М. Г. Пхакадзе. Сообщения АН ГССР, 127, № 3, 1987.
4. В. С. Корольюк, Н. И. Портенко, А. В. Скороход, А. Ф. Турбин. Справочник по теории вероятностей и математической статистике. М., 1985.
5. Д. Шоу. Атомная диффузия в полупроводниках. М., 1975.
6. С. Зи. Физика полупроводниковых приборов, 1, 2, М., 1984.
7. Б. И. Болтакс. Диффузия и точечные дефекты в полупроводниках. Л., 1972.



Д. А. ДЖИШАШВИЛИ, Э. Р. КУТЕЛИЯ

## ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРАНИЦЫ РАЗДЕЛА КРЕМНИЙ-GeO<sub>x</sub>

(Представлено академиком И. Г. Гвердцители 18.5.1986)

Большое число ловушечных уровней, возникающих в объеме диэлектрика при нарушении стехиометрии, вызывает нестабильность свойств и ухудшение параметров границы раздела диэлектрик-полупроводник (Д-П). Однако, как было показано в [1, 2], свойства нестехиометрических пленок можно стабилизировать технологическими методами, а ловушки — успешно использовать для хранения заряда в МДП элементах памяти.

Эти работы, наметившие пути практического использования нестехиометрических пленок, усилили интерес к поиску новых нестехиометрических диэлектриков. Одним из таких новых материалов является нестехиометрический оксид германия, получение, состав и структура которого были исследованы нами в [3]. Цель данной работы — изучение электрофизических свойств границы раздела Si-GeO<sub>x</sub> в зависимости от состава нестехиометрических оксидов германия.

Вариация содержания кислорода осуществлялась изменением парциального давления O<sub>2</sub> от 0,7·10<sup>-4</sup> до 1,5·10<sup>-4</sup> торр при напылении пленок GeO<sub>x</sub> методом трехэлектродного реактивного ионно-плазменного распыления. Пленки толщиной не более 1200 Å наносились на p-Si, [100] (N<sub>D</sub> = 1,4·10<sup>14</sup> см<sup>-3</sup>). Формирование МДП структуры завершалось осаждением термически испаренных Al электродов диаметром 0,5 мм. Электрофизические свойства структур Al-GeO<sub>x</sub>-Si исследовались методом вольт-фарадных (С-V) характеристик на частоте 1 МГц. Скорость развертки напряжения 1 В/с. Погрешность измерений не превышала ±5%.

Ранее, в [3], было найдено, что гомогенные по фазовому составу пленки GeO<sub>x</sub> содержат 15 или более ат.% кислорода. При меньшей концентрации O пленки двухфазных и состоят из аморфных кластеров Ge, рассеянных в матрице из оксида Ge переменного состава.

На С-V характеристике исходной пленки, содержащей 6 ат.% кислорода (GeO<sub>0,06</sub>), наблюдается гистерезис величиной 2 В с обходом петли по часовой стрелке и крутизной ~ 100 пФ/В (рис. 1,а). Кривая смещена в сторону положительных напряжений, свидетельствуя о том, что в диэлектрике вблизи границы раздела Д-П фиксирован отрицательный заряд (Q<sub>f</sub>). Согласно [3], такая пленка двухфазна и содержит аморфные кластеры Ge размерами ~ 1 мкм.

Гистерезис с указанным направлением может быть вызван тремя механизмами: 1) дрейфом щелочных ионов через диэлектрик наподобие дрейфа Na<sup>+</sup> в SiO<sub>2</sub>; 2) эффектами поляризации диполей; 3) захватом носителей на ловушках в запрещенной зоне диэлектрика.

Для исключения первого механизма были проведены термополевые обработки ( $T=300^\circ\text{C}$ ,  $E=\pm 10^6$  В/см,  $t=20$  мин) структур  $\text{Al-GeO}_x\text{-Si}$  с предварительным введением ионов  $\text{Na}$  в диэлектрик из децимолярного раствора  $\text{NaOH}$ . В процессе термополевой обработки параметры  $C$ - $V$  характеристик не изменялись, что говорит о непроницаемости пленок  $\text{GeO}_x$  для ионов щелочных металлов, в частности  $\text{Na}$ .

Оставшиеся два механизма равновероятны и могут осуществляться совместно, так как кластеры  $\text{Ge}$ , обладающие большим дипольным моментом, могут как поляризоваться, так и захватывать дырки при благоприятном энергетическом расположении ловушек кластера. Ловушечные уровни могут существовать и в запрещенной зоне матрицы двухфазной пленки. Окончательную ясность в этот вопрос внесут планируемые эксперименты по изучению положения уровня Ферми, краев зон и ловушечных уровней в запрещенной зоне  $\text{GeO}_x$ .

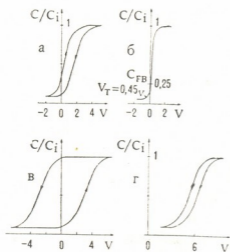


Рис. 1.  $C$ - $V$  характеристики МДП структур с диэлектриками составов: а —  $\text{GeO}_{0.06}$ ; б —  $\text{GeO}_{0.11}$ ; в —  $\text{GeO}_{0.40}$ ; г —  $\text{GeO}_2$  ( $V_T$  — напряжение переключения)

С увеличением содержания  $\text{O}$  уменьшаются размеры кластеров  $\text{Ge}$  [3]. Одновременно происходят увеличение крутизны до  $200$  пФ/В, уменьшение ширины гистерезиса и фиксированного в диэлектрик отрицательного заряда (рис. 1,б). Граница раздела Д-П совершенствуется и при достижении гомогенного состава  $\text{GeO}_{0.11}$  (15 ат. %  $\text{O}$ ) плотность фиксированного в диэлектрик заряда составляет  $2 \cdot 10^{10}$  см $^{-2}$  (для рекордной границы раздела  $\text{SiO}_2\text{-Si}$ ,  $N$  того же порядка). Высокая крутизна, отсутствие гистерезиса, ярко выраженные области аккумуляции и инверсии и малая величина напряжения плоских зон ( $V_{fb}$ ) свидетельствуют о низкой плотности поверхностных состояний ( $N_{ss}$ ) на границе Д-П. Изменением напряжения всего на  $1,5$  В поверхность полупроводника переходит из обогащения в инверсию.

Дальнейшее увеличение содержания  $\text{O}$  в пленке вызывает уменьшение крутизны до  $40$  пФ/В и, что особенно важно, гистерезис  $C$ - $V$  кривой с инверсным по отношению к исходной пленке обходом петли (рис. 1,в). Из-за малой величины  $Q_f$  и  $N_{ss}$  их влияние на границу раздела Д-П минимально, и ветви кривой располагаются симметрично относительно оси  $V=0$ . С дальнейшим ростом концентрации  $\text{O}$  увеличивается и ширина гистерезиса  $\Delta V$ . Для пленок состава  $\text{GeO}_{0.25}$  и  $\text{GeO}_{0.70}$   $\Delta V$  составляет  $2$  и  $30$  В соответственно.



Все это позволяет заключить, что в запрещенной зоне однофазных пленок  $\text{GeO}_{0,25}-\text{GeO}_{0,70}$  существуют нейтральные ловушки акцепторного типа, расположенные в состоянии термодинамического равновесия выше уровня Ферми в пределах изменения поверхностного потенциала  $\Phi_s$ . При пересечении энергетических уровней ловушек  $E_t$  уровнем Ферми в процессе изменения  $\Phi_s$  происходит изменение зарядового состояния ловушек с захватом электронов из полупроводника. Это равносильно увеличению эффективного фиксированного в диэлектрик отрицательного заряда и приводит к смещению восходящей ветви  $C-V$  характеристики в сторону положительного напряжения. При приложении отрицательного смещения наступление обеднения и инверсии приповерхностного слоя полупроводника задерживается до полного высвобождения захваченных на ловушках электронов. Заполнение этих ловушек определяется распределением ферми:

$$F_{SA}(E_t) = 1 / \left[ 1 + \frac{1}{g} \exp \left( \frac{E_t - E_F}{KT} \right) \right],$$

где фактор вырождения  $g = 4$ .

Еще одно изменение  $C-V$  характеристик происходит при достижении стехиометрического состава. Кривая целиком смещается на  $\sim 6$  В в сторону положительного напряжения вследствие возросшей (до  $10^{13} \text{ см}^{-2}$ ) плотности фиксированного отрицательного заряда, который отгоняет основные носители вглубь, вызывая инверсию типа проводимости на поверхности полупроводника. Таким образом, под диэлектриком в отсутствие напряжения появляется  $p-n$ -переход. В запрещенной зоне диэлектрика возникают новые состояния, которые опять изменяют направление обхода петли гистерезиса на аналогичное с исходным (рис. 1, г).

Учитывая многообразие свойств границы раздела  $\text{GeO}_x\text{-Si}$ , можно заметить перспективы практического использования пленок  $\text{GeO}_x$  в МДП приборах. Например, пленка  $\text{GeO}_{0,11}$  создает высококачественную границу раздела с Si (рис. 1, б) и обладает повышенным значением диэлектрической проницаемости ( $\epsilon_D = 12$  против 4 для традиционной пленки  $\text{SiO}_2$ ). Так как максимальная частота усиления МДП транзистора пропорциональна  $\epsilon_D$ , то использование  $\text{GeO}_{0,11}$  вместо  $\text{SiO}_2$  позволит приблизительно в 3 раза увеличить частоту усиления при одинаковой геометрии транзисторов.

Как видно из рис. 1, в, при  $V = 0$  на  $C-V$  характеристике можно выделить два устойчивых положения, соответствующих обогащению и инверсии приповерхностной области Si в зависимости от того, смещение какой полярности было приложено до установления нулевого напряжения. Предварительные исследования показали, что заряд, захваченный на глубоких ловушках, в диэлектрике может храниться в течение длительного времени. Для облегчения инжекции и последующего захвата носителей можно применять тонкий промежуточный слой  $\text{GeO}_{0,11}$ , имеющий меньшую запрещенную зону и создающий совершенную границу раздела с Si. На основе таких пленок возможно создание качественных энергонезависимых МДП элементов памяти.

Существование инверсного слоя на границе раздела  $\text{GeO}_2\text{-Si}$  в отсутствие напряжения (рис. 1, г) может быть использовано в МДП приборах, работающих на принципе поверхностных  $p-n$ -переходов, например в МДП фотоприемниках и солнечных элементах.

დ. ჯიშიაშვილი, ე. კუთელია

სილიციუმ —  $\text{GeO}_x$  გამყოფი ზედაპირის ელექტროფიზიკური  
თვისებები

რეზიუმე

C—V მახასიათებლების მეთოდით გამოკვლეულია Al— $\text{GeO}_x$ —Si ტიპის მდნ სტრუქტურების ელექტროფიზიკური თვისებები. ნახევარგამტარ-დიელექტრიკის გამყოფი საზღვრის თვისებები (ზედაპირული მუხტისა და ჩამქერი დონეების სიმკვრივე, დიელექტრიკში ფიქსირებული მუხტის სიდიდე, პისტერეზისის სიგანე და მისი შემოვლის მიმართულება) ფართო დიაპაზონში იცვლებიან  $\text{GeO}_x$ -ში ჟანგბადის შემადგენლობის ცვლილებისას. შეფასებულია  $\text{GeO}_x$  ფირების მდნ მიკროელექტრონიკაში გამოყენების შესაძლებლობები.

PHYSICS

D. A. JISHIASHVILI, E. R. KUTELIA

ELECTROPHYSICAL PROPERTIES OF SILICON— $\text{GeO}_x$  INTERFACE

Summary

MIS structures with reactive ion-plasma deposited  $\text{GeO}_x$  films have been investigated by means of C—V technique. Interface parameters (fixed charge, interface state density, hysteresis loop width and direction) largely depend upon oxygen concentration in  $\text{GeO}_x$  films. MIS structure properties are evaluated for microelectronic device application.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. D. J. Di Maria, D. W. Dong, C. Falcony, T. N. Theis, J. R. Kirtlay, J. C. Tsang, D. R. Brorson. *J. App. Phys.*, 54, 10, 1984, 5801.
2. G. D. Bagratishvili, R. B. Dzhanelidze, D. A. Jishiashvili. *Phys. Stat. Sol. (a)*, 78, 115, 1983.
3. Д. А. Жишиашвили, Э. Р. Кутелия, Б. Г. Эристави, Т. В. Этерашвили. *Сообщения АН ГССР*, 125, № 3, 1987.

М. К. БЕЖАШВИЛИ, З. Э. БУАЧИДЗЕ, И. П. ГИКОШВИЛИ

## ИНТЕГРАЛЬНО-ОПТИЧЕСКИЕ ЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 7.5.1986)

В данной работе показана возможность создания БЭ, работающего на эффекте Франца—Келдыша, в котором (в отличие от предыдущих работ [1—3]) входным управляющим сигналом является световое поле и нет дополнительного источника излучения (рис. 1). Он состоит из волноводной полоски, созданной на основе полупроводнико-

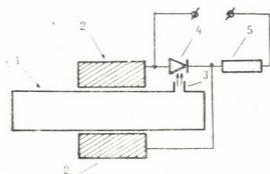


Рис. 1

вого материала 1, управляющих электродов 2, волноводного разветвителя 3 (с помощью которого подается сигнал обратной связи на фотодетекторе 4) и балластного резистора 5.

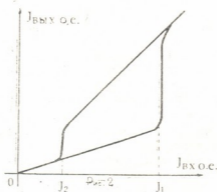


Рис. 2

На рис. 2 показана зависимость выходной интенсивности от величины входного сигнала.

Когда входная интенсивность равна нулю, на фотодетектор подается максимальное напряжение. Это напряжение подается и на управляющий электрод и увеличивается коэффициент поглощения



кристалла (эффект Франца—Келдыша). Когда входная интенсивность невелика, на выходе волновода интенсивность равна  $J_{\text{вых}} = J_{\text{вх}}/K$ , где  $K$  зависит от напряжения на управляющих электродах, длины электродов, длины волны проходящего света, мощности излучения и характеристик кристалла. Когда  $J_{\text{вх}}$  достигает порогового значения  $J_1$ , при котором начинает открываться фотодетектор, на выходе интенсивность быстро принимает значения  $J_{\text{вых}} = J_{\text{вх}}$  (считается, что потери световой энергии в оптическом канале незначительны), так как при открытии фотодетектора уменьшается напряжение на электродах, что приводит к увеличению  $J_{\text{вых}}$ , т. е. создается положительная обратная связь. Фотодетектор открывается и  $J_{\text{вых}}$  возрастает до  $J_{\text{вх}}$ . При дальнейшем увеличении входной интенсивности  $J_{\text{вых}}$  остается равным  $J_{\text{вх}}$ . С уменьшением  $J_{\text{вх}}$ ,  $J_{\text{вых}}$  остается равным  $J_{\text{вх}}$ , пока  $J_{\text{вх}}$  не принимает второго нестабильного значения  $J_2$  при котором закрывается фотодетектор и повышается коэффициент поглощения кристалла. Когда начинается увеличение  $J_{\text{вх}}$ -го, цикл повторяется.

Здесь кроме эффекта Франца—Келдыша существенно и то, что когда  $P \geq 10^2$  Вт/см<sup>2</sup>, начинает сказываться нелинейный эффект [4]. В частности то, что при больших интенсивностях поглощение уменьшается, это приводит к повышению быстродействия БЭ. Время переключения БЭ в основном зависит от быстродействия фотодетектора. Если в качестве фотодетектора применить фотодиод ЛФД-2А, то время переключения БЭ будет равно 1 нсек.

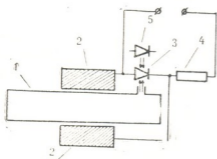


Рис. 3

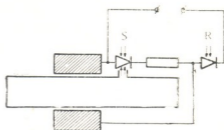


Рис. 4

На базе описанного БЭ можно создать аналог тиристора (рис. 3). Он состоит из полоскового волновода (1), управляющих электродов (2), фотодетектора (3), балластного резистора (4) и светодиода (5).

Если на вход волновода подается оптический сигнал интенсивностью ( $J_2 < J < J_1$ , где  $J_1$  и  $J_2$  соответственно первая и вторая нестабильные точки БЭ), то интенсивность выходного сигнала близка к нулю. При освещении фотодетектора световым излучением от светодиода (5), напряжение на волноводе уменьшается (уменьшается и поглощение). На выходе и входе интенсивности будут одинаковыми и выходная интенсивность поддерживает фотодетектор в открытом состоянии.

По аналогии с тиристором, для приведения элемента в исходное положение, надо выключить входной сигнал. Если добавить в схему тиристора дополнительный фотодетектор, получим RS триггер (рис. 4). Сигнал на выходе схемы появляется при освещении фотодетектора S. А выключение производится освещением фотодетектора R или выключением входного светового сигнала. Зависимость состояния RS триггера от входных световых сигналов показана в таблице 1.

Создание схемы, показанной на рис. 6 дает возможность реализации логического элемента «И», где управление осуществляется не входным напряжением, а входным оптическим сигналом.

R	S	ВЫХ
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

Рис. 5

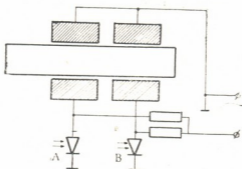


Рис. 6

A	B	ВЫХ
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Рис. 7

Проведенные исследования показывают возможность создания БЭ, триггера, тиристора, логического элемента «И» на основе полосковых волноводов, созданных в полупроводниковых кристаллах, например в GaAs. Применение в качестве основы кристалла GaAs может обеспечить интеграцию всех составных элементов рассмотренных устройств: оптического канала, источника, приемника излучения и резисторов на единой подложке.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 23.5.1986)

ფიზიკა

მ. ბეშაშვილი, ზ. ბუაჩიძე, ი. გიკოშვილი

ინტეგრალურ-ოპტიკური ლოგიკური ელემენტები

რეზიუმე

ნაჩვენებია ინტეგრალურ-ოპტიკური ბისტაბილური ელემენტის მოქმედების პრინციპი და მისი უპირატესობანი არსებულ ბისტაბილურ ელემენტებთან შედარებით.

განხილულია აგრეთვე ინტეგრალურ-ოპტიკური ტრიგერის, ტირისტორისა და ლოგიკური „И“-ს შექმნის საშუალებები.

PHYSICS

M. K. BEZHASHVILI, Z. E. BUACHIDZE, I. P. GIKOSHVILI

LOGICAL ELEMENTS BASED ON INTEGRAL OPTICS

Summary

The paper deals with the feasibility of creating logical elements based on the integral optics, which would be similar to the elements created with the use of planar wave-guides.

The basic principles of optical bistable elements are shown and their advantages, as compared to other bistable elements, are discussed.

The feasibility of creating optical trigger, thyristor, as well as the "AND" logical element is also dealt with in the paper.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. T. Biscofberger, Y. R. Shen. Phys. Rev. A. 19, № 3, 1979.
2. H. M. Gibbs, S. L. McCall, T. N. C. Venkaten. Phys. Rev. Letts, 36, № 5, 1966.
3. E. Spiller. J. Appl. Phys. 43, 1972.
4. Б. А. Бабылев, А. Ф. Кравченко. Физика и техника полупроводников, 14, вып. 8, 1980.



В. Л. ЦУРЦУМΙΑ

## ИЗМЕРЕНИЕ ИМПУЛЬСА ОТДАЧИ ТКАНЕЙ ЗУБА ПРИ ЛАЗЕРНОМ ОБЛУЧЕНИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Р. Г. Салуквадзе 2.4.1987)

Одной из важных проблем при использовании импульсных лазеров для обработки зубных тканей является оценка силы механического воздействия излучения на зуб. Удобным способом проведения таких измерений является определение реактивного импульса отдачи, возникающей в результате выноса твердых тканей зуба из зоны воздействия излучения.

Эксперимент проводился на установке, блок-схема которой представлена на рис. 1. Исследуемый образец закрепляется на подвесе — тонкой малорастяжимой шелковой нити. Одним концом подвес крепился на кронштейне с тремя степенями свободы. Это позволяло перемещать образец в перпендикулярной и параллельной плоскостях к оптической оси установки и выводить его поверхность в фокальную плоскость. Излучение гелий-неонового лазера-пилота фокусировалось на выбранном участке образца. Перемещением микроскопа добивались того, чтобы в его окуляре резко наблюдалась нить подвеса. По измерительной параллельной плоскости качания подвеса определялась величина отклонения подвеса под действием импульса отдачи разлетающихся продуктов разрушения твердых тканей зуба.

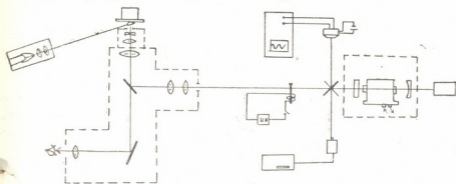


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

Измерения проводились следующим образом. Устанавливалась постоянная длительность импульса генерации. Энергия излучения изменялась с помощью нейтральных фильтров. В экспериментах измерялись величина отклонения подвеса, длительность и энергия импульса генерации для трех последовательных воздействий излучения в одну и ту же точку поверхности зуба. Для уменьшения вероятности случайных 20. „მეცნიერება“, ტ. 128, № 2, 1987



результатов измерения повторялись при воздействии лазера в трех или четырех разных точках поверхности образца.

Из энергетических соображений получаем, что скорость разлета продуктов разрушения тканей зуба есть

$$v = 2 (gl)^{1/2} \sin \alpha / 2, \quad (1)$$

Зная  $P$ , определяем усредненную силу  $\bar{F}$ , действующую на маятник в процессе взаимодействия излучения с поверхностью зуба, а именно,

$$\bar{F} = \frac{P}{\tau_u - t_v}, \quad (2)$$

где  $\tau_u$  — длительность импульса генерации;  $t_v$  — время нагрева вещества эмали зуба в зоне воздействия до температуры испарения. Полагая  $t_v \ll \tau_u$  получаем

$$\bar{F} = \frac{P}{\tau_u} = 2 \frac{M}{\tau_u} (gl)^{1/2} \sin \alpha / 2. \quad (3)$$

Видно, что явной зависимости силы от времени нет. Но в силу пикового характера излучения эта зависимость автоматически учитывается в эксперименте.

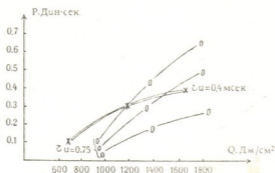


Рис. 2. Зависимость импульса отдачи разлетающихся продуктов разрушения зуба от плотности энергии излучения ОКГ при длительности импульса генерации 0,75 мсек и 0,4 мсек

Измерение импульса отдачи и расчет силы, действующей на твердые ткани зуба, производились для двух значений длительности импульса генерации ОКГ. Длительность импульса изменялась путем уменьшения емкости накопителя.

Рассчитанная по результатам измерений зависимость импульса отдачи от плотности энергии импульсного лазерного излучения представлена на рис. 2 для двух значений длительности импульса.

Зависимость силы, действующей на образец в процессе взаимодействия с излучением от энергии лазерного импульса изображена на рис. 3, где под цифрами обозначено соответственно значение импульса отдачи и сила отдачи разлетающихся продуктов разрушения. Количество внешнего вещества увеличивается с возрастанием скорости разлета продуктов разрушения. При малых плотностях энергии излучения ( $g < 10$  Дж/см<sup>2</sup>) скорость нагревания облучаемой поверхности зуба



невелика. Только к концу импульса излучения температуры на поверхности эмали достигает величины, при которой происходит испарение. Следовательно, величина вынесенной массы будет мала. С ростом плотности энергии излучения увеличивается доля энергии импульса, идущая на испарение.

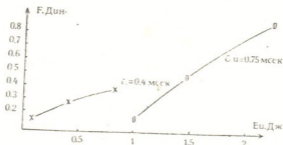


Рис. 3. Зависимость действующей на образец силы от энергии импульса

Для повторных импульсов, когда излучение попадает на участок первоначального разрушения, в силу большого коэффициента поглощения лазерного излучения в месте воздействия, скорость нагрева и доля энергии импульса, идущая на испарение, будет возрастать, приближаясь в итоге к тому, что почти вся энергия излучения будет идти на испарение, при условии подкраски зуба 34%-водным раствором  $\text{AgNO}_3$ .

Абхазский государственный университет

Академия наук СССР  
Институт радиотехники и  
электроники

(Поступило 10.4.1987)

ფრენიკა

### 3. ზურჯუმია

უკუცემის იმპულსის გაზომვა კბილის ქსოვილის ლაზერული დასხივებისას

#### რეზიუმე

ექსპერიმენტულად გაზომილია უკუცემის იმპულსი და მექანიკური მოქმედება, რომელსაც განიცდის კბილი ლაზერული დასხივების შედეგად. აღწერილია ექსპერიმენტი და მოცემულია მისი ჩატარების მეთოდოცა.

PHYSICS

V. L. TSURTSUMIA

## MEASURING THE OUTPUT IMPULSE DURING LASER IRRADIATION OF TOOTH TISSUE

### Summary

Output impulse and mechanical force to which a tooth is subjected during its treatment by laser irradiation is experimentally measured. The corresponding experiment is described and its technique is presented.



Л. А. СИГУА

## ОПТИЧЕСКАЯ ТОЛЩИНА КОЛЬЦА В САТУРНА

(Представлено академиком Е. К. Харадзе 10.2.1987)

Наблюдения Сатурна [1—3] позволяют сформулировать следующие выводы:

1) Степень поляризации на равных расстояниях от центра диска планеты в пределах  $3/4$  радиуса диска одинакова, а углы поляризации одни и те же вдоль диаметра диска планеты.

2) Степень поляризации отраженного света от области, закрытой кольцами, меньше, чем света, отраженного от диаметрально противоположного участка и больше степени поляризации света, отраженного от той точки кольца, которая проектируется вне диска.

Для вычисления оптической толщины колец на основе поляриметрических наблюдений мы сделаем ниже несколько приемлемых допущений.

Пусть  $J_0$  — интенсивность падающего на кольцо излучения. Очевидно, что интенсивность выходящего излучения из кольца после отражения от поверхности планеты будет равна

$$J_1 = J_0 e^{-\tau_0/\cos \Theta} \rho_1 e^{-\tau_0/\cos \Theta'}, \quad (1)$$

где  $\Theta$  и  $\Theta'$  — углы падения и отражения;  $\rho_1$  — коэффициент отражения атмосферы планеты;  $\tau_0$  — оптическая толщина кольца.

Если этот пучок мысленно разложить на естественную и полностью поляризованную составляющие, тогда для степени поляризации получим

$$P = \frac{J_{1n}}{\rho_1 J_0 e^{-\tau_0} (1/\cos \Theta + 1/\cos \Theta')}. \quad (2)$$

Если допустить, что кольцо (или  $A$ , или  $B$ , или  $C$ , или вместе) не влияет на поляризуемость, т. е. для данной области видимого диска планеты поляризация была бы равной (2) и при отсутствии колец и если учтем (1), то можем написать

$$\frac{J_{1n}}{\rho_1 J_0 e^{-\tau_0} (1/\cos \Theta + 1/\cos \Theta')} = P_{\text{изм}}. \quad (3)$$

где  $P_{\text{изм}}$  — измеренная степень поляризации света, отраженного от диаметрально противоположной области на диске к [области, для которой получено (1).

Если допустим, что поляризация отраженного света от любой точки кольца одинакова, тогда для области, где кольцо перекрывает диск, можно, применив формулу  $P = \sum J_i P_i / \sum R_i$ , написать:

$$P_2 \left[ \frac{J_{1\text{изм}}}{\rho_1 J_0 e^{-\tau_0 (1/\cos \Theta + 1/\cos \Theta')}} \rho_1 J_0 e^{-\tau_0 (1/\cos \Theta + 1/\cos \Theta')} + J_{2\text{изм}} P_{2\text{изм}} \right] : [\rho_1 J_0 e^{-\tau_0 (1/\cos \Theta + 1/\cos \Theta')} + J_{2\text{изм}}], \quad (4)$$

где  $J_{2\text{изм}}$  — интенсивность отраженного света от той области кольца, которой не перекрывается диск планеты.

Величина (2) должна равняться измеренной степени поляризации  $P_{\text{изм}}$  в области диска, перекрытой кольцами.

$$[J_{1\text{изм}} + J_{2\text{изм}} P_{2\text{изм}}] : [\rho_1 J_0 e^{-\tau_0 (1/\cos \Theta + 1/\cos \Theta')} + J_{2\text{изм}}] = P_{\text{изм}}. \quad (5)$$

Из уравнений (3), (5) получим выражение для  $\tau_0$ .

$$e^{-\tau_0 (1/\cos \Theta + 1/\cos \Theta')} = \frac{J_{2\text{изм}} (P_{\text{изм}} - P_{2\text{изм}})}{\rho_1 J_0 (P_{1\text{изм}} - P_{2\text{изм}})}. \quad (6)$$

В (6) можно  $\rho_1 J_0$  заменить интенсивностью отраженного света от той области диска, которая не перекрыта кольцами. Для кольца  $B$  оптическая толщина получалась равной  $1 \pm 0,4$ .

Академия наук Грузинской ССР  
 Абастуманская астрофизическая обсерватория

(Поступило 20.2.1987)

საბრონოშია

ლ. სიგუა

სატურნის B რგოლის ოპტიკური სისტემა

რეზიუმე

პოლარიმეტრიული დაკვირვებების საფუძველზე ორიგინალური მეთოდით განსაზღვრულია B რგოლის ოპტიკური სისტემის  $\tau_B = 1 \pm 0,4$ .

L. A. SIGUA

OPTICAL THICKNESS OF SATURN *B* RING

Summary

Based on polarimetric observations by the original method, optical thickness of Saturn *B* ring  $\tau_B = 1 \pm 0.4$  has been determined.

შიშობადობა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. А. С и г у а. *Астрономический циркуляр*, № 974, 1977.
2. Л. А. С и г у а. *Астрономический циркуляр*, № 985, 1978.
3. Л. А. С и г у а. *Сообщения АН ГССР*, 92, № 2, 1978, 333—336.

А. А. БУРЧУЛАДЗЕ, Г. И. ТОГОНИДЗЕ, С. В. ПАГАВА, И. В. ЭРИСТАВИ,  
 Н. Е. КИРИКАШВИЛИ, К. Г. ХУЛОРДАВА, А. А. БУРЧУЛАДЗЕ (мл.)

### ДАТИРОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ОБРАЗЦОВ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД И ПОЧВ РАДИОУГЛЕРОДНЫМ МЕТОДОМ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 5.4.1986)

В радиоуглеродной лаборатории кафедры ядерной физики Тбилисского государственного университета в течение ряда лет исследуются источники минеральных вод [1—3], используемых в бытовых и лечебных целях, а также почвы, отобранные из различных регионов Грузинской ССР с целью определения в них содержания радионуклидов  $^3\text{H}$  и  $^{14}\text{C}$ . Для анализа используется жидкостный сцинтиляционный метод регистрации активности  $^{14}\text{C}$  и  $^3\text{H}$  [4].

Актуальность этих исследований обусловлена важностью изучения генезиса грунтовых вод, определения скорости их движения, а также степени их загрязнения сточными и ливневыми водами, т. к. в результате хозяйственной деятельности человека за последние 30 лет в природе резко увеличилась удельная активность  $^3\text{H}$  и  $^{14}\text{C}$ .

Таблица 1

Лаб. шифр	Вид образца	Место отбора, нумерация скважины	Возраст в годах
ТБ-181	Газ, $\text{CO}_2$	Боржоми, дер. Квибиси, № 25	>45500
ТБ-182	Вода	Боржоми, дер. Квибиси, № 25	>45500
ТБ-183	Газ, $\text{CO}_2$	Боржоми, дер. Вашловани, № 41	>45500
ТБ-184	Вода	Боржоми, дер. Вашловани, № 41	>45500
ТБ-185	Газ, $\text{CO}_2$	Боржоми, дер. Ликани, № 54	>45500
ТБ-186	Вода	Боржоми, дер. Ликани, № 54	>45500
ТБ-187	Газ, $\text{CO}_2$	Пасанаури, № 144	$31080 \pm 610$
ТБ-188	Вода	Пасанаури № 144	$36890 \pm 880$
ТБ-189	Газ, $\text{CO}_2$	Болниси, № 1	$18385 \pm 145$
ТБ-190	Вода	Болниси, № 1	$20870 \pm 190$
ТБ-191	Газ, $\text{CO}_2$	Тбилиси, № 8	>45500
ТБ-192	Вода	Тбилиси, № 8	>45500
ТБ-193	Вода	Уджарма, № 10	>45500
ТБ-194	Вода	Джава, № 14	$31250 \pm 350$
ТБ-195	Вода	Джава, дер. Мсхлеби, № 1	$18235 \pm 260$
ТБ-196	Вода	Цагвери, № 1	$33750 \pm 370$

Примечание: При отборе проб  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  соблюдены все меры предосторожности загрязнения их современными углеродом и тритием [4].

Таблица 2

Лаб. шифр	Вид образца	Место отбора образца, глубина залегания	Возраст в годах или $^{14}\text{C}$ (%)
ТБ-201	Гумус	I фракция, 0—10 см, II терраса, дер. Ганахлаба, р-н Гульрипши	$470 \pm 30$
ТБ-202	Гумус	II фр., 0—10 см, II терр., дер. Ганахлаба, р-н Гульрипши	$325 \pm 30$
ТБ-203	Гумус	I фр., 50—60 см, II терр., дер. Ганахлаба, р-н Гульрипши	$5595 \pm 40$
ТБ-205	Гумус	I фр., 20—30 см, II терр., дер. Ганахлаба, р-н Гульрипши	$3535 \pm 40$
ТБ-206	Гумус	I фр., 0—15 см, III терр., дер. Атара, р-н Очамчире	$\delta^{14}\text{C} = 22,87\%$
ТБ-208	Гумус	I фр., 0—15 см, IV терр., дер. Киндги, р-н Очамчире	$\delta^{14}\text{C} = 8,14\%$
ТБ-209	Гумус	I фр., 20—30 см, IV терр., дер. Киндги, р-н Очамчире	$460 \pm 40$
ТБ-210	Гумус	II фр., 0—15 см, III терр., дер. Атара, р-н Очамчире	$\delta^{14}\text{C} = 10,46\%$
ТБ-211	Гумус	I фр., 20—30 см, III терр., дер. Атара, р-н Очамчире	$330 \pm 40$
ТБ-212	Гумус	I фр., 0—15 см, III терр., дер. Ноуши, р-н Гульрипши	$\delta^{14}\text{C} = 16,19\%$
ТБ-213	Гумус	I фр., 20—30 см, III терр., дер. Ноуши, р-н Гульрипши	$345 \pm 40$
ТБ-214	Гумус	I фр., 0—10 см, IV терр., дер. Киндги, р-н Очамчире	$\delta^{14}\text{C} = 6,98\%$
ТБ-215	Гумус	I фр., 40—50 см, IV терр., дер. Киндги, р-н Очамчире	$595 \pm 40$
ТБ-365	Гумус	0—20 см, дер. Қсоврис, р-н Мцхета	$\delta^{14}\text{C} = 24,07\%$
ТБ-366	Гумус	40—60 см, дер. Қсоврис, р-н Мцхета	$250 \pm 120$
ТБ-367	Гумус	0—20 см, дер. Мухрани, р-н Мцхета	$\delta^{14}\text{C} = 23,66\%$
ТБ-368	Гумус	40—60 см, дер. Мухрани, р-н Мцхета	$3390 \pm 740$

Примечание:  $\delta^{14}\text{C} = \frac{A_{об} - A_{ст}}{A_{ст}} \times 100\%$  [6], где  $\delta^{14}\text{C}$  — относительное отклонение активности  $^{14}\text{C}$ ;  $A_{об}$  — активность исследуемого образца;  $A_{ст}$  — активность углеродного стандарта.

При отборе образцов соблюдены все меры предосторожности их загрязнения современным углеродом, рекомендуемые в [7].

Извлечение карбонатов из минеральных вод с целью определения концентрации  $^{14}\text{C}$  проводилось непосредственно у источника; при этом применялись два метода: а) улавливание свободной углекислоты пропусканием ее через раствор гидроксида натрия; б) выделение растворенных в воде карбонатов путем их осаждения.

Образцы минеральных вод, представленные в табл. 1, отобраны сотрудниками радионуклидной лаборатории Тбилисского университета.

Исследуемые образцы — Боржоми, Тбилиси, Уджарма — не содержат радионуклидов  $^3\text{H}$  и  $^{14}\text{C}$ . Это является следствием того, что отмеченные выше водоносные горизонты хорошо изолированы от внешних источников. Образцы ТБ-187, ТБ-188 и ТБ-194 датируются возрастом порядка 30—40 тысяч лет. Это, по-видимому, соответствует истинному периоду их образования и дает основание считать, что эти водонос-

ные горизонты хорошо изолированы от внешних воздействий [4]. Образцы ТБ-189, ТБ-190 и ТБ-195, по-видимому, «омоложены», что, наверное, является следствием их смешивания с более «молодыми» водами из вышележащих горизонтов, вследствие чего искажается их реальный абсолютный возраст. Отсутствие трития в пробах исследуемых вод показывает, что не происходит интенсивного смешивания с поверхностными водами современного происхождения.

В табл. 2 представлены радиоуглеродные возрасты субтропических подзолистых почв. Образцы были взяты на различных аккумулятивных террасах (II—IV) р. Кодори, Очамчирского и Гульрипшского р-нов Абхазской АССР (образцы представлены Т. М. Субелнани, Институтом почвообразования, агрохимии и мелиорации при Министерстве сельского хозяйства Грузинской ССР). А также отобранные в районе города-музея Мухета (представлены Ц. Кобаидзе, Сельскохозяйственным институтом Министерством сельского хозяйства ГССР).

Из исследованных образцов гумуса препарировались относительно устойчивые вещества стабильного характера — гуминовые кислоты, из которых в дальнейшем синтезировался сцинтилляционный растворитель бензол для определения содержания в них радионуклидов  $^3\text{H}$  и  $^{14}\text{C}$  [4].

Датирование образцов почв показывает характерный активный круговорот веществ, образующихся в процессе подзолообразования, мобильность гумуса, а также правдивый материал о режиме образования гумуса и процессов подзолообразования.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 10.4.1986)

გეოფიზიკა

ა. ბურჭულაძე, ბ. ტოგონიძე, ს. ფაღავა, ი. ერისთავი, ნ. კირიკაშვილი,  
კ. ხულორდავა, ა. ბურჭულაძე (უმც.)

მინერალური წყლები და ნიადაგების ზოგიერთი ნიმუშის  
დათარიღება რადიონახშირბადის მეთოდით

რეზიუმე

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის რადიონახშირბადის ლაბორატორიაში  $^3\text{H}$  და  $^{14}\text{C}$  აქტივობის რეგისტრაციის სცინტილაციური მეთოდის გამოყენებით განესაზღვრეთ საქართველოს სსრ ტერიტორიაზე აღებული მინერალური წყლებისა და ნიადაგების ზოგიერთი ნიმუშის აბსოლუტური ასაკი. განსაზღვრულ იქნა აგრეთვე ტრიტიუმის კონცენტრაცია ნიმუშებში.

GEOPHYSICS

A. A. BURCHULADZE, G. I. TOGONIDZE, S. V. PAGAVA, I. V. ERISTAVI,  
N. E. KIRIKASHVILI, K. G. KHULORDAVA, A. A. BURCHULADZE (jr.)

DATING OF SOME SAMPLES OF MINERAL WATERS AND SOILS  
BY THE RADIOCARBON METHOD

Summary

The absolute ages of some samples of mineral waters and soils collected over the territory of the Georgian SSR were determined in the radiocarbon laboratory of the Tbilisi State University using the liquid scintillation method of  $^{14}\text{C}$  activity registration. Tritium concentration was also determined in the studied samples.

## წიგნობები — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Бурчуладзе и др. Материалы международной конференции об измерениях малых радиоактивностей и их применении, 6—10 X. 1975, Братислава, 1977, 383.
2. А. А. Бурчуладзе и др. IX республиканская научная и научно-методическая конференция физиков вузов ГССР. Тбилиси, 1976, 128.
3. А. А. Бурчуладзе и др. Астрофизические явления и радиоуглерод. Тбилиси, 1978, 401.
4. А. А. Бурчуладзе и др. Синтез высококачественных газов-наполнителей пропорциональных счетчиков и жидких сцинтилляционных растворителей для прецизионных радиоуглеродных измерений. Тбилиси, 1979.
5. А. А. Бурчуладзе и др. XIII Ленинградский семинар по космофизике АН СССР. Л., 1983, 116.
6. W. S. Broecker *et al.* American J. of Science radiocarbon supplement, 1, 1959, 111-132.
7. Г. Е. Кочаров и др. Дендроклиматология и радиоуглерод. Каунас, 1972, 213.





ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

И. П. МЕМАНИШВИЛИ, Ш. М. КУЛУЛАШВИЛИ, Э. В. ГАГОИДЗЕ,  
 Г. В. ЦИНЦАДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР)

РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОЕ И СПЕКТРАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ  
 НАТУРАЛЬНЫХ ПОРОШКОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ  
 МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД «СОРТУАНИ» И «ВЯРСКА-3»

Из высокоминерализованных непитьевых минеральных вод «Сортуани» и «Вярска-3» распылительным способом сушки, сохранением в них первоначального ионно-солевого состава, нами получены натуральные соли.

В исходных минеральных водах, подвергающихся обезвоживанию, могут изменяться первоначальные свойства. Для характеристики этих свойств полученных новых продуктов натуральных порошков «Сортуани» и «Вярска-3» большое значение имеет изучение свойств соединений, образующихся в твердой фазе при сушке минеральных вод. С этой целью были проведены рентгенографические и ИК-спектральные исследования натуральных порошков «Сортуани» и «Вярска-3».

Таблица 1  
 Рентгенографические данные для порошков, полученных из минеральных вод «Сортуани» и «Вярска-3»

„Сортуани“		„Вярска-3“		NaCl по [2]		NaHCO <sub>3</sub> по [2]		Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> по [2]		Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ·H <sub>2</sub> O по [2]	
I	d, Å	I	d, Å	I	d, Å	I	d, Å	I	d, Å	I	d, Å
2	(3,09)β	2	(3,09)β	13	3,258	16	3,49	8	3,43	31	5,3
10	2,77	10	2,76	100	2,821	16	3,04	12	3,22	8	4,15
3	(2,20)β	3	(2,25)β	55	1,994	100	2,94	80	2,96	100	2,76
10	1,96	10	1,97	2	1,701	48	2,58	2	2,85	44	2,67
6	1,60	8	1,61	15	1,628	8	2,31	20	2,70	3	2,55
5	1,40	5	1,40	6	1,410	16	2,22	60	2,60	25	2,47
8	1,25	7	1,25	1	1,294	16	2,02	60	2,54	63	2,37
3	0,99	2	(0,98)β	11	1,261	8	1,97	100	2,36	20	2,24
6	0,93	4	0,93	7	1,1515	8	1,91	40	2,25	15	2,18
5	0,88	3	0,88	1	1,0855	8	1,73	60	2,18	3	2,12
4	0,84	3	0,85	2	0,9964	8	1,52	4	2,11	18	2,06
—	—	—	—	1	0,9533	—	—	14	2,02	31	2,00
—	—	—	—	3	0,9401	—	—	40	1,95	8	1,91
—	—	—	—	4	0,8417	—	—	40	1,88	8	1,78
—	—	—	—	1	0,8601	—	—	2	1,83	8	1,74
—	—	—	—	3	0,8503	—	—	4	1,79	8	1,67
—	—	—	—	2	0,8141	—	—	25	1,71	8	1,65
—	—	—	—	—	—	—	—	12	1,67	25	1,61
—	—	—	—	—	—	—	—	12	1,62	5	1,54
—	—	—	—	—	—	—	—	25	1,57	3	1,470
—	—	—	—	—	—	—	—	8	1,52	5	1,431
—	—	—	—	—	—	—	—	16	1,482	3	1,380
—	—	—	—	—	—	—	—	6	1,451	3	1,345
—	—	—	—	—	—	—	—	4	1,418	8	1,315
—	—	—	—	—	—	—	—	8	1,388	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	4	1,347	—	—


 Результаты расшифровки ИК спектров поглощения порошков, полученных из минеральных вод «Сортуани» и «Вярска-3» (в см<sup>-1</sup>)

„Сортуани“	410,	423,	560,	660,	710,	725,	775,
	840,	870,	970,	1005,	1030,	1050,	1080,
	1120,	1165,	1210,	1365,	1410,	1460,	1620,
	1670,	2858,	2928,	2955,	3400(ш.)*		
„Вярска-3“	518,	570,	715,	820(п)	840(п)	870,	890,
	918,	938,	972,	1010,	1040,	1120,	1160,
	1280,	1305,	1540,	1372,	1430,	1478,	1510,
	1542,	1632,	2865,	2925,	3245,	3400(ш)*	

\*) Широкая полоса.

Рентгенограммы получили и расшифровали по методике, описанной в [1], а для получения ИК-спектров поглощения и пользовались обычной методикой растирания поликристаллических образцов с вазелиновым маслом или готовили таблетки с KBr прессованием.

ИК-спектры записывали на спектрофотометре UR-20. Результаты этих исследований даны в табл. 1 и 2. В табл. 3 даны результаты химического анализа порошков, приготовленных из минеральных вод «Сортуани» и «Вярска-3».

Из данных табл. 3 следует, что в порошках «Сортуани» и «Вярска-3» должны присутствовать следующие соединения: NaCl ~ 73%, NaHCO<sub>3</sub> ~ 39—40% (в образцах «Сортуани») и ~ 1% (в образцах «Вярска-3»), MgCl<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub> ~ 8—14%, 17—11% и Mg(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> ~ 14—8% и ~ 1%, соответственно для порошков «Сортуани» и «Вярска-3». Кроме того, в малых количествах должны присутствовать также сульфаты натрия, кальция, магния, кальция, хлорид и бикарбонат калия.

Данные табл. 1 показывают, что вещества, образующиеся при сушке минеральных вод, дают аналогичные рентгенограммы. Сравнение рентгенограмм этих соединений с рентгенограммами вышеперечисленных соединений показывает, что в образцах «Сортуани» и «Вярска-3» присутствуют фазы NaCl, MgCl<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub>, NaHCO<sub>3</sub>, Mg(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> и Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. Остальные соединения оказались нечувствительными для рентгенографического исследования из-за их малых количеств.

Исходные минеральные воды и полученные из них натуральные соли содержат незначительное количество сульфат-ионов, которые обнаруживаются в ИК-спектрах этих соединений (присутствуют полосы около 1120<sup>-1</sup>, которые можно отнести к сульфат-ионам [3].

Таблица 3

Сравнительный ионно-солевой состав природных минеральных вод „Сортаун“ и Варска-3 и вод, приготовленных из натуральных солей

Наименование элементарный компонент	„Сортаун“ природная			„Сортаун“, пригот. из натур. солей			„Варска-3“ природная			„Варска-3“, пригот. из натур. солей		
	г/л	мг-экв	мг-экв, %	г/л	мг-экв	мг-экв, %	г/л	мг-экв	мг-экв, %	г/л	мг-экв	мг-экв, %
Na <sup>+</sup>	3,0218	131,399	73,486	2,9655	130,255	73,738	4,1573	180,775	73,420	4,2087	183,010	73,435
K <sup>+</sup>	0,0376	0,961	0,537	0,0311	0,795	0,450	0,038	0,971	0,304	0,3519	0,900	0,361
Mg <sup>++</sup>	0,3150	25,904	14,487	0,3044	25,032	14,170	0,2490	20,476	8,3170	0,2525	20,764	8,332
Ca <sup>++</sup>	0,4066	20,289	11,347	0,4085	20,384	11,540	0,8812	43,972	17,861	0,8326	41,540	17,872
Fe <sup>+++</sup>	0,0143	0,255	0,143	0,0101	0,180	0,102						
Сумма	3,7953	178,809	100	3,7496	176,647	100	5,2913	246,194	100	5,7057	249,214	100
Cl <sup>-</sup>	3,8203	107,744	60,407	3,7194	104,898	59,474	8,4550	238,457	96,900	8,5526	241,210	96,722
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	0,0403	0,839	0,470	0,0284	0,591	0,335	0,1980	4,122	1,675	0,2583	4,234	1,694
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	4,2565	09,009	39,123	4,3242	70,888	40,191	0,2140	3,508	1,425	0,2403	3,940	1,580
Сумма	8,1171	178,362	100	8,0720	176,3	100	8,8670	246,087	100	9,0512	249,384	100
	Общая мин. 11,9124 г/л сухой остаток на 110°C 9,9261 г/л Ph 6,66			Общая мин. 11,8216 г/л сухой остаток на 110°C 9,8672 г/л Ph 6,9			Общая мин. 14,1589 г/л сухой остаток на 110°C 16,102 г/л Ph 7,1			Общая мин. 14,7599 г/л сухой остаток на 110°C 16,864 г/л Ph 7,5		

Результаты геохимического и аналитического исследований природных вод...

Как видно из анализа ИК-спектров, в результате высушивания состав анионов в натуральных солях «Сортуани» и «Вярска-3» по сравнению с исходными минеральными водами почти не изменяется.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Лешиа

(Поступило 2.11.1985)

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

ი. მემანიშვილი, შ. კულულაშვილი, ე. გაგოიძე, გ. ტინცაძე (საქ. სსრ  
მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

„სორტუანის“ და „ვიარსკა-3“-ის მინერალური წყლებიდან მიღებულ  
ნატურალური ფხვნილების რენტგენოგრაფიული და სპექტრული  
ბამოკვლევები

რეზიუმე

მალამინერალიზებული მინერალური წყლებიდან „სორტუანი“ და „ვი-  
არსკა-3“ გაფრქვევის მეთოდით, მისი პირველად-იონური მარილის შემადგენ-  
ლობის შენარჩუნებით მივიღეთ ნატურალური მარილები.

ამ ნაერთების რენტგენოგრაფების შედარება გვიჩვენებს, რომ „სორტუა-  
ნის“ და „ვიარსკა-3“-ის ნიმუშებში მონაწილეობენ ფაზები  $\text{NaCl}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  
 $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  და  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ . დანარჩენი ნაერთები აღმოჩნდნენ რენტგენო-  
გრაფულად არამგრძობიარენი მათი რაოდენობის სიმცირის გამო.

გამოშრობის შედეგად ანიონების შემადგენლობა ნატურალურ მარილებში  
„სორტუანი“ და „ვიარსკა-3“ თითქმის არ იცვლება.

#### GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

I. P. MEMANISHVILI, Sh. M. KULULASHVILI, E. V. GAGOIDZE,  
G. V. TSINTSADZE

### X-RAY AND IR SPECTRAL INVESTIGATION OF NATURAL POWDERS FROM "SORTUANI" AND "VYARSK-3" MINERAL WATERS

#### Summary

Natural salts have been obtained from the highly mineralized nonpotable  
mineral waters "Sortuani" and "Vyarsk-3" using spray drying, with the  
original ionic-and-salt composition preserved.

Comparison between X-ray photographs of the compounds obtained sug-  
gests the involvement of  $\text{NaCl}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  and  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$   
phases in the samples of the title mineral waters. The remaining  
compounds proved insensitive to the X-ray investigation due to their mi-  
nor proportions.

The drying process leaves the concentration of anions in the natural  
salts from "Sortuani" and "Vyarsk-3" mineral waters practically unaltered.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Б. Бокий, М. А. Порай-Кошиц. Рентгеноструктурный анализ, т. 1, М., 1964.
2. Л. И. Миркин. Справочник по рентгеноструктурному анализу поликристаллов. М., 1961.
3. К. Накомото. Инфракрасные спектры ионоганных и координационных соеди-  
нений. М., 1966.



ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

И. Дж. МЧЕДЛИШВИЛИ, Р. Н. АХОБАДЗЕ

ВЛИЯНИЕ ПРОДУКТОВ ФОТОХИМИЧЕСКОГО ОКИСЛЕНИЯ  
НА ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА АРОМАТИЧЕСКИХ  
УГЛЕВОДОРОДОВ НЕФТИ

(Представлено академиком Л. Д. Меликадзе 20.3.1986)

Исследование люминесцентных свойств высококипящих фракций нефти и содержащихся в них ароматических углеводородов показало, что при их фотохимическом окислении имеет место тушение люминесценции. Это объяснялось превращением способных люминесцировать линейно-конденсированных ароматических углеводородов в трансаннулярные перекиси, не люминесцирующие в видимой области спектра [1].

Таким образом, при облучении указанных систем проявляется определенная фотохимическая активность в отношении тушения люминесценции, видимо зависящая от их состава.

Однако со временем из литературных данных стало очевидно, что углеводороды с линейной конденсацией колец (не считая нафталина) содержатся в нефтях в весьма малых количествах сравнительно с углеводородами с угловым сочленением колец (фенантрен и др.) [2].

Это положение дает основание сомневаться в правильности высказанного ранее предположения о том, что тушение люминесценции под действием света обусловлено лишь превращением люминесцирующих соединений в нелюминесцирующие продукты окисления. По-видимому, в процессе воздействия света и кислорода на ароматические углеводороды нефти могут происходить реакции и процессы, которые также способны обуславливать тушение люминесценции ароматических фракций нефти.

В этом отношении вызывает логический интерес также возможность «тушащего» действия продуктов фотохимического окисления ароматических углеводородов.

Для выяснения влияния продуктов фотохимического окисления на люминесценцию ароматических углеводородов нефти был исследован продукт, выделенный из норийской нефти комплексом методов, которые включают перегонку нефти, селективное выделение ароматических углеводородов из широкой масляной фракции с помощью анилина, их разгонку на узкие фракции и последующее хроматографическое разделение [3, 4].

Объектом исследования служил продукт хроматографического деления с показателем преломления 1,5776 (элюат № 34), полученный из фракции высококипящих ароматических углеводородов с интервалом кипения 510—525°C.



Раствор исследуемого образца в гексане (1:3) с целью удаления из него смолистых веществ пропускали через колонку с окисью алюминия, промывали гексаном, затем механическим путем удаляли верхний слой окиси алюминия с адсорбированными на нем смолистыми веществами, а оставшуюся на  $Al_2O_3$  часть адсорбированного вещества экстрагировали бензолом. Бензольный экстракт объединяли с фильтратом, полученным при промывании колонки гексаном, и удаляли растворители сперва на водяной бане, а затем в вакуумном шкафу. Всю процедуру проводили без доступа солнечного света. Очищенный таким образом образец наносили тонким слоем на чашку Петри и подвергали облучению светом лампы ПРК-4 в течение 8 часов, после чего окисленный образец растворяли в гексане и снова пропускали через колонку с окисью алюминия для удаления из него вновь образовавшихся смолистых веществ. Процесс повторяли трехкратно.

Следует отметить, что после облучения образца светом лампы ПРК-4 имело место образование нерастворимой в гексане аморфной массы. Ее удаляли из раствора и через окись алюминия пропускали только оставшуюся часть.

На каждом этапе исследования для образца определяли интегральную интенсивность люминесценции ( $I$ ) и период полутушения (т. е. время, за которое начальная интенсивность люминесценции данного образца уменьшается вдвое).

Определение интенсивности свечения проводили на флуоресцентном гетерохромном фотометре по известной методике [5].

Период полутушения определяли при облучении образца светом лампы СВД-120А без фильтра и через фильтр с максимумом пропускания при  $\lambda = 365$  нм.

Результаты исследования приведены в таблице.

Влияние продуктов фотохимического окисления ароматических углеводородов на интенсивность их люминесценции и фотохимическую активность

Исследованные образцы	Начальная интенсивность люминесценции ( $I$ ), %	Период полутушения (сек) при облучении светом лампы СВД-120А	
		без фильтра (сумм. свет)	через фильтр ( $\lambda = 365$ нм)
Исходный образец	550	9	84
После I пропускания через $Al_2O_3$	450	4	90
После I окисления	220	90	900
После II пропускания через $Al_2O_3$	180	35	600
После II окисления	90	85	720
После III пропускания через $Al_2O_3$	95	67	1020
После III окисления	75	104	1200
После IV пропускания через $Al_2O_3$	75	300	1260

Из таблицы видно, что интенсивность люминесценции исследуемого продукта явно уменьшается каждый раз после фотохимического окисления образца. После удаления смолистых веществ и продуктов



окисления, образованных во время облучения, также наблюдается уменьшение интенсивности люминесценции образца.

Последнее, видимо, обуславливается тем положением, что часть фотохимически окисленных люминесцирующих компонентов при пропуске через окись алюминия отделяется от углеводородной части, из-за чего уменьшается их концентрация в последней и, следовательно, интенсивность ее люминесценции.

Как отмечено выше, изучали также фотохимическую активность исследуемого образца после каждого этапа фотохимического окисления и последующего отделения окисленных продуктов на окиси алюминия.

Фотохимическую активность оценивали периодом полутушения в секундах.

Из полученных данных видно, что после фотохимического окисления период полутушения растет, т. е. фотохимическая активность образца уменьшается, тогда как после удаления продуктов окисления период полутушения уменьшается, т. е. фотохимическая активность образца возрастает. То же самое положение наблюдается при определении периода полутушения при облучении образца фильтрованным светом.

Таким образом, приходим к выводу, что фотохимическое тушение люминесценции происходит не только за счет окисления люминесцирующих компонентов в смеси, но и в связи с «тушащим» действием продуктов окисления. Вместе с тем, наблюдается стабилизирующее действие продуктов окисления в отношении тушения люминесценции ароматических углеводородов нефти. Наличие продуктов фотохимического окисления явно уменьшает фотохимическую активность элюатов ароматических углеводородов нефти.

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

(Поступило 30.5.1986)

ორგანული ქიმია

ი. მადლიშვილი, რ. ახრამიძე

ფოტოქიმიური ჟანგვის პროდუქტების გავლენა ნავთობის  
არომატული ნახშირწყალბადების ლუმიანესცენციაზე

რეზიუმე

ნორიოს ნავთობიდან მეთოდების კომპლექსით გამოყოფილი მაღალმდუღარე არომატული ნახშირწყალბადების ლუმიანესცენციაზე და ფოტოქიმიური აქტივობაზე ფოტოქიმიური ჟანგვის პროდუქტების გავლენის შესწავლით ნაჩვენებია, რომ ლუმიანესცენციის ფოტოქიმიური ქრობა და ფოტოქიმიური აქტივობის ცვლილება გამოწვეულია არა მარტო ლუმიანესცირებადი კომპონენტების დაჟანგვით, არამედ ზემოთაღნიშნული ჟანგვის პროდუქტების გავლენითაც.

I. J. MCHEDLISHVILI, R. N. AKHOBADZE

## INFLUENCE OF PHOTOCHEMICAL OXIDATION PRODUCTS ON THE LUMINESCENCE CHARACTERISTICS OF PETROLEUM AROMATIC HYDROCARBONS

## Summary

A study of the influence of photochemical oxidation products on luminescence and photochemical activity of high-boiling aromatic hydrocarbons isolated from Norio crude oil showed that photochemical quenching of luminescence and the change of photochemical activity are due not only to the oxidation of luminescent components but to the influence of the mentioned products of oxidation.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. Д. Меликадзе. Нефтехимия, 25, № 3, 1985, 310.
2. Химия нефти и газа. Под ред. В. А. Проскурякова и А. Е. Дабкина. М., 1981, 148.
3. Л. Д. Меликадзе, Т. А. Элнава, Э. А. Ушараули. К познанию природы флуоресцирующих компонентов нефти. Тбилиси, 1958.
4. Ш. Ш. Барабадзе, Л. Д. Меликадзе, А. Г. Сирюк, Г. Ш. Челидзе. Сообщения АН ГССР, 67, № 3, 1972, 601.
5. И. Д. Баумберг, Л. Д. Меликадзе. ЖПС, 1, вып. 4, 1964, 299.



Т. Г. АНДРОНИКАШВИЛИ (член-корр. АН ГССР), Н. А. ОСИПОВА,  
Т. К. КВЕРНАДЗЕ, С. Л. УРОТАДЗЕ

## ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ ТВЕРДОГО НОСИТЕЛЯ НА НЕКОТОРЫЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ НЕПОДВИЖНОЙ ФАЗЫ

Газо-жидкостная хроматография за сравнительно небольшой промежуток времени стала одним из наиболее популярных методов анализа смесей летучих соединений, в особенности органических. Основная причина успеха — использование жидкости в качестве активного разделяющего агента (неподвижная фаза).

В начальных работах [1] считалось, что процесс разделения в основном определялся взаимодействием растворенного вещества с растворителем (неподвижной фазой), а возможность адсорбции на твердом носителе практически не принималась во внимание.

В более поздних работах [2] уже учитывалось влияние адсорбции на твердом носителе на величину объемов удерживания в газо-жидкостной хроматографии.

В нашей работе исследован ряд твердых носителей, в основном диатомитового происхождения. В качестве неподвижной жидкости использовался дионилфталат, относительная полярность по Роршнейдеру 26 [3]. Неподвижная жидкость наносилась на твердые носители в количестве 5, 10 и 15%.

Условия эксперимента: хроматограф марки ЛХМ-8 МД; длина колонки 1,5 м, внутренний диаметр 0,4 мм; газ-носитель — гелий, скорость газа-носителя 50 мл/мин; температура нагрева хроматографической колонки 140°C; детектор типа ДИП, зернение твердого носителя 0,315—0,25 мм. Абсорбанты-тесты — бензол и гексан.

На вышеуказанной неподвижной фазе определены доля адсорбции и доля растворения бензола и гексана [4].

Как видно из табл. 1, с уменьшением удельной поверхности твердого носителя адсорбционный эффект ослабевает почти вдвое. С увеличением содержания неподвижной жидкости на твердом носителе вклад адсорбции уменьшается, но в разной степени, в зависимости как от природы хроматографического вещества, так и от твердого носителя. Наиболее слабо адсорбционный эффект проявляется на целите-545, хромосорбе W и твердом носителе, изготовленном на основе вулканического шлака [5].

Впервые введенное Роршнейдером [6] понятие об относительной полярности неподвижной фазы прочно вошло в практику газовой хроматографии. Вычисленные для ряда неподвижных жидкостей значения внесены в различные справочные материалы [3, 7]. Однако они приводятся без учета твердого носителя, на который их наносили. Роршнейдер проводил свой эксперимент с твердым носителем — стерхамолом, для которого характерна сравнительно высокая удельная поверхность (по ВЭТ) 9,7 М<sup>2</sup>/г [8].

В работе мы условно приравнивали к стерхамолу отечественный твердый носитель динохром П, которые как по величине удельной поверхности, так и по природе происхождения практически идентичны [9]. Поэтому относительная полярность дионилфталата, нанесенного на динохром П, приравнена 26.

Таблица 1

Доля адсорбции и доля растворения бензола и гексана на дивинилфталате и твердых носителях

Твердые носители	Бензол						Гексан					
	5%		10%		15%		5%		10%		15%	
	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P
Дивинилфталат II	90,16	14,02	72,77	20,05	67,08	22,12	86,76	14,65	78,32	23,87	70,77	20,00
Дивинилфталат H	85,38	14,02	70,87	29,13	58,18	41,87	85,17	14,83	76,31	23,69	69,01	30,99
Порозором I	65,80	34,18	63,09	36,91	45,82	54,19	80,65	19,35	66,99	33,01	59,99	45,01
Цветозором IK	67,86	32,14	62,08	37,92	46,85	53,15	80,65	19,35	64,77	35,13	57,99	42,01
Хромозором N	65,62	34,38	41,83	58,17	22,85	77,15	51,98	49,02	39,79	60,21	27,47	72,54
Сферозором I	60,52	39,42	36,88	63,17	20,85	79,15	48,83	53,80	34,79	65,21	25,46	74,54
Твердый носитель на основе вулканического шлама	53,81	46,19	36,83	63,17	17,73	82,27	48,82	50,18	38,81	61,19	21,68	79,92
Целит-545	54,72	45,28	34,13	65,87	19,99	80,01	47,73	52,27	37,84	62,16	18,45	81,55
Хромосорб W	43,80	56,20	30,89	69,11	24,82	75,18	44,01	55,99	30,01	69,99	27,94	72,06

Вычислены логарифмы относительных удерживаемых объемов бензола и гексана на динонилфталате, нанесенном на твердые носители, приведенные в табл. 1.

Сделано допущение, что  $\lg V$  отн. выше приведенных абсорбатов на динонилфталате, нанесенном на динохром II, соответствует исходной полярности — 26. Степень пропитки неподвижной жидкостью во всех случаях составляла 10%. Исходя из полярности динонилфталата на динохроме II рассчитаны полярности этой неподвижной жидкости, нанесенной на другие твердые носители (табл. 2).

Таблица 2

Приближенный расчет полярности динонилфталата в зависимости от природы твердого носителя

Твердые носители	$\frac{C_6H_6}{C_6H_{14}}$	Относительная полярность динонилфталата
Хромсорб W	3,41	8,2
Целит-545	2,51	10,2
Твердый носитель на основе вулканического шлака	2,51	10,2
Сферохром I	2,34	10,3
Хроматон N	1,63	16,5
Цветохром ИК	1,42	18,3
Порохром I	1,31	20,1
Динохром H	1,2	22,2
Динохром II	1,02	26,0

Из табличных данных следует, что чем больше удельная поверхность твердого носителя, тем меньше полярность неподвижной жидкости. Также явствует, что полярность неподвижных фаз в некоторой степени должна определяться и степенью пропитки твердого носителя, т. е. с увеличением степени пропитки влияние природы твердого носителя проявляется слабее.

Приведенные в работе сведения носят приближенный характер, но, несомненно, свидетельствуют о большом вкладе природы твердого носителя в физико-химические характеристики неподвижной жидкости, в частности величины относительной полярности.

Академия наук Грузинской ССР

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

(Поступило 27.6.1986)

ფიზიკური ქიმია

თ. ანდრონიკაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ნ. ოსიპოვა,  
თ. კვიციანი, ს. ურბაძე

მყარი სარჩულის გავლენა თხევადი ფაზის ზომებით ფიზიკურ-ქიმიურ მაჩვენებელზე

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ მყარი სარჩულის ბუნება მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს აბსორბატის განაწილების ხასიათზე უძრავ თხევადი სითხის და მყარ სარჩულს შორის.

უძრავი ფაზის—დინონილფტალატის და დიატომიტური წარმოშობის მყარი სარჩულების მაგალითზე ნაჩვენებია, რომ აღნიშნული თხევადი სითხის შეფარდებით პოლარობას მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს მყარი სარჩულის ბუნება.

T. G. ANDRONIKASHVILI, N. A. OSIPOVA, T. K. KVERNADZE, S. L. UROTADZE

## INFLUENCE OF SOLID CARRIER NATURE ON SOME PHYSICO-CHEMICAL INDICES OF STATIONARY PHASE

### Summary

It is shown that the nature of solid carrier has a considerable effect on the character of adsorbate distribution between the stationary phase and the solid carrier. On the example of a stationary liquid—dinonenephtalate, and solid carriers of the diatomite origin, it is assumed that to a certain extent the relative polarity of this liquid must be determined by the nature of the solid carrier.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. Д. Ногаре, Р. С. Джувет. Газо-жидкостная хроматография. Л., 1966, 471.
2. В. Г. Березкин. Успехи хроматографии. М., 1972, 215—225.
3. Д. А. Вяхирев, А. Ф. Шущунова. Руководство по газовой хроматографии. М., 1975, 302.
4. М. С. Вигдергауз. Расчеты в газовой хроматографии. М., 1978, 247.
5. T. G. Andronikashvili, L. Ya. Laperashvili, T. K. Kvernadze. J. Chromatogr. 191, 1980, 323-325.
6. L. Rohrshneider Z. Anal. Chem. Bd. 170, № 1; 1959, 256-262.
7. Н. Коцев. Справочник по газовой хроматографии. М., 1976.
8. А. А. Лурье. Сорбенты и хроматографические носители. М., 1972, 319.
9. В. Г. Березкин, В. П. Пахомов, К. И. Сакодынский. Твердые носители в газовой хроматографии. М., 1975, 200.

П. Н. ДЖАПАРИДЗЕ, Н. В. ГАМКРЕЛИДЗЕ

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИОННЫХ РАДИУСОВ МЕТАЛЛОВ В МЕТАЛЛИЧЕСКОМ СОСТОЯНИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. В. Цицадзе 5.2.1987)

Измерение атомных и ионных радиусов стало возможным после открытия в 1912 г. Лауэ явления дифракции рентгеновских лучей. Эффект дифракции можно было использовать для определения межплоскостных расстояний кристаллических решеток. Межъядерные расстояния стали при этом основой расчета атомных радиусов в ковалентных соединениях, например  $F_2$ ,  $Cl_2$ ,  $J_2$ ,  $Bг_2$  и т. д.

Вслед за первыми успехами в расчетах ионных радиусов, которые проводились на основании данных значений межплоскостных расстояний и предположения обратно пропорциональной зависимости ионного радиуса и слетеровского заряда для внешних электронов [1], стали выявляться недостатки и противоречия. Оказалось, например, что, если оценить радиус катиона  $Na^+$  или  $Mg^{2+}$  из межатомных расстояний в ряде соединений, беря за основу радиусы катионов, размер иона  $Na^+$  будет колебаться от  $0,98 \text{ \AA}$  в  $NaF$  до  $1,12 \text{ \AA}$  в  $Na_2Te$ , а размер иона  $Mg^{2+}$  — от  $0,68 \text{ \AA}$  в  $MgF_2$  до  $0,86 \text{ \AA}$  в  $MgS$ . Для катионов  $Ag^+$  и  $Hg^{2+}$  только в их галогидных соединениях радиус колеблется в пределах  $0,72$ — $1,13 \text{ \AA}$  и  $0,44$ — $1,10 \text{ \AA}$  соответственно, т. е. с отклонениями в 55 и 135% [2]. Впоследствии были изучены методы совершенствования расчетов значений ионных радиусов [3].

Ионные радиусы металлов изучались в основном для их соединений с анионами.

Вопрос об ионных радиусах металлов в металлическом состоянии был рассмотрен в соответствии с методом распределения электронной плотности между соседними атомами в металлах [4—6]. Исследования были выполнены только для  $Mg$ ,  $Al$ ,  $Cu$ , и  $Ni$ . Соответствующий рисунок для алюминия приведен ниже (рис. 1).

В настоящей статье представлены результаты оригинальных исследований по определению ионных радиусов металлов, данных в металлическом состоянии. Они основаны на функциональной взаимосвязи между размерами ионных радиусов металлов и коэффициентами их поверхностной энергии. Исходным положением служит то, что разрыв кристалла происходит не в геометрической плоскости, а в некотором микрослое; поэтому при возрастании его поверхности или разделении на части (диспергировании) объем его сокращается [7—9]:

$$\frac{dV_x}{dS_x} = -v_{yg}, \quad (1)$$

где  $S_x$  — образовавшаяся поверхность;  $v_{yg}$  — дефект объема, его уменьшение при образовании единицы поверхности.

Интегрируя (1), в случае образования плоской поверхности ( $v_{yg} = \text{const}$ ) получаем

$$V_x = -v_{yg} \cdot S_x + C.$$

Для граничных условий, когда начальный объем равен  $V_0$  и начальная поверхность равна  $S_0$ ,

$$(S_x - S_0) \cdot v_{yg} = V_0 - V_x$$

при

$$S_x \gg S_0; \quad S_x = (V_0 - V_x) / v_{yg}. \quad (2)$$

Для вычисления из (2) величины  $v_{yg}$  можно воспользоваться методом Вигнера—Зейтца [10]. Применив в отношении атомов в

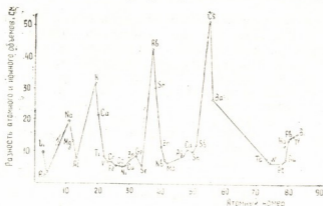


Рис. 1

кристалле положение об S-сферах и имея в виду, что место поверхности в поверхностном слое проходит касательно над ионами [9], для  $v_{yg}$  получим

$$v_{yg} = (V_0^{1/3} / 4N^{1/3}) [2 + V_1/V_0 - 3(V_1/V_0)^{1/3}]. \quad (3)$$

При этом предполагается, что количество атомов в единице поверхности  $n = (N/V)^{2/3}$ . Более точно  $n$  определяется по С. Н. Задумкину [11].

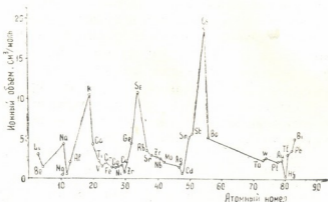


Рис. 2

Действительное место поверхности проходит при этом ниже эквивалентной, что приводит к неаддитивности объемов частиц при их суммировании.

Подставляя значение  $v_{yg}$  в (2) при  $V_x = V_1$ , получаем

$$S_x = \frac{4N^{1/3} \cdot V_0^{2/3} (1 - V_1/V_0)}{2 + V_1/V_0 - 3(V_1/V_0)^{1/3}}, \quad (4)$$

где  $V_1$  соответствует мольному ионному объему:

$$V_1 = 4/3\pi r_i^3 \cdot N, \quad (5)$$

$r_i$  — ионный радиус;  $N$  — число Авогадро.

Коэффициент поверхностной энергии, или поверхностное натяжение, может быть выражен отношением

$$\gamma = L/S_x, \quad (6)$$

где  $L$  — разность энтальпии при испарении;  $S_x$  — поверхность полного фазового разложения, определяемая по (4).

При подстановке значения мольной поверхности из (4) в (6) получим значение коэффициента поверхностной энергии ( $\gamma$ ) для нулевой температуры:

$$\gamma = 0,295 \cdot 10^{-8} L [2 + V_1/V_0 - 3(V_1/V_0)^{1/3}] \cdot (1 - V_1/V_0)^{-1} \cdot V_0^{-2/3}, \quad (7)$$

где  $V_1$  — мольный ионный объем.

Температурная зависимость коэффициента поверхностной энергии ( $\gamma$ ) дана в работе [12].

На основании формулы (7) можно рассчитать значение  $V_1$ , а затем определить ионный радиус  $r_i$  из равенства (5).

Ниже (рис. 2) по форме Менделеевской периодической системы приведены в Å расчетные значения ионных радиусов металлов в металлическом состоянии по данным соответствующих значений поверхностного натяжения.

Следует иметь в виду, что экспериментальные показатели поверхностного натяжения для ряда металлов достоверны.

Данные для расчета ионных радиусов по приведенным формулам отражены в работе [9].

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт неорганической химии  
 и электрохимии

(Поступило 6.2.1987)

ფიზიკური ქიმია

პ. ჯაფარიძე, ნ. ბაჟრაღიძე

ლითონთა იონური რადიუსების გამოთვლა ლითონურ  
 მდგომარეობაში

რეზიუმე

მოცემულია ლითონურ მდგომარეობაში ლითონთა იონური რადიუსების გამოთვლის მეთოდი ზედაპირული ენერჯის შესაბამისი მაჩვენებლების მიხედვით. იონური რადიუსების მნიშვნელობები, აგრეთვე იონურ და ატომურ რადიუსთა სხვაობები მოცემულია პერიოდული ფუნქციების სახით.

P. N. JAPARIDZE, N. V. GAMKRELIDZE

## DETERMINATION OF THE IONIC RADIUS OF METALS IN THE METALLIC STATE

## Summary

The paper presents a method for calculating the ionic radii of metals in the metallic state, proceeding from the values of the surface energy coefficient of metals. The values of ionic radii for the metallic state and the difference between the ionic and atomic volumes are represented as periodic functions.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. С. Поваренных. Зап. Всесоюз. о-ва, ч. 84, № 4, 1955.
2. С. С. Бацанов. Электроотрицательность элементов и химическая связь. Новосибирск, 1962.
3. L. Pauling, I. Schermann. Ztschr. Krist., 1932, 82, 1.
4. R. Brill, C. Jarmann, C. Peters. Annalen der Physik, 1942, 41, 37.
5. Н. В. Агеев, Л. Н. Гусева. Изв. АН СССР, ОХН, 4, 1945.
6. Н. В. Агеев, Д. Л. Агеева. Изв. АН СССР, ОХН, 3, 1948.
7. П. Н. Джапаридзе. Характеристика образования поверхности конденсированных веществ, Тбилиси, 1976.
8. П. Н. Джапаридзе. Science of Sintering, vol. 11, № 1, 1979.
9. П. Н. Джапаридзе. Сообщения АН ГССР, 116, № 3, 1984.
10. E. P. Wigner, F. Seitz. Phys. Rev., 43, 804, 1933; 46, 509, 1934
11. С. Н. Задумкин. ДАН СССР, 92, № 1, 1963.
12. P. N. Dzharparidze. Science of Sintering, 9, № 2, 157, 1977.



М. К. АБУЛАДЗЕ, М. А. НАМОРАДЗЕ, З. Г. ДЗОЦЕНИДZE,  
 М. Д. МУСЕРИДZE

## ИЗУЧЕНИЕ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ ОКСИДА (II) УГЛЕРОДА НА ПОВЕРХНОСТЯХ СУЛЬФАТОВ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. М. Хананашвили 17.6.1987)

Настоящая работа посвящена изучению гетерогенной рекомбинации атомов кислорода на поверхности сульфатов некоторых щелочных металлов методом нижнего предела воспламенения.

Как известно, на первом пределе механизм воспламенения стехиометрической смеси окиси углерода с кислородом, промотированным малыми добавками водорода, описывается совокупностью следующих элементарных стадий [1]:



Значение константы скорости гетерогенной рекомбинации атомов кислорода ( $K_{5\text{гет}}$ ) определяется из уравнения, полученного на основе схемы и условия воспламенения на первом пределе

$$P_{\text{O}_2} = \frac{K_4}{2K_2} \left\{ 1 + \frac{(K_{5\text{гет}})(K_{5\text{дифф}})}{K_3 P_{\text{H}_2} [(K_{5\text{гет}}) + (K_{5\text{дифф}})]} \right\}, \quad (1)$$

где  $K_2$ ,  $K_3$ ,  $K_4$  — константы скорости реакций (2), (3) и (4);  $P_{\text{O}_2}$  и  $P_{\text{H}_2}$  — парциальные давления кислорода и водорода на первом пределе;  $(K_{5\text{дифф}})$  — константа скорости диффузии атомов кислорода.

Коэффициенты гетерогенной рекомбинации атомов кислорода  $\gamma$  определяются соотношением [2]

$$\gamma = \frac{K_{\text{гет}} \cdot d}{V}, \quad (2)$$

где  $V$  — скорость теплового движения атомов;  $d$  — диаметр сосуда, см.

Опыты проводились на статической вакуумной установке, методикой, описанной в работе [3].

На рис. 1 показаны температурные зависимости первого предела воспламенения стехиометрической смеси окиси углерода с кислородом, промотированным малыми добавками (1—3%) водорода, для поверхностей сульфатов натрия и калия. Аналогичные кривые были получены и для поверхности сульфата рубидия.

Согласно уравнению (1), в изученном интервале температур были получены прямые линии в координатах  $P_{\text{O}_2}$  от  $1/P_{\text{H}_2}$  и рассчитаны значения скорости гетерогенной рекомбинации атомов кислорода.

Как показал расчет, гетерогенная рекомбинация атомов кислорода на поверхности сульфата натрия идет в кинетической области, а на поверхностях  $K_2SO_4$  и  $Rb_2SO_4$  — в переходной области.

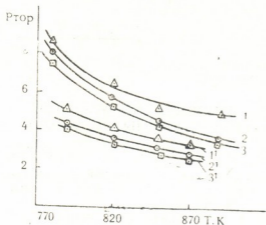


Рис. 1. Температурная зависимость первого предела воспламенения стехиометрической смеси окиси углерода и кислорода, промотированного малыми добавками водорода, для поверхностей  $K_2SO_4$  и  $Na_2SO_4$ : 1 и 1' —  $2CO + O_2 + 1\% H_2$ , 2 и 2' —  $2CO + O_2 + 2\% H_2$ , 3 и 3' —  $2CO + O_2 + 3,17\% H_2$

Для исследуемых поверхностей из уравнения (2) были определены значения коэффициентов гетерогенной рекомбинации атомов кислорода

$Na_2SO_4$			$K_2SO_4$			$Rb_2SO_4$		
$T^\circ K$	$(K_p)_{\text{гет}} C^{-1}$	$\gamma \cdot 10^4$	$T^\circ K$	$(K_p)_{\text{гет}} C^{-1}$	$\gamma \cdot 10^4$	$T^\circ K$	$(K_p)_{\text{гет}} C^{-1}$	$\gamma \cdot 10^4$
793	14,4	10,0	783	18,5	13,3	823	22,1	15,0
823	15,4	10,1	823	22,2	15,5	853	22,3	15,3
853	18,0	12,4	853	28,6	19,2	873	28,8	19,3
873	22,8	15,5	893	35,7	24,5	893	30,0	20,0
893	23,0	17,6						

да. Эти величины, а также значения констант скорости атомов кислорода приведены в таблице. Полученные данные показывают, что скорость гетерогенной рекомбинации атомов кислорода при данной тем-

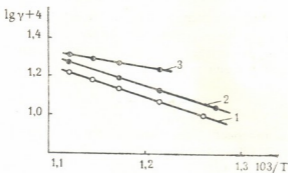


Рис. 2. Температурная зависимость коэффициентов гетерогенной рекомбинации атомов кислорода в аррениусовских координатах для поверхностей: 1 —  $K_2SO_4$ , 2 —  $Na_2SO_4$ , 3 —  $Rb_2SO_4$

пературе незначительно увеличивается с ростом радиуса катиона исследуемых солей.

В изученном интервале температур значения коэффициентов гетерогенной рекомбинации увеличиваются по закону Аррениуса. На рис. 2 представлена температурная зависимость коэффициентов гетерогенной рекомбинации атомов кислорода для поверхностей  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$  и  $\text{Rb}_2\text{SO}_4$ . Рассчитанные на основе этой зависимости значения энергии активации и предэкспоненциальных множителей имеют следующие значения:

Поверхность	$\gamma^\circ$	E ккал
$\text{Na}_2\text{SO}_4$	0,012	6,90
$\text{K}_2\text{SO}_4$	0,025	4,57
$\text{Rb}_2\text{SO}_4$	0,014	3,02

Эти данные показывают, что для изученного интервала температур активность поверхности по отношению к рекомбинации атомов кислорода возрастает в ряду:  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Rb}_2\text{SO}_4$ .

Экстраполяция полученных величин при более высоких температурах дает наиболее высокие значения коэффициентов рекомбинации атомов кислорода для поверхности сульфата натрия по сравнению с другими поверхностями.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 26.6.1987)

ფიზიკურა ქიმია

ა. აბულაძე, მ. ნამორაძე, ზ. ძოჭენიძე, მ. მუსერიძე

ნახშირბადის (II) ოქსიდის აალების შესავალა ტუბტ ლითონების  
სულფატების ზედაპირზე

რეზიუმე

დადგენილია წყალბადის მცირე დანამატებით ინდუცირებული ნახშირ-  
ჟანგის აალების ქვედა ზღვარი. განსაზღვრულია ჟანგბადის ატომების პეტერო-  
გენული რეკომბინაციის სიჩქარის მუდმივები და კოეფიციენტები.

დადგენილია პეტეროგენული რეკომბინაციის კოეფიციენტების ტემპერა-  
ტურული დამოკიდებულება: გამოთვლილია აქტივაციის ენერგიები და ექსპო-  
ნენტისწინა მამრავლები.

PHYSICAL CHEMISTRY

M. K. ABULADZE, M. A. NAMORADZE, Z. G. DZOTSENIDZE, M. D. MUSERIDZE

A STUDY OF CARBON MONOXIDE INFLAMMATION ON THE SURFACE  
OF ALKALINE ELEMENT SULPHATES

Summary

The values of the first limit of inflammation have been obtained for mixtures of carbon monoxide with oxygen promoted by small added portions of hydrogen. The rate constants and heterogeneous recombination coefficients for oxygen atoms have been estimated.

The temperature dependence of heterogeneous recombination coefficients has been determined: the values of activation energy and preexponential factors have been derived.



## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Н. Семенов. Развитие теории цепных реакций и теплового воспламенения. М., 1969.
2. Н. Н. Семенов. О некоторых проблемах химической кинетики и реакционной способности. М., 1958.
3. В. В. Азатян, В. В. Воеводский. Кинетика и катализ, 2, 3, 1961, 340.
4. Д. А. Франк-Каменецкий. Диффузия и теплопередача в химической кинетике. М., 1967.



Д. Ж. Ф. ГВЕЛЕСИАНИ, Л. Л. РУБЕШ, Э. Я. ЧИЧИНАДЗЕ

## ВЛИЯНИЕ ТРЕХВАЛЕНТНОГО ХРОМА НА ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ЭЛЕКТРОЛИТА ХРОМИРОВАНИЯ И ВЫХОД ХРОМА ПО ТОКУ

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 5.3.1986)

Из многочисленных литературных данных известно, что электроосаждение хрома из стандартного хромовокислого электролита сопровождается образованием и накоплением в электролите трехвалентного хрома [1—3]. Скорость образования трехвалентного хрома зависит от концентрации серной кислоты в электролите [2], а уровень накопления его, при стационарном режиме электролиза, определяется соотношением площадей поверхности катода и анода [2]. Установлено, что при накоплении в электролите более 6 г/л трехвалентного хрома заметно повышается напряжение на ванне вследствие уменьшения электропроводности электролита, одновременно падает и выход хрома по току, однако работы, специально посвященные изучению влияния концентрации трехвалентного хрома на электропроводность хромовокислого электролита, отсутствуют [4].

Анализ литературных данных указывает на наличие взаимосвязи между влиянием на процесс электроосаждения хрома концентрации сульфат-ионов и трехвалентного хрома, однако характер этой связи не выявлен четко [5, 6].

Целью данной работы является установление зависимости электропроводности хромовокислого электролита от концентрации трехвалентного хрома и взаимосвязанного влияния сульфат-ионов и трехвалентного хрома на процесс электролиза.

Растворы готовились из хромового ангидрида квалификации «ЧДА» (ГОСТ 3776-68), серной кислоты квалификации «ЧДА» (ГОСТ 4204-66) и монодистиллята. Для исследования влияния концентрации Cr (III) на электропроводность раствора хромовой кислоты использовались два метода внесения трехвалентного хрома в раствор: в виде гидроксида хрома, приготовленного по принятой ранее методике [7], и в виде Cr (III), образовавшегося в растворе хромовой кислоты в результате восстановления части шестивалентного хрома рассчитанным количеством формалина. Из полученных таким образом растворов были приготовлены две серии растворов с одинаковым содержанием CrO<sub>3</sub> и SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> и различной концентрацией Cr (III). Для изучения зависимости электропроводности от pH раствора была составлена третья серия растворов, свободных от Cr (III) и отличающихся значениями pH.

Измерение электропроводности проводилось на кондуктометре УОК-1М с классом точности 0,15% при температуре 25±0,01°C, с применением гладких платиновых электродов.

Значения pH определялись на pH-метре марки pH-121.

Для установления влияния концентрации трехвалентного хрома в электролите на катодный выход хрома по току использовались шесть последовательно включенных ванн, в которых между двумя анодами из свинца располагались медные катоды. При этом в первых двух ваннах оба анода были обтянуты перхлорвиниловым чехлом; в двух

следующих — только по одному аноду были в чехлах, а в двух последних — оба анода были без чехлов. Это давало возможность в стационарном режиме работы ванны и одинаковом составе исходного электролита получить различный уровень накопления трехвалентного хрома. Для каждой концентрации  $\text{SO}_4^{2-}$  проводилось по 6—8 параллельных опытов, продолжительностью 5 часов. Плотность тока  $30 \text{ А/дм}^2$ , температура  $25^\circ\text{C}$ .

Зависимость электропроводности хромовокислого электролита от концентрации трехвалентного хрома показана на рис. 1. Электропроводность исходного электролита составляет  $0,512 \pm 0,004 \text{ ом}^{-1}\cdot\text{см}^{-1}$ ,

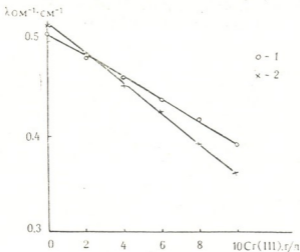


Рис. 1. Влияние концентрации Cr (III) на электропроводность хромовокислого электролита: 1 — Cr(III) внесен в виде Cr (OH)<sub>3</sub>; 2 — электролит содержит Cr(III), образованный восстановлением Cr(VI) формалином

что совпадает с литературными данными [8]. С ростом концентрации Cr (III) электропроводность падает линейно. Метод введения Cr (III) в раствор практически не оказывает влияния на результаты измерений.

Результаты, представленные на рис. 2, показывают, что при увеличении pH от 0 до 1 электропроводность раствора резко уменьшается. Затем, до бихроматной области (pH ~ 3,5), скорость уменьшения электропроводности падает до нуля. С приближением к области монохромата электропроводность вновь начинает возрастать.

Резкий линейный спад электропроводности в области значений pH 0,0—0,1 дает основание предполагать, что уменьшение электропроводности при росте концентрации Cr (III) в электролите также связано с увеличением pH раствора. Расчет показывает, что введение 10 г/л Cr (III) в раствор хромовой кислоты, приводящее к замене эквивалентного количества  $\text{H}^+$ -ионов, соответствует изменению pH на 0,05 единиц и прямая на рис. 1 совмещается с начальным спадом электропроводности на рис. 2, где замена  $\text{H}^+$ -ионов осуществлялась ионами натрия. В этой области pH влияние различных катионов на электропроводность хромовой кислоты, по-видимому, не будет отличаться вследствие незначительного различия в их подвижностях по сравнению с аномальной подвижностью иона гидроксония. На это указывают и результаты работы [9], где изменение pH раствора хромовой кислоты осуществлялось с помощью  $\text{NH}_4\text{OH}$ .

На рис. 3 приведены результаты опытов по изучению влияния концентрации  $\text{Cr}(\text{III})$  на выход хрома по току при различной концентрации  $\text{SO}_4^{2-}$  в электролите. Как видно, каждой концентрации

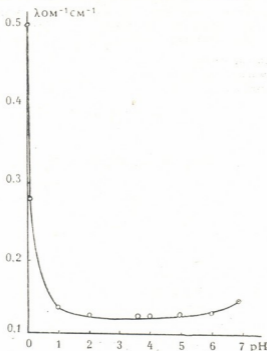


Рис. 2. Влияние pH на электропроводность хромовокислого электролита

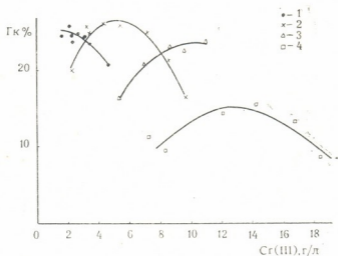


Рис. 3. Влияние концентрации  $\text{Cr}(\text{III})$  на выход хрома по току при различном содержании  $\text{SO}_4^{2-}$  в хромовокислом электролите: 1—2,5; 2—5,0; 3—7,0; 4—10,0 г/л  $\text{SO}_4^{2-}$

$\text{SO}_4^{2-}$  соответствует оптимальная концентрация  $\text{Cr}(\text{III})$ , при которой достигается максимальный выход хрома по току. С повышением концентрации  $\text{SO}_4^{2-}$  значения оптимумов концентрации  $\text{Cr}(\text{III})$  повышаются, а соответствующие значения выходов хрома по току — снижа-

ются. Аналогичная зависимость наблюдалась в работе [5] при электроосаждении хрома из электролита с повышенной концентрацией серной кислоты.

Из экспериментальных фактов необходимо отметить увеличение склонности хромовокислых электролитов к дендритообразованию при повышении в них концентрации  $\text{SO}_4^{2-}$  и Cr (III), а также усиливающийся темно-серый оттенок поверхности осадков хрома.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт неорганической химии  
 и электрохимии

(Поступило 29.5.1986)

ელექტროქიმია

ჯ. გველესიანი, ლ. რუბეში, ე. ჩიჩინაძე

სამკვლევითიანი ქრომის გავლენა ქრომირების ელექტროლიტის  
 ელექტროგამტარებლობაზე და ქრომის დენით გამოსავალზე

რეზიუმე

ჩაჩვენებია, რომ ქრომირების პროცესში სამვალენტოანი ქრომის დაგროვების შედეგად ელექტროლიტის ელექტროგამტარებლობა მცირდება. ეს გამოწვეულია ხსნარის pH-ის შესაბამისი გაზრდით. გამომკვლევებულა სულფატი-იონებისა და Cr (III)-ის გავლენის ურთიერთკავშირი ელექტროლიტის პროცესზე;  $\text{SO}_4^{2-}$ -ის ყოველ კონცენტრაციას ელექტროლიტში შეესაბამება Cr (III)-ის ოპტიმალური კონცენტრაცია, რომლის დროსაც მიღებულია ქრომის მაქსიმალური დენით გამოსავალი.

ELECTROCHEMISTRY

J. F. GVELESIANI, L. L. RUBESH, E. Ya. CHICHINADZE

## THE EFFECT OF TRIVALENT CHROMIUM ON ELECTRIC CONDUCTION OF CHROMIUM PLATING ELECTROLYTE AND CHROMIUM CURRENT EFFICIENCY

Summary

It is shown that Cr(III) accumulation in the process of chromium plating results in decreased electric conduction of the electrolyte which is conditioned by a corresponding rise in its pH. Interrelation of sulphate ions and Cr(III) effects upon the process of electrolysis has been revealed. Any  $\text{SO}_4^{2-}$ -concentration in the electrolyte corresponds to its optimal Cr(III) concentration, which results in the maximum current efficiency of chromium.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Д. Бирюков, С. П. Макарьева. Korrosion und Metallschutz 16, 1940, 300.
2. Ю. Ю. Матулис, М. А. Мицкус. Теория и практика электролитического хромирования, М., 1957, 31.
3. М. А. Мицкус. Вопросы теории хромирования, Вильнюс, 1959, 53.
4. I. Fajkus. Povrch úpr. 21, № 1, 1981, 9-10.
5. М. А. Шлугер, А. А. Михайлова. Межвузовское научное совещание по электрохимии. Нозочеркасск, 1965, 114.
6. M. Frey, C. A. Knorr, Z. Elektrochem. 60, № 9—10, 1956, 1093—1097.
7. Л. Л. Рубеш. Труды Института прикладной химии и электрохимии АН ГССР, 3, 1962, 111.
8. Т. Д. Авербух, П. Г. Павлов. Технология соединений хрома. Л., 1973.
9. Т. В. Ионатамишвили. Сб. «Гидрометаллургия хрома», Тбилиси, 1959, 51.





А. М. ГАВАШЕЛИ, П. И. АВАЛИШВИЛИ, Д. В. ЧЕИШВИЛИ,  
И. Г. КВАТРАДЗЕ, М. М. ДЖАМБУРИЯ

## О ПРОЯВЛЕНИИ СУРГУЧНОЙ ЯШМЫ В ГОРНОЙ АБХАЗИИ

(Представлено академиком Г. А. Твалчрелидзе 2.1.1986)

Среди спилитов, входящих в состав порфиритовой свиты байоса, в Горной Абхазии нами обнаружено проявление сургучной яшмы. В данном регионе яшмы сургучного цвета отмечались в нижней части порфиритовой свиты среди спилитов (Ш. А. Адамия, устное сообщение). Некоторые сведения об аналогичных образованиях приведены А. М. Гавашели [1].

Пластообразная залежь сургучной яшмы мощностью 7—10 м и длиной обнаженной части 200 м установлена в ущелье р. Шоу, в 2 км от впадения ее в р. Чхалта. Приурочена она к спилитовым пирокластитам и глинистым сланцам. Стратиграфическая последовательность разреза следующая (сверху вниз):

1. Брекчия спилитовая мелкообломочная . . . . . 20 м.
2. Туфы спилитовые тонко- и мелкообломанные . . . . . 5 м.
3. Яшма кремнистая, сургучная . . . . . 1,5 м.
4. Яшма глинистая, сургучная . . . . . 7—9 м.
5. Глинистые сланцы . . . . . 0,8 м.
6. Чередование глинистых сланцев, спилитовых туфов, пара- и ортотуффигов . . . . . 20 м.
7. Глинистые сланцы с редкими прослоями песчаников 100 м.

Обнажения 1—6 относятся к байосскому ярусу, а 7 — к ааленскому. Выходы яшмы установлены также в бассейнах правых притоков р. Чхалта. Они залегают в покровах порфиритов, брекчиях и подушечных лавах. Размеры выходов до первых метров. Форма яшмы преимущественно пластообразная. Вмещающие породы на контакте с яшмами не изменены. Глинистые яшмы образуют постепенные переходы с вмещающими породами, а кремнистые — резкие.

Мелкие проявления сургучных яшм установлены также в бассейнах рр. Бзыбь, Кодори, Риони, Ингури, Цхенисцкали, Терек, Хевсурская Арагви, Снос Арагви, Асса, Стори и др. среди спилитов ранней и средней юры.

Яшмы в ущелье р. Чхалта отмечаются только в низах северной части выходов порфиритовой свиты байоса, тогда как в южной полосе этой свиты развиты силициты и кремнисто-карбонатные породы.

Макроскопически яшмы представляют собой плотные, твердые, хрупкие, красно-бурые и кирпично-красные породы.

В их состав входят гелеподобные окислы железа, крипто-, микро- и тонкозернистый сахаровидный кварц, лишенный аксессуарных минералов рутила, циркона и апатита — характерных компонентов тер-

№ п/п	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	в.п.в.	Сумма
1	49,02	1,07	16,59	7,84	3,16	0,17	4,41	10,03	3,50	0,30	0,22	0,30	1,25	0,55	1,43	99,84
2	50,55	0,74	18,29	7,29	3,52	0,14	2,79	4,42	1,30	5,5	0,10	сл.	0,35	0,05	4,60	99,74
3	71,75	0,33	15,30	0,50	0,50	сл.	0,31	1,51	2,80	4,00	0,29	сл.	1,60	0,20	0,42	99,62
4	74,85	сл.	15,30	0,24	1,43	0,07	0,31	2,40	1,50	1,00	0,23	сл.	1,60	0,21	0,62	99,95
5	70,95	0,21	7,13	1,22	5,04	0,07	1,83	4,31	0,50	0,07	0,09	сл.	1,45	0,53	5,12	99,66
6	80,00	0,33	4,70	2,19	4,18	0,05	3,40	2,00	0,30	сл.	0,37	не обн.	не отр.	0,10	1,67	99,92
7	70,20	сл.	13,60	1,51	1,65	0,04	3,98	0,35	3,83	2,60	—	—	—	—	не отр.	97,82
8	83,34	0,12	1,33	6,23	0,15	0,45	0,04	1,41	—	—	—	—	—	—	—	87,07
9	76,38	сл.	10,72	2,15	1,28	0,39	1,87	0,26	5,94	0,39	не отр.	—	—	—	не отр.	99,38
10	73,39	0,33	14,43	2,96	не обн.	0,05	0,76	1,45	2,53	3,46	—	—	—	—	0,86	100,22
11	49,24	0,46	24,53	4,85	1,99	0,05	3,90	0,16	0,78	5,40	0,29	0,22	—	1,02	6,78	99,78

Прочерк (—) означает отсутствие информации; 1—10—кварц: глинистые (1, 2, р. Шоу) и кристаллические, сургульские (3, 4, там же); 5—сургульская, бассейн р. Баяль; 6—сера, р. Стора; 8—сургульская, Урал; 7—зеленая, Казахская ССР; 9—синяя, Казахская ССР; 10—средняя [4]; 11—пелитовая фракция нижнеюрских терригенных осадков или южного склона Главного Кавказского хребта [5].

ригенного кварца юрских отложений и доюрских гранитоидов Большого Кавказа. Реже встречаются хлорит, серицит, карбонат кальция и класталиты кислого плагиоклаза, содержащего 0—12% анартитовой молекулы и вулканического стекла, перешедшего в хлорит. Яшмы обычно пропитаны гидроокислами железа, образующими непрозрачную массу.

По минеральному и химическому составу среди описываемых яшм выделяются две группы: кремнистые яшмы, сложенные существенно из тонкозернистой массы нетерригенного кварца, интерстиции которого замещены гидрослюдисто-хлоритовой массой, пропитанной гидроокислами железа, и глинистые яшмы [2], состоящие из гидрослюдисто-хлоритовой массы, в которой встречаются кальцит, серицит, хлорит, кварц, класталиты плагиоклаза и вулканического стекла.

По набору и содержанию малых элементов (Ni—0,0015—0,002%, Co—0,0015—0,003%, Cu—0,005—0,02%, Pb—0,001—0,0025%, Ag—0,0001—0,00004%, Zn—0,01—0,1%, Sn—0,0002—0,0004%, Mo—0,0003—0,0001%, Ga—0,0015—0,0025% и V—0,001—0,0015%) кремнистые и глинистые яшмы обнаруживают сходство с вмещающими спилитами. Лишь во второй разновидности повышено содержание цинка (до 0,1%) и меди (до 0,02%).

Петрохимическая характеристика кремнистых яшм (см. таблицу) сходна с таковой кремнистых пород [3]. Глинистые яшмы существенно не отличаются от вмещающих глинистых сланцев, но близки к пелитовой фракции ниже- и среднеюрских сланцево-песчанистых отложений Южного склона Большого Кавказа и подрудных, рудных и надрудных глинистых сланцев стратиформных месторождений цветных металлов Кавказа (таблица). Отсюда следует, что при формировании глинистой яшмы могут возникать скопления меди, свинца, цинка и других металлов. В связи с этим глинистые яшмы могут явиться полевым критерием.

Описываемые породы часто используются как ювелирно-поделочно-декоративный материал, поэтому обнаруженные яшмы могут иметь и практическое значение.

Приведенный материал уточняет и расширяет данные И. В. Хворовой, отмечающей, что «большие накопления кремнистых образований тяготеют к тем формациям, в которых вулканические породы представлены спилитами». Можно думать, что источником кремнекислоты служат спилиты и другие сходные с ними вулканические породы.

Управление геологии ГССР

(Поступило 10.1.1986)

გეოლოგია

ა. ზავაშვილი, ბ. ავალიშვილი, დ. ზვირიძე, ი. ჯავახიანი, ვ. ჯაფარიანი

მალაქმთიანი აფხაზეთის იასპისის გამოვლინების შესახებ

რეზიუმე

მოცემულია პეტროლოგიური აღწერა. იასპისისა, რომელიც მალაქმთიან აფხაზეთში პირველად იქნა გამოვლინებული. გამოთქმულია აზრი მის პრაქტიკულ, საიუველირო-დეკორატიულ მასალად გამოყენებაზე.

A. M. GAVASHELI, P. I. AVALISHVILI, D. V. CHEISHVILI,  
 I. G. KAVTARADZE, M. M. JAMBURIA

## THE DISCOVERY OF JASPER IN THE HIGHLANDS OF ABKHAZIA

### Summary

The paper presents a petrological description of jasper first discovered in the highlands of Abkhazia. A view is expressed on the application of jasper for jewellery and decorative purposes.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. М. Гавашели. Изв. вузов, Геология и разведка, № 9, 1981.
2. И. В. Хворова. Труды геол. ин-та АН СССР, т. I, вып. 195, 1958.
3. Методические указания по поискам и перспективной оценке месторождений цветных камней, вып. 23, Яшмы и роговики. М., 1978.
4. А. М. Гавашели. Сообщения АН ГССР, 104, № 2, 1981.
5. А. М. Гавашели. Сообщения АН ГССР, 94, № 1, 1979.



Г. И. САНАДЗЕ

## К НЕОГЕНОВОЙ ИСТОРИИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ТЕРРИТОРИИ ЮЖНОЙ КАХЕТИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. П. Гамкрелидзе 24.4.1986)

Результаты геолого-геофизических исследований и бурения ряда глубоких скважин показывают, что в течение олигоцена-миоцена и в начале плиоцена (понт) на рассматриваемой территории Южной Кахетии и смежных частей Куринской впадины имело место непрерывное осадконакопление [1—13]. При этом олигоцен, нижний миоцен и средний миоцен представлены в основном сравнительно глубоководной фацией терригенных осадков, тогда как в раннем сармате началось прогрессирующее в течение всего позднего миоцена и понтического века обмеление моря. Это подтверждается отчетливо наблюдаемым в Южной Кахетии и Западном Азербайджане закономерным распределением литофаций и мощностей верхнемиоценовых отложений. Так, например, разрез среднего сармата в восточной части Прииорского поднятия начинается пачкой (до 50 м) песчаников основания криптомактровых слоев (500 м). Выше этих слоев следуют фациально изменчивые глинисто-песчанистые отложения (600 м), представленные двумя синхронными свитами: сравнительно более глубоководной чобандагской (на юго-востоке) и мелководной (на северо-западе), охарактеризованной богатой для среднего сармата морской моллюсковой фауной южнорусского типа. Во второй половине среднего сармата началась регрессия моря, которая постепенно усиливалась в позднем сармате. При этом море отступало в юго-восточном направлении. Если на крайнем западе Куринской впадины — в Картлийской депрессии в позднем сармате накопилась континентальная нацхорская свита, то в восточных районах Прииорской и Мирзаанской зон Южной Кахетии морской режим сохранился вплоть до конца сармата (эльдарская свита). Позже, в течение меотиса и понта, Куринский залив Каспийского моря, отступив на восток, резко сузился в пределах Кахетии и превратился здесь в пресноводный водоем, где отложилась мощная (до 3000 м) ширакская свита. Последняя в северных районах Мирзаанской зоны заканчивается Цителицкаройской олистоостромовой подсвитой (до 1000 м), в которой у г. Цителицкаро установлено присутствие в виде включений крупных глыб и отторженцев вулканогенных пород байоса и верхнеюрских рифогенных известняков. Наличие глыбы рифогенных известняков в цителицкаройской подсвите, по геолого-геофизическим данным, прогнозируется и под Дидиширакской пологой синклиналию, заполненной отложениями верхнего плиоцена и постплиоцена. Вместе с тем, нет сомнений, что эти включения являются продуктами разрушения мезозойских пород, ныне погребенных под более молодыми осадками, но в конце миоцена и в начале плиоцена обнажавшихся непосредственно севернее Мирзаанской зоны (в пределах Алазанской долины). В течение меотиса и понта была приподнята и усиленно размывалась и Прииорская зона, которая ограничивалась с юга пресноводный бассейн, о чем свидетельствует отсутствие ширакской свиты в этой и более южной Гардабани-Евлахской зонах Куринской впадины.



Начавшаяся в среднем сармате регрессия длилась вплоть до понтического века. В конце этого века и в течение киммерийского и балаханского веков проявилась мощная восточнокавказская (роданская) фаза складчатости [3, 4, 7]. Она обусловила зарождение современной тектонической зональности отмеченной территории, в частности возникновение Прииорского поднятия в качестве крупной антиклинорной структуры Куринской впадины [11]. К ней же относится формирование тектонических покровов меловых и палеогеновых флишевых отложений Местийско-Трианетской зоны складчатости системы Южного склона Большого Кавказа [6], а также, вероятно, накопление цителицкаройской олистостромовой подсвиты ширакской свиты. Поскольку внутри разреза отложений майкопской серии (олигоцен-нижний миоцен [8]), среднего миоцена, сармата и ширакской свиты в Южной Кахетии и в смежных частях Куринской впадины отсутствуют заметные признаки перерывов и несогласий, то мы вправе доакчагыльские (роданские) Прииорскую и Мирзаанскую зоны и их локальные складки, многие из которых имели тогда наклон крыльев до 20—30° и более, отнести к типу постседиментационных структур. Вместе с тем, роданская орофаза в той или иной степени усложнила строение и доолигоценовых складок Куринской впадины. В начале акчагыла Куринская впадина испытала региональное погружение, что вызвало обширную трансгрессию Куринского залива акчагыльского Каспийского моря, которое, наступая с востока, покрыло Прииорское поднятие и смежные с ним зоны и распространилось вплоть до Дидиширакской степи на севере и до с. Сартчала и Самгорского плато Притбилисского района на западе. В нисходящее движение вовлеклись также территория современной Алазанской депрессии и восточной части Цив-Гомборского хребта. Это явление обусловило значительное расширение (до 100 км) Куринской впадины в пределах Кахетии и смежной к югу части Западного Азербайджана, между горными сооружениями Большого и Малого Кавказа.

В течение акчагыльского и апшеронского веков в южной части Мирзаанской зоны и в более южных районах накопились морские песчано-глинистые и конгломератовые отложения (до 1500 м), причем акчагыл в этих районах с угловым несогласием до 45° залегает на различных более древних слоях от ширакской свиты до палеогена (Самгори) и верхнего мела на южном борту Куринской впадины в Казахском районе. Севернее осевой линии Мирзаанской депрессионной зоны морские верхнеплиоценовые отложения фациально замещаются мощной (до 2500 м) континентальной алазанской серией конгломератов, которая также резко несогласно залегает на различных горизонтах мезозоя и кайнозоя вплоть до юрских образований вдоль южного подножья Главного хребта Большого Кавказа у гг. Кварели и Лагодехи. Под этой серией в пределах современных Алазанско-Агричайской депрессии и Цив-Гомборского хребта погребены шаркированные мел-палеогеновые флишевые отложения [6]. Нет сомнений в том, что эта депрессия, а также отмеченный хребет, по крайней мере восточная его часть, которой соответствует цителицкаройское поднятие, в акчагыле не существовали.

В конце апшеронского века интенсивно проявилась предбакни-ская (валахская) орофаза. Именно ей вместе с последующими плейстоценовыми фазами складчатости принадлежит главная роль в формировании современной морфоструктуры Южной Кахетии и смежных районов Куринской впадины. В результате проявления этих фаз доакчагыльские складки подверглись дополнительному сжатию, в связи с чем в них доакчагыльские отложения дислоцированы сильнее верхнеплиоценовых. Однако постплиоценовые слои подверглись лишь слабой дислокации и в большинстве районов в синклиналих вовсе не участвуют в складчатости. Во время валахской и более молодых фаз

складчатости возникли и новые складки, и разрывные нарушения, придающие чешуйчатое строение Прииорскому поднятию и смежным Мирзаанской и Гардабани-Евлахской зонам (депрессиям). Для них характерно наличие асимметричных, наклоненных на юго-запад, сравнительно узких и разорванных вдоль сводовых частей антиклиналей, разобщенных друг от друга пологими и широкими синклиналями. Морфогенетическая характеристика складок [1, 2, 4, 7, 9, 11—13] позволяет согласиться с мнением [4], что различная степень складчатости олигоцен-понтических, верхнеплиоценовых и постплиоценовых подразделений вместе с перерывами и угловыми несогласиями между ними обусловил формирование трехэтажного строения если не всех, то по крайней мере большинства интруклиналиных складок олигоцен-постплиоценовой (моцассовой) толщи рассматриваемой территории. Несмотря на это, эти складки имели в основном унаследованный характер развития, что следует учесть при выборе направления поисково-разведочных работ на нефть и газ на этой территории.

Наконец, односторонняя (юго-западная) вергентность всей или почти всей системы складок и разрывов отмеченной территории свидетельствует о движении приповерхностных масс в южном направлении в течение позднеальпийских фаз складчатости и о пододвигании жесткого Закавказского срединного массива под складчатую систему Южного склона Большого Кавказа [6].

Трест «Грузнефтегософизика»

(Поступило 24.4.1986)

გეოლოგია

ბ. სანადო

სამხრეთ კახეთის ნავთობგაზიანი ტერიტორიის გეოლოგიური  
განვითარების ნოვანური ისტორიისათვის

რეზიუმე

სამხრეთ კახეთში ნეოგენური დროის განმავლობაში მიმდინარეობდა მძლავრი (7000 მ) ზღვიური, მტკნარი აუზის და კონტინენტური მოლასური ნალექების დაგროვება, რომელთაც აღზავილურისწინა (როდანული), ბაქოურისწინა (ვალახური) და პლეისტოცენური ოროფაზირების გამოვლენების შედეგად ინტენსიური დეფორმაცია განიცადეს.

GEOLOGY

G. I. SANADZE

ON THE NEOGENIC HISTORY OF GEOLOGICAL DEVELOPMENT  
OF OIL-AND-GAS-BEARING TERRITORY IN SOUTHERN KAKHETI

Summary

In the course of the Neogene time in southern Kakheti there accumulated thick (about 7000 m) sea, freshwater and continental deposits which underwent intensive deformation caused by the occurrence of pre-Akchagyl (Rodan), pre-Baku (Valakh) and Pleistocene orophases.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Г. Агабеков, А. В. Мамедов. Геология и нефтегазоносность Азербайджана и Восточной Грузии. Баку, 1960.
2. Д. А. Булейшвили. Геология и нефтегазоносность межгорной впадины Восточной Грузии. Л., 1960.
3. Н. Б. Бассоевич. Труды Азерб. нефт. геол.-разв. треста, вып. 10. Баку, 1934.
4. Е. К. Вахания. Труды ВНИГНИ, вып. 207. Тбилиси, 1976.
5. И. П. Гамкрелидзе. Труды ГИН, нов. сер., вып. 86. Тбилиси, 1984.
6. П. Д. Гамкрелидзе, И. П. Гамкрелидзе. Тектонические покровы Южного склона Большого Кавказа. Тбилиси, 1977.
7. Н. А. Кудрявцев. Труды НГРИ, сер. Б, вып. 32. Л., 1932.
8. А. Г. Лалиев. Майкопская серия Грузии. М., 1964.
9. А. В. Мамедов. Геологическое строение Средне-Куринской впадины. Баку, 1973.
10. Д. Ю. Папава. Труды ВНИГНИ, вып. 188. Тбилиси, 1975.
11. Г. И. Санадзе. Автореферат канд. дисс. Баку, 1974.
12. О. А. Сепашвили. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1978.
13. В. Е. Хаиц, А. И. Шарданов. Геологическая история и строение Куринской впадины. Баку, 1952.





Д. В. ПАТАРИДЗЕ

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПСЕВДОМОРФИЗМА В СИСТЕМЕ FeS<sub>2</sub>—FeS

(Представлено академиком Г. А. Твалчрелидзе 22.5.1986)

Псевдоморфное замещение пирита пирротином в природных системах, например на скарновых, гидротермальных и чаще всего колчеданных месторождениях, является вполне обычным явлением, но химическая сущность этого процесса еще не полностью изучена. Действительно, явления псевдоморфизма такого рода могут реализовываться либо в виде простого механизма термической диссоциации серного колчедана [1], либо как обычная обменная реакция во флюидной среде [2]. Однако скрупулезное изучение таких псевдоморфоз выявило значительные вариации химического состава реагирующих фаз [3], что не находит объяснения в рамках ни первой, ни второй модели.

Для детального исследования указанного замещения нами были экспериментально воспроизведены условия термического метаморфизма пирита. Во избежание окисления исходного материала и образования дополнительных минеральных фаз, все опыты проводились в вакууме. Исследование химического состава полученных экспериментальных фаз — пирита и пирротина — показывает периодическое изменение содержания серы в них.

Для объяснения наблюдаемого явления нами было принято, что процесс термической диссоциации пирита, очевидно, протекает по двум независимым направлениям: первое — обычное — непосредственная сублимация серы пирита и ее отгонка из твердой фазы с образованием пирротина; второе — возникновение активированного серусодержащего комплекса (С) на фазовой границе раздела остаточный пирит-пирротин с его последующим распадом в сторону либо одной, либо другой минеральной фазы [3]. Причем процесс по обоим направлениям протекает независимо. Объяснить это явление лишь первым механизмом не представляется возможным, так как изменение содержания серы продуктов в этом случае происходит экспоненциально. Математическое же исследование второго механизма проливает свет на это явление.

Так как активированный комплекс образуется лишь за счет пиритной серы и не зависит от присутствия пирротина, то скорость увеличения содержания S в комплексе пропорциональна ее количеству:

$$\frac{dS_C}{dt} = k_1 S_C, \quad (1)$$

где  $S_C$  — содержание серы в комплексе,  $k_1$  — скоростной коэффициент реакции образования комплекса.

В то же время, если бы в отсутствие комплекса нагревался лишь пирротин, то скорость уменьшения содержания серы в нем также была бы пропорциональна ее количеству:

$$\frac{dSPo}{dt} = -k_2 SPo, \quad (2)$$

где  $SPo$  — содержание серы в пирротине,  $k_2$  — скоростной коэффициент реакции образования пирротина.

Однако, поскольку оба продукта присутствуют совместно и пирротин потребляет лишь серу комплекса (речь идет лишь о пирротине, участвующем в реализации второго механизма), можно предположить пропорциональность между  $k_1$  и  $SPo$  (с коэффициентом  $I_1$ ) и  $k_2$  и  $S_C$  (с коэффициентом  $I_2$ ). Тогда уравнения (1) и (2) можно представить в виде

$$\frac{dS_C}{dt} = S_C (k_1 - I_1 SPo), \quad (3)$$

$$\frac{dSPo}{dt} = SPo(k_2 - I_2 S_C). \quad (4)$$

Решив после некоторых преобразований систему последних уравнений, получим

$$I_1 \frac{dSPo}{dt} + I_2 \frac{dS_C}{dt} = k_1 \frac{d \ln SPo}{dt} + k_2 \frac{d \ln S_C}{dt}. \quad (5.1)$$

Интеграл этого уравнения

$$I_1 SPo + I_2 S_C - k_1 \ln SPo - k_2 \ln S_C = A,$$

где  $A = \text{const}$ .

Переписав это уравнение в виде

$$S_C^{-k_2} \exp(I_2 S_C) = A \cdot S_{Po}^{k_1} \exp(-I_1 SPo), \quad (5.2)$$

придем к уравнению, аналогичному описанному В. Вольтерра [4] для биологических систем. В соответствии с этим уравнением изменения содержания серы как в активированном комплексе, так и в пирротине происходит по периодическому закону.

Так как первая стадия реакции пирит-комплекс обратима, то пропорциональные изменения содержания серы должны наблюдаться и в остаточном пирите, что подтверждается экспериментально [3].

Таким образом, можно заключить, что периодическое изменение содержания серы в продуктах термического разложения пирита в вакууме контролируется волнообразным изменением содержания серы в активированном комплексе. Непосредственно этот комплекс зафиксировать не представлялось возможным, так как в соответствии с процедурой эксперимента продукты подверглись закалке жидким азотом, что, естественно, приводило к их исчезновению (снятию возбужденного энергетического состояния).

Кавказский институт минерального сырья  
им. А. А. Твалчрелидзе

დ. პატარიძე

ფსევდომორფიზმის მათემატიკური მოდელი  $\text{FeS}_2$ — $\text{FeS}$  სისტემაში

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ  $\text{FeS}_2$ — $\text{FeS}$  სისტემაში ფსევდომორფიზმი ხორციელდება ორი დამოუკიდებელი მიმართულებით: 1) პირიქული გოგირდის სუბლიმაცია პიროტინის წარმოქმნით და 2) მინერალური ფაზების საზღვარზე აქტივიზებული კომპლექსის დაარსება, რომელიც იშლება ხან ერთ, ხან მეორე მინერალად. წარმოდგენილი მათემატიკური მოდელის საფუძველზე დადასტურებულია ექსპერიმენტული მონაცემები მყარ ფაზებში გოგირდის შემცველობის პერიოდული ცვლილების შესახებ.

MINERALOGY

D. V. PATARIDZE

MATHEMATICAL MODEL OF PSEUDOMORPHISM IN  $\text{FeS}_2$ — $\text{FeS}$  SYSTEM

Summary

An experimental model of pseudomorphism suggests that thermal dissociation in  $\text{FeS}_2$ — $\text{FeS}$  system proceeds in two alternative directions: 1) direct sublimation of pyritic sulphur with pyrrhotite formation, and 2) origination of an active complex at the mineral phase boundary, which is subsequently decayed either into pyrite or into pyrrhotite. A new mathematical model of this process supports experimental data on periodical changes of the sulphur content in mineral solid phases.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. T. Harada, T. Idzumikawa. J. Min. Metallurg. Inst. Jap., 1975, v. 91, No 1048, p. 391—396.
2. А. Г. Твалчрелидзе, В. З. Ярошевич. Генезис стратиформных колчеданных месторождений. М., 1981.
3. А. Г. Твалчрелидзе, Д. В. Патаридзе, В. П. Домуховский. ДАН СССР, 284, № 5, 1985, 1228—1230.
4. А. А. Андронов, А. А. Витт, С. Э. Хайкин. Теория колебаний. М., 1959.



СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

М. Г. МУХАДЗЕ

РЕШЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ ПЛАСТИН МЕТОДОМ  
 КОЛОСОВА—МУСХЕЛИШВИЛИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 20.5.1985)

Дифференциальным уравнением динамической задачи изгиба пластин в области комплексного переменного является следующее уравнение [1, 2]:

$$16D \frac{\partial^4 w}{\partial z^2 \partial \bar{z}^2} + \rho \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = F(z, \bar{z}, t). \quad (1)$$

Отсутствие возмущающей силы  $F(z, \bar{z}, t)$  приводит к уравнению свободных колебаний [3]

$$16D \frac{\partial^4 w}{\partial z^2 \partial \bar{z}^2} + \rho \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = 0. \quad (2)$$

Наличие переменной  $t$  делает невозможным непосредственное приложение метода Колосова—Мусхелишвили, как и других методов. Поэтому и здесь прибегаем к методам разделения переменных. Пользуясь интегральным преобразованием Фурье

$$M(\omega, z, \bar{z}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} w(t, z, \bar{z}) e^{i\omega t} dt,$$

уравнение (2) преобразуем так:

$$M(\omega, z, \bar{z}) - \frac{\rho \omega^2}{16D} \int_z \int_{\bar{z}} (z - \tau)(\bar{z} - \bar{\tau}) M(\omega, \tau, \bar{\tau}) d\tau d\bar{\tau} = M_1(\omega, z, \bar{z}), \quad (3)$$

где  $\omega$  — спектральная частота спектральной метагармонической [4] функции  $M(\omega, z, \bar{z})$ ;  $M_1(\omega, z, \bar{z})$  — спектральная бигармоническая функция по переменным  $z, \bar{z}$ .

Положим, что спектральная частота является частотой собственных колебаний, тогда общее уравнение для определения собственных частот пластинок получим из (3) путем его решения.

Согласно [5], общее решение будет

$$M(\omega, z, \bar{z}) = -a_1 \left( z\bar{z} + \frac{\rho \omega^2 (z\bar{z})^3}{16D (3!)^2} + \frac{\rho^2 \omega^4 (z\bar{z})^5}{16^2 D^2 (5!)^2} + \dots \right) - \\
 - b_0 \left( 1 + \frac{\rho (\omega z \bar{z})^2}{16D (2!)^2} + \frac{\rho^2 (\omega z \bar{z})^4}{16^2 D^2 (4!)^2} + \dots \right). \quad (4)$$



При опертом или закрепленном крае получается

$$M = a [u_2(\omega, R) u_1(\omega, r) - u_1(\omega, R) u_2(\omega, r)].$$

Отсюда для защемленной пластинки должно быть

$$u_2(\omega, R) u_1'(\omega, R) - u_1(\omega, R) u_2'(\omega, R) = 0,$$

что в развернутом виде представляется так:

$$\begin{aligned} & -1 + \frac{\rho \omega^2 R^4}{16D} \left( \frac{1}{1!2!} - \frac{1}{2!3!} - \frac{1}{(2!)^2} \right) + \frac{\rho^2 \omega^4 R^8}{(16D)^2} \left( \frac{1}{3!4!} + \right. \\ & + \frac{1}{1!2!(3!)^2} - \frac{1}{4!5!} - \frac{1}{(2!)^3 3!} - \frac{1}{(4!)^2} \left. \right) + \frac{\rho^3 \omega^6 R^{12}}{(16D)^3} \left( \frac{1}{5!6!} + \right. \\ & + \frac{1}{(3!)^3 4!} + \frac{1}{1!2!(5!)^2} - \frac{1}{6!7!} - \frac{1}{(2!)^2 4!5!} - \\ & \left. - \frac{1}{(4!)^2 2!3!} - \frac{1}{(6!)^2} \right) + \dots = 0 \quad \text{или} \quad = M'/a_1 b_0 z. \end{aligned} \quad (5)$$

Для опертой пластинки можно положить на краю

$$16 \frac{\partial^2 M}{\partial z \partial \bar{z}} = a \Delta^2 [u_2(\omega, R) u_1(\omega, R) - u_1(\omega, R) u_2(\omega, R)] = 0,$$

что в развернутом виде даст уравнение, отличное от (5):

$$\begin{aligned} & -1 + \frac{\rho \omega^2 R^4}{16D} \left( \frac{1}{(1!)^2} - \frac{1}{(2!)^2} - \frac{1}{(2!)^2} \right) + \frac{\rho^2 \omega^4 R^8}{(16D)^2} \left( \frac{1}{(3!)^2} + \frac{1}{(1!)^2 (3!)^2} - \right. \\ & - \frac{1}{(4!)^2} - \frac{1}{(2!)^2 (2!)^2} - \frac{1}{(4!)^2} + \frac{\rho^3 \omega^6 R^{12}}{(16D)^3} \left( \frac{1}{(5!)^2} + \frac{1}{(3!)^2 (3!)^2} + \frac{1}{(1!)^2 (5!)^2} - \right. \\ & \left. - \frac{1}{(6!)^2} - \frac{1}{(2!)^2 (4!)^2} - \frac{1}{(2!)^2 (4!)^2} - \frac{1}{(6!)^2} \right) + \dots = 0 \quad \text{или} \quad = \frac{\partial^2 M}{\partial z \partial \bar{z}} / a_1 b_0. \end{aligned}$$

Для воли и ограниченных частот формула для комплексного выражения вращающегося вектора имеет вид [6]

$$\begin{aligned} & \int_{-A}^A \omega^n e^{i\omega t} d\omega = \left\{ \frac{\omega^{n+1}}{n+1} e^{i\omega t} \left[ 1 - \frac{i^2 \omega^2}{(n+2)(n+3)} + \right. \right. \\ & + \frac{i^4 \omega^4}{(n+2)(n+3)(n+4)(n+5)} - \dots \left. \right] - i \frac{\omega^{n+2} e^{i\omega t}}{(n+1)(n+2)} \left[ 1 - \right. \\ & \left. - \frac{i^2 \omega^2}{(n+3)(n+4)} + \frac{i^4 \omega^4}{(n+3)(n+4)(n+5)(n+6)} - \dots \right] \left. \right\} \Big|_{-A}^A \end{aligned}$$

Пользуясь этой формулой, общее решение (4) окончательно преобразуем в выражение

$$\begin{aligned} \omega = a_1 e^{i\omega z} & \left\{ \omega z \bar{z} \left[ 1 - \frac{i^2 \omega^2}{3 \cdot 4} + \frac{i^4 \omega^4}{3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6} - \dots - i \frac{\omega}{2} \left( 1 - \frac{i^2 \omega^2}{4 \cdot 5} + \right. \right. \right. \\ & \left. \left. + \frac{i^4 \omega^4}{4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 7} - \dots \right) \right] + \frac{\rho (\omega z \bar{z})^3}{16D (3!)^2 3} \left[ 1 - \frac{i^2 \omega^2}{5 \cdot 6} + \frac{i^4 \omega^4}{5 \cdot 6 \cdot 7 \cdot 8} - \right. \right. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & - \dots - i \frac{\omega}{4} \left( 1 - \frac{l^2 \omega^2}{6 \cdot 7} + \frac{l^4 \omega^4}{6 \cdot 7 \cdot 8 \cdot 9} - \dots \right) \Big] + \frac{\rho^2 (\omega z \bar{z})^5}{(16D)^2 (5!)^2 5} \left[ 1 - \right. \\
 & - \frac{l^2 \omega^2}{7 \cdot 8} + \frac{l^4 \omega^4}{7 \cdot 8 \cdot 9 \cdot 10} - \dots - i \frac{\omega}{6} \left( 1 - \frac{l^2 \omega^2}{8 \cdot 9} + \frac{l^4 \omega^4}{8 \cdot 9 \cdot 10 \cdot 11} - \dots \right) \Big] + \\
 & + \dots \Big\} + b_0 e^{i\omega t} \left\{ \omega \left[ 1 - \frac{l^2 \omega^2}{2 \cdot 3} + \frac{l^4 \omega^4}{2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5} - \dots - i \frac{\omega}{2} \left( 1 - \frac{l^2 \omega^2}{3 \cdot 4} + \right. \right. \right. \\
 & \left. \left. + \frac{l^4 \omega^4}{3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6} - \dots \right) \right] + \frac{\rho (z \bar{z})^2 \omega^3}{16D (2!)^2 3} \left[ 1 - \frac{l^2 \omega^2}{4 \cdot 5} + \frac{l^4 \omega^4}{4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 7} - \right. \\
 & - \dots - i \frac{\omega}{4} \left( 1 - \frac{l^2 \omega^2}{5 \cdot 6} + \frac{l^4 \omega^4}{5 \cdot 6 \cdot 7 \cdot 8} - \dots \right) \Big] + \frac{\rho^2 (z \bar{z})^4 \omega^5}{16^2 D^2 (4!)^2 5} \left[ 1 - \right. \\
 & \left. - \frac{l^2 \omega^2}{6 \cdot 7} + \frac{l^4 \omega^4}{6 \cdot 7 \cdot 8 \cdot 9} - \dots - i \frac{\omega}{6} \left( 1 - \frac{l^2 \omega^2}{7 \cdot 8} + \frac{l^4 \omega^4}{7 \cdot 8 \cdot 9 \cdot 10} - \dots \right) \right] + \dots \Big\}.
 \end{aligned}$$

Рассмотрим численный пример на определение частот:

при  $R = 1 \text{ м}$ ,  $\rho = 78,5 \frac{\text{КН}}{\text{М}^2}$ ,  $h = 0,005 \text{ м}$ ,  $\nu = 0,27$   $E = 200 \text{ ГПа}$  частотное уравнение (5) принимает вид

$$\dots + 49,550493 \omega^6 - 9007,6763 \omega^4 + 346557,8 \omega^2 - 10^6 = 0.$$

Устойчивость собственных чисел очевидна из процесса сходимости итерации. Решая это уравнение сперва как квадратное, затем как биквадратное, шестой степени и т. д., получаем

$$\begin{aligned}
 \omega_1 &= 1,698681, & \omega_2 &= 5,859303, \\
 \omega_1 &= 1,772615, & \omega_2 &= 7,07205, \\
 \omega_1 &= 1,77107, & \omega_3 &= 11,34183 \text{ и т. д.}
 \end{aligned}$$

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 23.5.1985)

საშენიანო მშენებლობა

მ. მუხამბი

ფირფიტების დინამიკური ამოცანის ამოხსნა კოლოსოვ —  
მუსხელიშვილის მეთოდით

რეზიუმე

ამოხსნილია ფირფიტების რხევის ამოცანა კოლოსოვ—მუსხელიშვილის მეთოდით. განზოგადებული სასაზღვრო ამოცანის მეთოდით აგებულია სპექტრალური მეტაპარამონიული ფუნქცია, სიხშირეთა განზოგადებული განტოლება, მბრუნავი ვექტორის გამოსახულება კომპლექსურ სახეში. განხილულია კერძო რიცხვითი მავალითი.



M. G. MUKHADZE

 SOLUTION OF A DYNAMICAL PROBLEM OF PLATES BY KOLOSOV  
 — MUSKHELISHVILI METHOD

## Summary

A problem of round plate vibration is solved by Kolosov-Muskhelishvili method and on the basis of the generalized boundary problem method. The spectral metaharmonical function, generalized frequency equation, rotating vector expression in complex shape are given and a particular example is considered.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. И. Мухелишвили. Сингулярные интегральные уравнения. М., 1968.
2. Справочник по динамике сооружений. Под ред. Б. Г. Коренева и И. М. Рабиновича, М., 1972.
3. П. М. Огибалов. Изгиб, устойчивость и колебания пластинок. М., 1958.
4. И. Н. Векуа. Новые методы решения эллиптических уравнений. М.—Л., 1948.
5. М. Г. Мухадзе. Сб. «Сопротивление материалов и теория сооружений». Киев, 1972.
6. Л. Г. Магнарадзе. Труды Всесоюзного совещания-семинара ТГУ «Теория и численные методы...», Тбилиси, 1984.



УДК 624.91

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Н. Н. ХАТНАШВИЛИ

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ  
 ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОБОЛОЧЕК ИЗ РОМБИЧЕСКИХ  
 ЭЛЕМЕНТОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 10.7.1986)

В качестве объектов исследования рассматриваются четыре варианта двух типов конструкции оболочек (рис. 1). Варианты 1, 2 и 3 соответствуют выпуклой восьмиугольной в плане оболочке, собираемой из 32 ромбических элементов с опорами в вершинах правильного восьмиугольника, стороны которого образованы элементами затяжки. В оболочках вариантов 1 и 2 использованы доборные треугольные элементы, которые закрывают пространство между укрупненными ромбическими блоками.

Вариант 4 соответствует оболочке II типа с западающим центром. Центр оболочки опирается на стойку, оболочка собирается из тех же унифицированных ромбических элементов, что и выпуклая. Расчеты указанных вариантов оболочек проведены методом конечного элемента.

В вариантах 2, 3 и 4 модуль упругости бетона принят равным 30000 МПа, в варианте 1—26000 МПа, что соответствует модулю упругости бетона модели оболочки I типа, изготовленной из мелкозернистого бетона и испытанной на всех стадиях работы. Во всех вариантах расчета, как и в эксперименте, принята затяжка диаметром 6 мм.

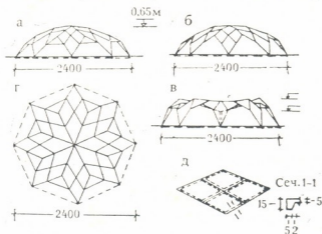


Рис. 1. Геометрия рассчитываемых оболочек: а — варианты 1, 2; б — вариант 3; в — вариант 4; г — план оболочки; д — укрупненный блок оболочек

Оболочки рассчитывались при равномерно распределенной нагрузке величиной 10000 н/м<sup>2</sup>. При расчете оболочки I типа в варианте 1 равномерно распределенная нагрузка заменена часто расположенными сосредоточенными силами, соответствующими нагружению модели оболочки.



Расчет проводился по программе, разработанной ОВТ ЦНИИСК им. Кучеренко. В качестве конечных элементов приняты произвольный треугольный элемент и призматический стержень с шестью степенями свободы в каждом узле, в качестве неизвестных параметров — три угловых поворота в каждом узле расчетной схемы оболочки. Так как рассчитывалась половина укрупненного блока оболочки, при-

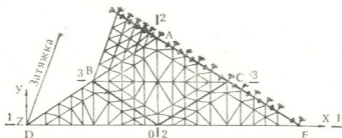


Рис. 2. Сетка конечных элементов

няты соответствующие граничные условия. Сетка конечных элементов и положение сечений, в которых анализируется напряженно-деформированное состояние оболочки, показаны на рис. 2. В точках, лежащих на оси симметрии элементов, ограничивались перемещения по оси  $Y$  и углы поворота относительно осей  $X$  и  $Z$ . Ребра представлены совокупностью стержней различной длины и жесткости. Так как ребро между двумя укрупненными блоками непараллельно осям  $X$  или  $Y$ , то для выполнения граничных условий по оси ребра необходимо в уз-

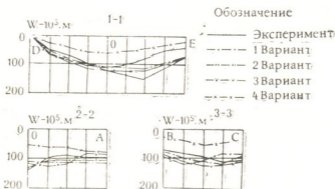


Рис. 3. Графики прогибов в основных сечениях оболочек

ловые точки ввести ряд взаимно перпендикулярных стержней. Для стержней, ограничивающих перемещения узловых точек перпендикулярно ребру, жесткость на растяжение-сжатие принята стремящейся к бесконечности, а для стержней, ограничивающих поворот узловых точек вокруг ребра, принята стремящаяся к бесконечности жесткость на кручение. В опорной точке ограничены перемещения и углы поворота относительно оси  $Z$ . Затяжка закреплена от линейных перемещений и углов поворота. На рис. 3 и 4 приведены графики прогибов и усилий в основных сечениях оболочек. Сравнение расчетных данных вариантов 1 и 2 с экспериментальными показывает, что расчет правильно отражает действительный характер напряженно-деформированного состояния оболочек. Рассматривая прогибы в сечении 1—1, следует отметить, что использование треугольных элементов в выпуклой оболочке позволяет переместить зону максимальных прогибов от центрального узла  $O$  укрупненного блока к верхнему ромбическому эле-

менту, что благоприятствует общей работе конструкции, так как узел  $O$  по геометрии находится несколько ниже крайних узлов укрупненного блока и является наиболее слабым местом в конструкции. Рассматривая прогибы варианта 4, которые соответствуют оболочке с западающим центром, видим, что во всех основных сечениях вертикальные перемещения меньше перемещений выпуклой оболочки. В центральном узле  $O$  значения прогибов для вариантов 3 и 4 соответственно равны 1,15 и 0,51 мм (сеч. 1—1).

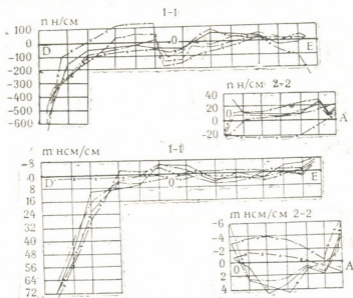


Рис. 4. Графики нормальных сил и изгибающих моментов в основных сечениях оболочек

В оболочке с западающим центром максимальный прогиб 0,75 мм имеет узел  $A$  (сеч. 2—2). Если в выпуклых оболочках центр укрупненного блока  $O$  прогибается относительно его краев (сеч. 2—2), то в варианте 4 наблюдается обратная картина, и можно утверждать, что оболочка с западающим центром в поперечном направлении обладает более высокой жесткостью по сравнению с выпуклой оболочкой. Использование центральной стойки в оболочке с западающим центром позволяет разгрузить затяжку оболочки. Усилия в затяжке для вариантов 3 и 4 соответственно равны 4178 и 2600 Н.

Рассматривая эпюру нормальных сил в сечении 1—1, можно отметить, что максимальные усилия сжатия для всех вариантов расчета возникают в опорной части оболочки и соответственно для вариантов 1, 2, 3, 4 составляют 550, 600, 640, 450 н/см. Экспериментальное значение этого же усилия равно 560 н/см. Удаляясь от опоры, сжимающие усилия резко сокращаются, а для вариантов 2 и 3 в середине опорного элемента они меняют знак. В оболочке с западающим центром в вершине верхнего ромбического элемента наблюдается некоторое увеличение сжимающей силы.

Характер распределения нормальных усилий в кольцевом сечении 2—2 для вариантов 1, 2 и 3 хорошо согласуется с экспериментальным. Сечение 2—2 растянуто, но величины усилий незначительны. Некоторые расхождения расчетных и опытных значений нормальных усилий около узла  $A$ , для которого экспериментально получены усилия растяжения, можно объяснить тем, что расчет не учитывает жесткого защемления ребер в узле, которое было выполнено в модели с помощью закладных деталей и заполнения узла эпоксидной смолой. В оболочке



с западающим центром в сечении 2—2 действуют сжимающие усилия. В вариантах 1, 2, 3 и в эксперименте в нижней части опорного ромбического элемента действует положительный изгибающий момент (сеч. 1—1), соответствующий растяжению нижних волокон. На остальных участках сечения изгибающий момент практически отсутствует. В оболочке с западающим центром (вариант 4) по сечению 1—1 изгибающий момент незначителен.

Расчетные и экспериментальные данные подтверждают, что представленные конструкции оболочек надежны и обладают большим запасом прочности.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Посутупило 6.11.1986)

საშენობლო მეცნიერება

ბ. ხატიაშვილი

რომბისებური ელემენტებისგან შემდგარი რკინაბეტონის გარსების  
დაკაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობა

რეზიუმე

მოყვანილია სასრულო ელემენტების მეთოდით მიღებული ანგარიშის შედეგები, ახალი ტიპის რკინაბეტონის გარსებისა, რომლებიც შედგება მოღუნული პროფილის რომბისებური ელემენტებისაგან. მოცემულია ამ შედეგების ექსპერიმენტულ მონაცემებთან შედარების ანალიზი.

STRUCTURAL MECHANICS

N. N. KHATIASHVILI

STRESS-STRAIN STATE OF REINFORCED CONCRETE SHELLS BUILT  
OF RHOMBIC ELEMENTS

Summary

The paper deals with the calculation of new type reinforced concrete shells built of rhombic elements of roll-formed section by the method of finite elements.

The results obtained are analysed as compared with experimental data.

А. М. КОЖИАШВИЛИ, Д. Д. КЕРЕСЕЛИДЗЕ, Ю. Н. МИКАШВИЛИ,  
П. В. ЧИЧАГУА

### УТОЧНЕННЫЙ СПОСОБ ОЦЕНКИ СРЕДНЕГО ЗНАЧЕНИЯ ХАРАКТЕРНОЙ ТЕМПЕРАТУРНОЙ РАЗНОСТИ ПРИ ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИИ БЕТОНА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 13.6.1986)

Расчеты температурного режима бетонной кладки плотины опираются на данные о тепловыделении бетона. Тепловыделение бетона описывается уравнением гидратации цемента [1, 2]:

$$\Theta = \Theta_{\max} \cdot [1 - (1 + A \tau_{\text{прив}})^{-m}]; \quad \tau_{\text{прив}} = \int_0^{\tau} 2 \frac{T(\tau) - 20}{\epsilon} dt, \quad (1)$$

где  $\Theta_{\max}$  — предельное тепловыделение бетона;  $\epsilon$ ,  $A$  — параметры тепловыделения бетона, называемые соответственно характерной температурной разностью и темпом тепловыделения бетона;  $\tau$  — время тепловыделения;  $T(\tau)$  — температура бетона.

Параметр  $m$  характеризуется видом цемента; для цементов, основанных на портландцементе,  $m = 0,833$ .

Для адиабатического процесса —  $T = T_{\text{нач}} + \Theta(\tau)$ . (2)

Определение температурных полей в блоках бетонирования плотин производится на основе решения уравнения теплопроводности, содержащего в качестве источника функцию  $\frac{\partial \Theta}{\partial \tau}$ . Обычно функция адиабатического тепловыделения бетона интерполируется формулой, предложенной Г. И. Чилингаришвили [3,4]:

$$\Theta = \Theta_{\max} e^{-\alpha \tau - \beta}, \quad (3)$$

где  $\alpha$ ,  $\beta$  — параметры интерполяции.

Точность расчетов в значительной степени зависит от точности описания функции  $\Theta(\tau)$ , что в свою очередь связано с точностью оценки параметра  $\epsilon$ .

Численное определение  $\epsilon$  осуществлялось на базе экспериментальных данных тепловыделения бетона из закона равных тепловыделений [1—3]. Исследования показали [1, 5], что характерная температурная разность  $\epsilon$  зависит от степени гидратации, т. е. от количества выделяемого тепла. Наша цель — выбрать рациональный способ оценки среднего значения  $\epsilon$ .

Поскольку адиабатическое тепловыделение бетона удовлетворяет уравнению (1), (2), нами принято решение:



Подбор параметров  $\varepsilon, A$  осуществить из требования наилучшего (в некотором смысле) удовлетворения их уравнению (1), (2); конкретно использовать способ наименьших квадратов в сочетании с методом прогонки [4]. Суть способа состоит в следующем.

Параметр  $\varepsilon$  изменяется в заданной области с некоторым шагом  $\Delta\varepsilon$ . Для каждого текущего значения  $\varepsilon$  методом наименьших квадратов подбирается параметр  $A$ , удовлетворяющий уравнению (1), (2). Окончательный отбор параметров  $\varepsilon$  и  $A$  проводится на базе среднеквадратичных отклонений экспериментальных  $\Theta_i$  и интерполяционных  $Q_i$  значений функции тепловыделения бетона.

Кратко изложим алгоритм и пример расчета (табл. 1).

Сопоставление экспериментальных и интерполяционных значений тепловыделения бетона Худонской ГЭС ( $T_{\text{нач}}=18,6^\circ\text{C}$ ;  $\theta_{\text{max}}=40^\circ\text{C}$ )

Время $\tau_i$ , час	Время $\tau_{i\text{-прив}}$ , час	$\theta_i$ — экспериментальное, град	$Q_i$ по формулам (1), (2), град	$Q_i$ по формуле (3), град
48	69	16,5	17,1	14,5
72	122	21,6	22,0	20,6
96	190	25,2	24,8	24,5
120	271	27,8	27,4	28,1
144	363	29,8	29,0	29,6
168	467	31,2	30,4	31,1
192	578	32,6	31,7	32,2
216	696	33,6	32,7	33,1
240	819	34,5	33,5	33,8
264	946	35,0	34,2	34,3
288	1075	35,4	34,7	34,8
312	1207	35,6	35,2	35,2
360	1473	36,0	35,9	35,9
384	1608	36,2	36,1	36,2
408	1745	36,4	36,4	36,4
432	1883	36,6	36,6	36,6
456	2021	36,8	36,8	36,8
480	2162	37,0	36,9	37,0
504	2303	37,1	37,1	37,1
528	2445	37,2	37,2	37,3
552	2587	37,3	37,4	37,4
600	2874	37,4	37,6	37,6
648	3162	37,6	37,7	37,8
672	3307	37,7	37,8	37,9
720	3601	38,1	38,0	38,0

Открывается цикл по  $\varepsilon$ .

Определим величины  $a_0 = 2^{\frac{T_{\text{нач}} - 20}{\varepsilon}}$ ;  $b = 2^{1/\varepsilon}$ ;  $d = \frac{a_0 \varepsilon}{\ln 2}$ ;

$$\tilde{\tau}_1 = \frac{\tau_1}{\Theta_1} \cdot (b^{\Theta_1} - 1); \tau_{\text{прив} \cdot 1} = d \cdot \tilde{\tau}_1.$$

Для  $i = 1, 2, \dots, N-1$  найдем:

$$C_i = \frac{\Theta_{i+1} - \Theta_i}{\tau_{i+1} - \tau_i}; \tilde{\tau}_{i+1} = \frac{1}{C_i} \cdot [b^{\Theta_{i+1}} - b^{\Theta_i}];$$

$$\tau_{\text{прив} \cdot i+1} = \tau_{\text{прив} \cdot i} + \tilde{\tau}_{i+1} \cdot d.$$

Далее найдем

$$\tilde{\theta}_i = \left(1 - \frac{\theta_i}{\theta_{\max}}\right)^{-\frac{1}{m}} - 1; \quad A = \frac{\sum_{i=1}^N \tilde{\theta}_i \cdot \tau_{\text{прив}} \cdot i}{\sum_{i=1}^N \tau_{\text{прив}}^2 \cdot i}.$$

$$(i = 1, 2, \dots, N).$$

Протабулируем по формуле (1) интерполяционную функцию тепловыделения  $Q_i(\tau_i)$  для полученных в данном цикле значений  $\epsilon$  и  $A$ . Вычислим среднеквадратичное отклонение  $\sigma$  теоретической функции тепловыделения  $\Theta_i(\tau_i)$  от экспериментальной  $Q_i(\tau_i)$ .

Организуем массивы значений:  $\epsilon$ ,  $A = A(\epsilon)$ ,  $\sigma = \sigma(\epsilon)$ .

Цикл по  $\epsilon$  закрывается.

Из всех значений  $\epsilon$  и  $A$  выберем значения, соответствующие минимальному  $\sigma$ .

По данному алгоритму составлена программа на языке Фортран для ЭВМ типа ЕС и БЭСМ-6.

В таблице в качестве примера приводятся результаты обработки экспериментальных данных, полученных по адиабатическому тепловыделению бетона в секторе исследования плотин ГрузНИИЭГС.

Укажем значения интерполяционных параметров —

$$\epsilon = 15^\circ \text{C}; \quad A = 0,009693 \frac{1}{\text{час}}; \quad \alpha = 75,3745 \text{ час}^{\beta}; \quad \beta = 1,11233.$$

При интерполяции посредством уравнения гидратации  $\sigma = 0,60^\circ \text{C}$ , а по формуле (6) —  $\sigma = 0,71^\circ \text{C}$ .

Грузинский НИИ энергетики  
и гидротехнических сооружений

(Поступило 13.6.1986)

საშენობლო მეცნიერება

ა. კოჩიაშვილი, დ. კარბელიძე, ი. შივაშვილი, ვ. შივაშვილი

ბეტონის სითბოგამოყოფის მაჩასიათებელი ტემპერატურული სხვაობის საშუალო მნიშვნელობის უზუსტესი დაზუსტებული ხერხი

რეზიუმე

მოცემულა საშუალო მაჩასიათებელი ტემპერატურული სხვაობის შეფასების ხერხი, რომელიც ეყარება ცემენტის ჰიდრატაციის განტოლებას ბეტონის სითბოგამოყოფის ექსპერიმენტული მონაცემების გათვალისწინებით.

A. M. KOZHIAHVILI, D. D. KERESOLIDZE, Yu. N. MIKASHVILI,  
 P. V. CHICHAGUA

REFINED METHOD OF ESTIMATING THE AVERAGE VALUE OF  
 CHARACTERISTIC TEMPERATURE DIFFERENCE AT HEAT  
 RELEASE IN CONCRETE

Summary

A method is proposed for estimating the average value of characteristic temperature difference. The method is based on the cement hydration equation with regard to the experimental data of concrete heat release.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Д. Запорожец, С. Д. Окорочков, А. А. Парийский. Тепловыделение бетона. Л.—М., 1966.
2. ГОСТ 24316-80. Бетоны. Метод определения тепловыделения при твердении. М., 1981.
3. Г. И. Чилингаришвили. Гидротехническое строительство, № 7, 1981, 35—39.
4. А. М. Кожиашвили, П. В. Чичагуа. Строительство и архитектура, № 9, 1986.
5. П. Симеонов, О. Сантурджян. Техн. мысль, 12, № 2, 1975, 67—74. (Болг.).

А. С. ВАШАКИДZE, Г. С. БЕГЛАРИШВИЛИ, О. В. МАХАРАДZE,  
А. В. ГОБРОНИДZE, Н. А. ВАШАКИДZE

## КОНТАКТНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ ПРОКАТКЕ ШЕСТИУГОЛЬНОЙ ПОЛОСЫ В ШЕСТИУГОЛЬНОМ КАЛИБРЕ С ОДНИМ И ДВУМЯ ПРИВОДНЫМИ ВАЛКАМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Н. Оклеем 7.6.1986)

В последних клетях непрерывных мелкосортных и проволочных станов прокатка полосы может продолжаться с одним нижним приводным валком в каждой клетке. При этом верхний валок во время хода вращается при помощи вспомогательного электродвигателя или с помощью фрикционной передачи от нижнего приводного вала. Применение холостого вала обеспечивает необходимое согласование окружных скоростей валков, что дает большие технологические преимущества, способствуя получению лучшего качества поверхности готового проката [1, 2].

Контактные нормальные и касательные напряжения при прокатке с одним и двумя приводными валками изучались на лабораторном стане дуо 200. Исследование проводилось при прокатке шестиугольной полосы в шестиугольном калибре с применением точечных месдоз, расположенных в середине (сечение 1) и на крае (сечение 2) дна калибра [3]. Контактные нормальные напряжения замерялись радиальными месдозами, контактное касательное напряжение — с помощью месдоз и наклонными штифтами [4, 5].

Натяжение полосы создавалось при помощи специального натяжного устройства [6].

Для снижения момента сил сопротивления вращения холостого вала скользящие опоры стана были заменены шарикоподшипниковыми опорами.

С целью сравнения характера распределения контактных напряжений исследование проводилось при прокатке с одним и двумя приводными валками без натяжения и с передним натяжением полосы ( $\sigma_1 = 0,9 \sigma_b$ ).

Характер распределения контактных напряжений при прокатке в системе калибров шестиугольник-шестиугольник с двумя приводными валками приведен на рис. 1.

Шестиугольная заготовка до прокатки имела следующие размеры: высота  $R_0 = 35,0$  мм, ширина  $b_0 = 40,0$  мм, после прокатки  $h_1 = 18,6$  мм,  $b_1 = 42,7$  мм,  $l/h_{cp} = 1,5$ .

При свободной прокатке шестиугольная полоса до входа в валки получает утяжку по высоте, равную 2,5 мм. Нужно отметить также, что переднее натяжение снижает контактные нормальные и касатель-



ные напряжения; при этом наблюдается перемещение нейтральной линии в сторону входа металла в валки.

Кривые контактных напряжений при прокатке с нижним приводным валком приведены на рис. 2. Кривые 1—1 относятся к случаю

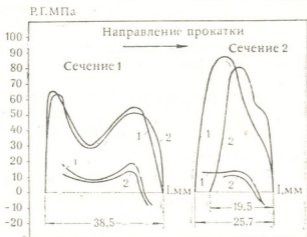


Рис. 1. Кривые контактных нормальных и касательных напряжений при прокатке шестиугольной полосы в шестиугольном калибре: 1—свободная прокатка; 2—прокатка с передним натяжением

прокатки без натяжения шестиугольной полосы, кривые 2—2 — к прокатке с передним натяжением. Характер распределения контактных напряжений на приводном валке описан кривыми 3—3.

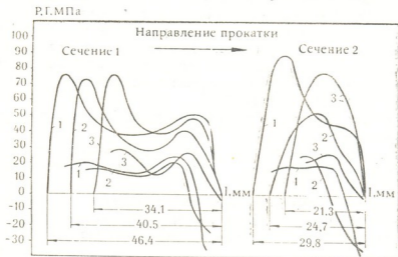


Рис. 2. Кривые контактных нормальных и касательных напряжений при прокатке с одним приводным валком шестиугольной полосы в шестиугольном калибре: 1—на холостом валке без натяжения; 2—на холостом валке с передним натяжением; 3—на приводном валке с передним натяжением

Из анализа полученных результатов следует, что влияние момента сил сопротивления вращению холостого валка на параметры процесса прокатки с одним приводным валком аналогично влиянию зад-

него натяжения. С увеличением этого момента возрастает опережение и момент прокатки на холостом валке. При этом опережение относительно приводного валка при свободной прокатке и прокатке с передним натяжением полосы уменьшается.

Несмотря на то, что прокатка осуществляется с передним натяжением, опережение относительно приводного валка получается меньше по сравнению с опережением на холостом валке без натяжения полосы. Очевидно, в этом случае момент сопротивления вращению холостого валка более значительно влияет на момент прокатки, чем переднее натяжение полосы. На холостом валке наблюдается интенсивный рост контактных касательных напряжений, особенно при прокатке без натяжения полосы.

Исследования показали, что при прокатке в калибрах с одним приводным валком во время захвата наблюдается некоторое отставание вращения холостого валка и процесс протекает с незначительной пробуксовкой.

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

(Поступило 20.06.1986)

მეტალურგია

ა. ვაშაკიძე, გ. ბეგლარიშვილი, ო. მაყარაძე, ა. გობრონიძე, ნ. ვაშაკიძე

საკონტაქტო ძაბვები ექვსკუთხედიანი ზოლის ექვსკუთხედიან კალბრში ერთ-  
 და ორამძრავიანი გლინებით გლინვისას

რეზიუმე

შესწავლილია საკონტაქტო ნორმალური და მხები ძაბვების განაწილების ხასიათი ექვსკუთხედიანი ზოლის წვრილსორტული დგანის ექვსკუთხედიან კალბრში ერთ- და ორამძრავიანი გლინებით გლინვისას. დადგენილია გასაგონი ზოლის და- კიმულობის გავლენა საკონტაქტო ძაბვების სიდიდესა და ცვალებადობაზე.

METALLURGY

A. S. VASHAKIDZE, G. S. BEGLARISHVILI, O. V. MAKHARADZE,  
 A. V. GOBRONIDZE, N. A. VASHAKIDZE

CONTACT STRESSES DURING THE ROLLING OF HEXAGONAL  
 STRIP IN HEXAGONAL PASS WITH ONE AND TWO DRIVE ROLLS

Summary

Distribution character of normal and tangential contact stresses during the rolling of a hexagonal strip in a small-section mill hexagonal pass with one and two drive rolls has been studied. The tension of the strip is found to affect the magnitude and variability of contact stresses.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Н. Выдри. Динамика прокатных станов. Свердловск, 1960.
2. В. Н. Выдри, А. С. Федосиенко, В. И. Краинов. Процесс непрерывной прокатки. М., 1970.
3. А. С. Вашакидзе. Деформация металла и контактные напряжения при прокатке в калибрах. Тбилиси, 1985.
4. А. П. Чекмарев, П. А. Клименко. Научные доклады высшей школы. № 1, 1958.
5. В. Г. Гросвальд, Н. И. Сведе-Швец. Сб. «Теория прокатки (материалы конференции по теоретическим вопросам прокатки)», М., 1962.
6. А. В. Гобронидзе, А. С. Вашакидзе, Г. С. Бегларишвили. Материалы докладов III Респ. научно-техн. конф. молодых ученых. Тбилиси, 1977.

Н. А. ШАМБА

## ДЕФОРМАЦИОННОЕ ПЛАСТИЧЕСКОЕ ТЕЧЕНИЕ В КРИСТАЛЛИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ СТРУКТУРНОГО ТИПА АЛМАЗА

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 3.9.1986)

В веществах структурного типа алмаза изменение плотности при затвердевании носит аномальный характер — плотность уменьшается. Процесс изменения плотности этих веществ протекает спонтанно, скачком при затвердевании, в интервале температур пластической деформации [1—4]. Обычно при выращивании монокристаллов с наличием температурных градиентов по кристаллизующемуся объему сформировавшийся в процессе затвердевания «излишек» вещества экстремально извергается, преодолевая сопротивление ранее затвердевших частей объема кристалла, — образуется «выпор» скачком [2, 3].

При относительно меньших температурных градиентах происходит расслаивание кристалла. Ниже приведены микроснимки расслаивания на фронтальной плоскости (III) монокристалла карбида кремния (рис. 1,2) и микроснимок поверхности слитка монокристалла кремния, вытянутого из расплава по Чохральскому (вытягивание производилось в направлении (III)). Поверхность слитка свидетельствует о пластическом расслаивании по пл. (III) (рис. 3).



Рис. 1. Расслаивание фронтальной пл. {III} монокристалла SiC. 200X

Следовательно, в условиях кристаллизации, приближающихся к равновесным, в монокристалле и на его поверхности возникают «следы» изменения вещества. Так, были обнаружены деформационные дефекты, генетически связанные между собой, составившие группу гомологов, — локальное структурное преобразование симметричного кристаллического пространства в объемный дефект, имеющий подгруппу симметрии основной системы [4]. Описанное преобразование могло иметь место при возникновении в системе кристаллического пространства напряжений, образующихся в процессе спонтанного изменения плотности, в условиях, ограничивающих увеличивающийся при этом объем вещества.

Согласно принципу симметрии П. Кюри [5], в описанном процессе возникает динамическое начало процесса формирования локальных областей с изменением симметрии, элементарным перемещением слоев кристалла по плоскостям спайности — деформационное пластическое течение в кристаллическом пространстве [6, 7] (см. рис. 4).

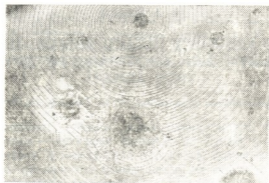


Рис. 2. Расслоение на кристаллографической пл.  $\{111\}$  монокристалла SiC вокруг кратера выхода газовых включений. 400X

Деформационные дефекты приобретают различную форму, образуя группы: бесспиральные, переходные, спиральные. В каждой группе встречаются розетки двух видов (с вектором Бюргера под углом и параллельным к пл.  $\{111\}$ ) и двух форм (округлые полигональные) в зависимости от степени переохлаждения расплава.

Все преобразованные формы имеют симметрию подобия группы  $Z\bar{4}L_N$ . Насколько пластично кристаллическое пространство в процессе пластического течения, можно судить по микроснимку (рис. 2,а,б). Здесь слои огибают кратер, образованный в монокристалле выходом газовых включений, происходит очевидное расслоение структуры под действием напряжений.

Как известно, количественные связи обобщающих положений кристаллографии могут выявляться и получают наглядное прочтение с помощью использования положений симметрии [8—12].

Обнаружение процесса деформационного пластического течения в кристаллическом пространстве может служить убедительным примером применимости морфолого-генетического подхода с количественным анализом положений симметрии. Такой подход обуславливается возмож-

ностью раскрытия механизма процесса на основании динамической модели элемента дисимметрии, возникающей в системе симметричного кристаллического пространства, а следовательно, выполняется теорема П. Кюри о последовательных симметричных преобразованиях, перемещениях в системе как следствие процесса пластического течения [5].

В равновесных условиях последовательного послойного роста или в условиях спонтанной кристаллизации (объемная кристаллизация — «схватывание») [2—13] при скоростях роста, превышающих скорости движения дислокаций и теплопередачи, например в условиях космического эксперимента [3, 13], когда ни скорость охлаждения, ни температурные градиенты, даже если они и имеют место, не могут сказаться на морфологии формирующего монокристалла, процесс изменения плотности вещества не вызывает возникновения напряжений в системе, пластическое течение протекает без деформирования дефектов.



Рис. 3. Расслаивание поверхности монокристалла Si, вытянутого из расплава по Чохральскому. 10X

Обнаруженный процесс деформационного пластического течения в кристалле экспериментально подтверждает справедливость недавно записанного в реестр открытий трудов советских кристаллографов и минералогов [10—12, 14] об эволюции форм и свойств кристаллов во времени и пространстве, положивших начало новому направлению в кристаллографии и минералогии.

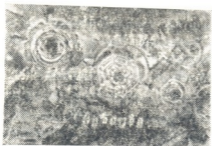


Рис. 4. Объемные деформационные дефекты в монокристалле SiC. 100X

Морфологический анализ, являющийся смыслом этого открытия [12], раскрывает особенности среды формирования и причинно-следственную обусловленность морфологических характеристик кристалла [15].

Таким образом, процесс деформационно пластического течения в кристаллическом пространстве веществ структурного типа алмаза мог быть обнаружен лишь при наличии совокупности данных морфолого-генетического анализа с ретроспективным рассмотрением протекавших процессов формирования в комплексе с кластическими методами структурного анализа.

В данном случае была рассмотрена симметричная система с «аномальным» изменением плотности при фазовом переходе. Обнаруженное деформационное пластическое течение в кристаллическом простран-



стве должно оказывать значительное, а может быть (в некоторых случаях), и определяющее значение для формирования физико-технических свойств материалов, таких как твердость, прочность и др., а следовательно, может служить средством управления дефектообразованием и созданием материалов с заданными свойствами.

Напряжения, возникающие в описанном процессе, должны учитываться как при общих теоретических рассмотрениях в физике твердого тела, так и во всех прочностных расчетах системы.

Сухумский физико-технический институт  
им. И. М. Векуа

(Поступило 2.10.1986)

მეტალურგია

### ბ. შამბა

დეფორმაციული პლასტიკური დენადობა ალმასის სტრუქტურული ტიპის კრისტალურ არეში

რეზიუმე

შესწავლილია ალმასის სტრუქტურული ტიპის ნივთიერებათა მორფოლოგიური თავისებურებანი. ასეთ ნივთიერებებში ფაზური გარდაქმნებისას აღმოჩენილია სიმკვრივის ცვლილების „კვალი“. დადგენილია, რომ დეფორმაციული პლასტიკური დინების სხვადასხვა გამოვლინებები სიმეტრიულ კრისტალურ არეში აღემატება დამოკიდებულებას ფაზური გარდაქმნის პირობებზე.

METALLURGY

N. A. SHAMBA

## DEFORMATION PLASTIC FLOW IN THE DIAMOND LATTICE CRYSTAL STRUCTURE

Summary

Investigation of the morphological peculiarities in the monocrystal of diamond lattice substances has revealed "traces" of density changes in the substance during phase transition. The process of deformation plastic flow in the symmetric crystal-forming medium has manifested itself differently depending on the conditions of phase transition.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. Д. Лаядау. Собрание трудов, т. I. М., 1966, 234—261.
2. Н. А. Шамба. Сб. «Механизм и кинетика кристаллизации». Минск, 1964, 333—335.
3. Н. А. Шамба. Сообщения АН ГССР, 82, № 3, 1976, 665—668.
4. Н. А. Шамба. Кристаллография, т. 29, вып. 6, 1984, 1158—1162.
5. П. Кюри. Избранные труды. М.—Л., 1966, 350.
6. А. В. Шубников. Избранные труды по кристаллографии. М., 1975, 144.
7. Г. Вейль. Симметрия. М., 1968.
8. Б. К. Вайнштейн. Современная кристаллография, т. I, 1979, 9.
9. Л. А. Шувалов. Современная кристаллография, т. 4, 1981, 7.
10. И. И. Шафрановский. Очерки по минералогической кристаллографии. Л., 1974, 12—13.
11. И. И. Шафрановский. Зап. Всесоюз. минер. о-ва, вып. 1, 1981, 119—124.
12. И. И. Шафрановский и др. Эволюция кристаллов. Газ. «Правда», 15 апреля, 1983 г.
13. А. А. Чернов и др. Кристаллография, т. 29, вып. 2, 1984, 370—375.
14. В. А. Франк-Каменский, В. И. Павлинских. Минер. ж., т. 4, № 2, 1982.
15. Дж. Д. Бернал. Кристаллография, т. 7, вып. 4, 1962, 507—519.

Т. М. ТЕВЗАДЗЕ

## ОБ УСТОЙЧИВОСТИ ГИБКОГО МАНИПУЛЯТОРА

(Представлено академиком Д. С. Тавхелидзе 27.4.1986)

Конструкция манипулятора робота представляет собой разомкнутую систему, содержащую ряд передаточных механизмов. Применение гибкого проволочного вала для передачи вращения от привода к звеньям манипулятора и схвату позволяет уменьшить число кинематических пар в передаче.

Звенья гибкого манипулятора (рис. 1) не являются абсолютно жесткими системами. Упругие деформации в звеньях являются источниками возникновения механических колебаний, которые появляются от изменения момента, что влияет на устойчивость манипулятора.

Работа электропривода звена манипулятора с учетом упругости может быть выражена следующим уравнением (1):

$$\dot{X} = Ax + BU, \quad (1)$$

где  $A$  — матрица характеристического многочлена;  $U$  — вектор входных воздействий;  $B$  — матрица входных воздействий.

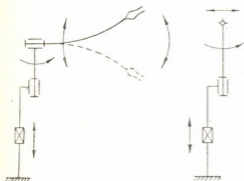


Рис. 1

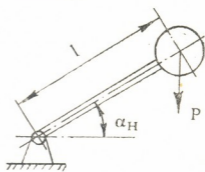


Рис. 2

С допущением ряда упрощений: считая привод линейным, не учитывая влияния сухого трения и люфтов, пренебрегая постоянными токами цепи якоря и преобразователя, для привода с двигателем постоянного тока, матрицы  $A$  и  $B$  уравнения (1) будут четвертого порядка.

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ -a_0 & -a_1 & -a_2 & -a_3 \end{bmatrix}; \quad B = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ L - F \end{bmatrix}; \quad U = \begin{bmatrix} \varphi_{3\pi} \\ M_H \end{bmatrix}, \quad (2)$$

где

$$L = B_1 P + B_2; \quad F = d_1 P^2 + d_2 P + d_3.$$

Элементы матриц имеют следующие значения:





$$\begin{aligned}
 a_0 &= jC \frac{K_1}{I_1 I_2}; & a_1 &= jC \frac{T_n K_1}{I_1 I_2} + j^2 C \frac{K_2 + B}{I_1 I_2}; & a_2 &= C \frac{I_1 + I_2}{I_1 I_2} + j^2 T_n C \frac{K_2 + B}{I_1 I_2}; \\
 a_3 &= T_n C \frac{I_1 + I_2}{I_1 I_2} + j \frac{K_2 + B}{I_1}; & B_1 &= jC \frac{T_n K_1}{I_1 I_2}; & B_2 &= jC \frac{K_1}{I_1 I_2}; \\
 d_1 &= \frac{1}{I_2}; & d_2 &= j \frac{K_2 + B}{I_1 I_2}; & d_3 &= j \frac{K_1}{I_1 I_2} + \frac{C}{I_1 I_2}; \\
 T_n &= \frac{F_y}{C}; & B &= \frac{C_c C_m}{r}; & K_1 &= \frac{C_m K_y K_n}{r}; & K_2 &= \frac{C_m K_{тс}}{r}.
 \end{aligned}$$

Здесь  $I_1$  — приведенный момент инерции двигателя;  $I_2$  — момент инерции нагрузки;  $j$  — коэффициент редукции;  $C$  — коэффициент жесткости упругого звена;  $r$  — активное сопротивление якорной цепи;  $M_n$  — момент нагрузки;  $\Phi_{зз}$  — заданный угол перемещения;  $\varphi$  — угол на выходе упругого звена;  $C_m, C_c$  — постоянные двигателя;  $K_y, K_n$  — коэффициенты передачи усилителя и преобразователя;  $F_y$  — коэффициент вязкого трения;  $K_{тс}$  — коэффициент обратной связи по скорости.

Запас устойчивости механической системы увеличивается с ростом  $T_n$ . Уменьшение жесткости звена влияет на запас устойчивости, однако при  $I_2=0$  снижение устойчивости упругих звеньев незначительно.

На объект регулирования скорости в основном действуют динамический момент, момент сопротивления, к которому относятся моменты сухого и вязкого трения, моменты неуравновешенности масс и возмущающие моменты ударных нагрузок (2).

Динамический момент пропорционален ускорению и моменту движущихся масс:

$$M(t) = I p^2 a_n(t), \quad (3)$$

где  $p^2 a_n(t)$  — ускорение объекта регулирования,  $p = \frac{d}{dt}$ ;  $I$  — момент инерции объекта регулирования.

Момент инерции манипулятора будет

$$I = \sum_{i=1}^m I_i + m_i r_i^2, \quad (4)$$

где  $I_i = \sum_{i=1}^m m_i r_i^2$  — момент инерции отдельного звена конструкции относительно оси проходящей через центр тяжести;  $I_i$  — расстояние от оси вращения отдельного звена до общей оси вращения механической системы привода манипулятора.

Момент вязкого трения определяется по формуле

$$M_{в.т.}(t) = K_{в.т.} p a_n(t), \quad (5)$$

где  $K_{в.т.}$  — коэффициент вязкого трения.

Эквивалентный момент вязкого трения будет

$$M_{э.т.} = \sum_{i=1}^n M_{в.т.} i(t) p a_n(t), \quad (6)$$

который обычно следует привести к валу двигателя.

Момент неуравновешенности, когда расстояние от центра тяжести нагрузки подвижных частей до центра вращения не меняется, опреде-

ляется только положением нагрузки, изменение момента носит нусоидальный характер и выражается формулой

$$M_n(t) = Pl \cos \alpha_n(t), \quad (8)$$

где  $P$  — масса подвижных частей исполнительного органа манипулятора;  $l$  — расстояние центра тяжести подвижных частей исполнительного органа от центра вращения приводного звена манипулятора (рис. 2). Сохранение формы и устойчивости оси гибкого проволочного вала под нагрузкой имеют существенное значение для работоспособности силового привода.

Рассмотрим схему (рис. 3), когда концы гибкого проволочного вала закреплены шарнирно, либо во вращающихся опорах и закручиваются моментом  $M$  и один конец может свободно перемещаться.

Длина гибкого проволочного вала  $L_0$  связана с расстоянием между его концами  $L$  соотношением

$$L = L_0 \cdot \cos \alpha, \quad (9)$$

где  $\alpha$  — угол наклона касательных воображаемого цилиндра радиусом  $R$ , на поверхности которого находится геометрическая ось гибкого проволочного вала.

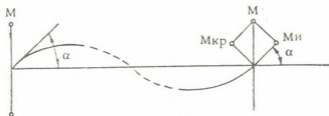


Рис. 3

Длина  $L_1$ , которая соответствует расстоянию установления ограничителя от неподвижного конца, и общая длина гибкого проволочного вала  $L_0$  связаны соотношением

$$\cos \alpha_1 = \frac{L_1}{L_0}, \quad (10)$$

где  $\alpha_1$  — максимально возможное значение угла наклона геометрической оси гибкого вала.

Внутренние силовые факторы в поперечных сечениях гибкого вала будут: изгибающий момент

$$M_u = M \cdot \sin \alpha, \quad (11)$$

крутящий момент

$$M_{кр} = M \cdot \cos \alpha, \quad (12)$$

погонный угол закручивания

$$\Psi = \frac{M_{кр}}{c} = \frac{M \cdot \cos \alpha}{c}, \quad (13)$$

где  $c$  — жесткость кручения гибкого вала, которая равняется

$$c = \frac{c_1}{1 + \frac{c_1}{\sqrt[3]{M_{кр} \left( E \sum_{i=1}^{m-1} \beta_{i,i+1} \right)}}}$$

Здесь  $c_1 = E \sum_{i=1}^{m-1} \alpha_{i,i+1} \beta_{i,i+1}$  и  $\alpha_{i,i+1}$  — параметры, которые зависят от диаметров, числа витков, изменения полярного угла и индекса пружин гибкого вала.



Зависимость между кривизной  $1/\rho_0$  геометрической оси и изгибающим моментом изогнутого и закрученного гибкого вала, когда растягивающую силу  $P$  принимают равной нулю, будет (3)

$$M_u = \frac{B}{\rho_0} + \frac{A}{4\pi} D_m d_m z_m \Psi. \quad (15)$$

Кривизна винтовой линии гибкого вала будет

$$\frac{1}{\rho_0} = \frac{\sin^2 \alpha}{R}. \quad (16)$$

Подставив в формулу (15) выражение (11), (13) и (16), будем иметь

$$M \sin \alpha = \frac{B \sin^2 \alpha}{R} + \frac{A D_m d_m z_m}{4\pi c} M \cos \alpha. \quad (17)$$

Из этого выражения находим критическое значение момента

$$M = \frac{2\pi B/L_0}{1 + \frac{A D_m d_m z_m}{4\pi c \operatorname{tg} \alpha}}, \quad (18)$$

где  $B$  — жесткость изгиба незакрученного и нерастянутого гибкого вала;  $A$  — жесткость растяжения гибкого вала;  $z$  — число проволок гибкого вала.

Критический момент жесткости изгиба и кручения зависит от угла наклона геометрической оси гибкого вала, выраженного

$$\alpha > \alpha_{\min}; \quad \alpha_{\min} = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \left( \frac{A D_m d_m z_m}{4\pi c} \right). \quad (19)$$

Опыт эксплуатации гибких проволочных валов показывает, что увеличение длины вала и крутящего момента вызывает потери их устойчивости в силовых передачах, что в основном выражается в петлеобразовании и выпучивании средней части гибкого вала.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 26.6.1986)

მანქანათმშენებლობა

თ. თევზაძე

მოქნილი მანიპულატორის მდგრადობის შესახებ

რეზიუმე

განხილულია მოქნილი მავთულებიანი ლილვით აღჭურვილი მანიპულატორის მდგრადობის საკითხი. დადგენილია მოქნილი ლილვის ოპტიმალური სიგრძის და მისი გეომეტრიული ღერძის დახრის კუთხის საანგარიშო ფორმულები, დამოკიდებულებები მოქნილი ლილვის გეომეტრიული ღერძის სიმრუდესა, ლილვის სიხისტესა, მღუნავ და მგრეხავ მომენტებს შორის.

MACHINE BUILDING SCIENCE

T. M. TEVZADZE

ON THE STABILITY OF FLEXIBLE MANIPULATOR

Summary

The paper deals with the stability of a flexible manipulator equipped with a wire shaft. The design formulae are provided.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ю. А. Сабинин, М. Н. Яковлева. Сб. «НГУ и ЭТИ. Электромеханическое обеспечение автоматических комплексов». Новосибирск. 1978, 81—88.
2. Е. И. Воробьев. Сб. «Механика машин», вып. 51. М., 1976, 66—69.
3. Г. И. Коган-Вольман. Передачи с гибкими проволочными валами. Справочник. М., 1961.

Л. Г. ГАБИДЗАШВИЛИ, Т. П. РУСАДЗЕ, Б. У. АМБРОЛАДЗЕ

## СТЕНДОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕМПФИРОВАНИЯ И ЖЕСТКОСТИ УПРУГОГО ЭЛЕМЕНТА ЦЕПНОГО УСТРОЙСТВА АВТОПОЕЗДА

(Представлено академиком Р. Р. Двали 21.3.1984)

Для теоретического исследования взаимодействия звеньев автопоезда в составе автомобиль-прицеп большое значение имеет изучение демпфирования и жесткости упругого элемента сцепного устройства.

При работе автопоезда резиновый элемент сцепного устройства испытывает вынужденные кинематические возмущения, поэтому для исследования его демпфирования и жесткости применяем кинематический жесткий механизм, позволяющий устанавливать заданную амплитуду и частоту деформации.

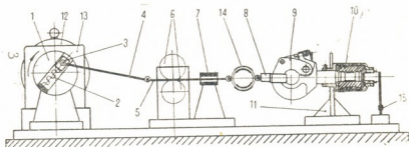


Рис. 1. Схема экспериментального стенда для исследования демпфирования и жесткости упругого элемента сцепного устройства

На рис. 1 приведена схема экспериментального стенда для исследования демпфирования и жесткости упругого элемента сцепного устройства.

В эксцентриковой головке 1 на винте 2 помещен камень 3, на палец которого насажена головка шатуна 4, связанного шарниром со штоком 5. При радиальном смещении камня эксцентриситет пальца, а следовательно, и ход штока изменяются от 0 до 50 мм. Шток 5 перемещается в направляющем приспособлении, состоящем из шарикоподшипникового устройства 6 и подшипника скольжения 7, испытываемые сцепные устройства дышло 8 и крюк 9 с резиновым упругим элементом 10 крепятся на упоре 11. Эксцентриковая головка 1 приводится во вращение от электродвигателя 12. С помощью коробки передач 13 можно осуществлять изменения угловых скоростей от 0 до 20  $\text{C}^{-1}$ . Упругая восстанавливающая сила регистрируется тензометрическим динамометром 14, а перемещение измеряется специальным датчиком 15.



Эксперименты проводили на упругом элементе буксирного крюка, предназначенного для автомобиля КАЗ-4540. Амплитуды колебаний  $A$  4; 6; 8; 10 мм, частоты колебаний  $\omega$  0,59; 1,18; 1,92; 2,22; 3,63; 4,5  $C^{-1}$  и предварительная деформация упругого элемента  $a$  2; 4; 6 мм.

Динамическую жесткость  $Ck$  упругого элемента сцепного устройства определяли как тангенс угла наклона средней линии петли гистерезиса сила-деформация, а коэффициент неупругого сопротивления  $K$  — по формуле [1]

$$K = \psi \frac{Ck}{2\pi\omega},$$

где  $\psi$  — коэффициент поглощения энергии, представляющий собой отношение энергии, поглощаемой за один цикл, к потенциальной энергии деформации.

Для получения достоверных результатов эксперименты проводили на пяти упругих элементах буксирного крюка, каждый эксперимент — в трехкратной повторности. Достоверность полученных данных определяли по методике оценки результатов малой выборки [2] по выражению

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}},$$

где  $\sigma$  — средняя квадратичная погрешность;  $x_i$  — измеренное значение;  $\bar{x}$  — среднее арифметическое значение;  $n$  — численность выборки (количество замеров в данном варианте опыта).

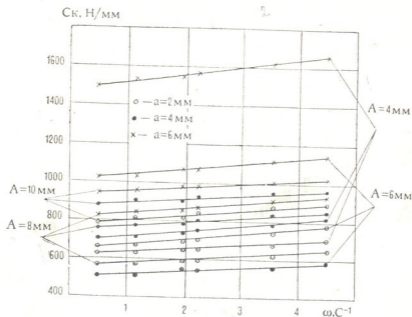


Рис. 2. Зависимость динамической жесткости  $Ck$  упругого элемента сцепного устройства от частоты колебания  $\omega$  при разных предварительных деформациях  $a$  и амплитудах колебания  $A$

После этого определяли среднюю ошибку  $\mu$  случайной повторной выборки:

$$\mu = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

и, наконец, показатель точности  $P$  в процентах:

$$P \% = \pm \frac{100 \mu}{x}$$

Показатель точности величин, полученных в результате алгебраических действий с другими величинами, получали суммированием абсолютных значений показателей точности входящих величин.

В результате подсчетов определено, что для изучаемых параметров показатель точности лежит в пределах  $P = \pm 5\%$ .

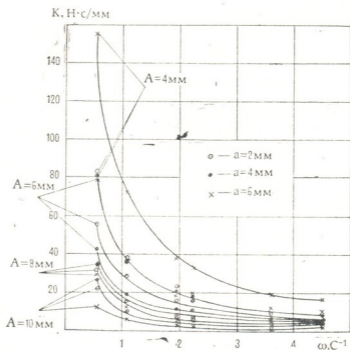


Рис. 3. Зависимость коэффициента неупругого сопротивления  $K$  упругого элемента сцепного устройства от частоты колебания  $\omega$  при разных предварительных деформациях  $a$  и амплитудах колебания  $A$

На рис. 2 приведена зависимость динамической жесткости  $Sk$  упругого элемента сцепного устройства от частоты колебания  $\omega$  при разных предварительных деформациях  $a$  и амплитудах колебания  $A$ , а на рис. 3 — зависимость коэффициента неупругого сопротивления  $K$  упругого элемента сцепного устройства от частоты колебания  $\omega$  при разных предварительных деформациях  $a$  и амплитудах колебания  $A$ .

Из рис. 2 и 3 видно, что коэффициенты демпфирования и жесткости упругого элемента сцепного устройства меняются в больших пределах. Максимальное значение жесткости  $Sk$  получается при амплитуде колебания  $A=4$  мм с предварительным натягом упругого элемента  $a=6$  мм, а минимальное значение — при  $A=6$  мм,  $a=4$  мм. Жесткость  $Sk$  увеличивается с увеличением частоты колебания  $\omega$  при всех режимах нагружения.



Кoefficient დემფირვანია  $K$  იმეფ მაქსიმალური ზანური პრი  $A=4$  მმ,  $a=6$  მმ ი  $\omega=0,59$   $C^{-1}$ , ა მინიმალური ზანური — პრი  $A=10$  მმ,  $a=6$  მმ.

პრივედენური ვ რაბე მატერიალი — ხარაქტერიტიკი უპრიუგი ელემენტი სენური უპრიუფრუვა (ჯეფტკოფი ი დემფირვანი) მოქე ბუფ ს უფეხოფ იფოლზოვანი პრი თეორეტიკური იფლედოვანი ვლიანი პრიფეპა ია იაგრიჟენური ტრანსმიფი ავტომობილი. ს ცელო უმენური იაგრიჟენური ტრანსმიფი სლედუფ ვიბრირე სოფრეფუფი ხარაქტერიტიკი  $Ck$  ი  $K$  უპრიუგი ელემენტი.

აკადემია იაკუ გურიკური სსრ  
ინფიფუტი მეფალური  
ი. მ. 50-ლერი სსსრ

(პოფუპილო 30.4.1987)

მანქანათმეფონური

ლ. გაბიძაშვილი, თ. რუსაძე, ბ. ამბროლაძე

ავტომობილის საბუქსირე მოწყობილობის დრეკადი ელემენტი სიხისტი ი დემფირვანის სსტიფლო კვლევა

რეზიუმე

გამოკვლეულია ავტომობილის საბუქსირე მოწყობილობის დრეკადი მახასიაფებლები. მოცემულია სტიენდის სქემა ექსპერიმენტიული კვლევისათვის. მოყვანილია საბუქსირე მოწყობილობის დრეკადი ელემენტი სიხისტი ი დემფირვანის კოეფიციენტი დამოკიდებულება რეფეის ამპლიტუდაზე, სიხირეზე დრეკადი ელემენტი წინასწარი დეფორმაციით.

MACHINE BUILDING SCIENCE

L. G. GABIDZASHVILI, T. P. RUSADZE, B. U. AMEROLADZE

BED INVESTIGATION OF DAMPING AND RIGIDITY OF MOTOR-VEHICLE TRAIN-COUPPLING DEVICE RESILIENT ELEMENT

Summary

Vehicle-coupling device resilient characteristics are investigated. Bed diagram for experimental investigations is presented.

Coefficients of coupling device resilient element damping and rigidity dependence on amplitude and vibration frequency are illustrated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Я. Г. Пановко. Внутреннее трение при колебаниях упругих систем. М., 1960.  
2. О. Н. Касандрова, В. В. Лебедев. Обработка результатов наблюдений. М., 1970.

З. И. ДЖОХАДЗЕ, О. И. КИКАЛИШВИЛИ, Д. Г. ДАРЧИЯ,  
 Ш. Б. КОДУА

## ОПИСАНИЕ ДВИЖЕНИЯ КАПЕЛЬ ЖИДКОСТИ В АППАРАТЕ СО ВСТРЕЧНЫМИ ЗАКРУЧЕННЫМИ ПОТОКАМИ

(Представлено академиком В. И. Гомелаури 11.5.1987)

Для рассмотрения вопроса о движении капель жидкости в криволинейных потоках воздуха принимаются следующие допущения: капли имеют сферическую форму одинакового диаметра, в процессе теплообмена их размеры не меняются, капли не взаимодействуют между собой, объемная концентрация капель жидкости невелика и ее влиянием на газовую фазу можно пренебречь [1—3]. При объемной концентрации, меньшей 2%, толщина пограничного слоя жидкости незначительно меньше расстояния между частицами и коэффициент сопротивления одинаков как для одиночной частицы, так и для совокупности капель.

В неподвижной системе координат уравнение движения капли имеет вид

$$m_k \frac{d\vec{v}_k}{d\tau} = m_k \vec{g} + \vec{F}_{\text{сопр}} \quad (1)$$

Выражение для силы сопротивления имеет вид

$$\vec{F}_{\text{сопр}} = C_D \frac{\pi d_k^2}{8} \rho_B |\vec{v}_B - \vec{v}_k| \cdot (\vec{v}_B - \vec{v}_k), \quad (2)$$

где  $C_D$  — коэффициент аэродинамического сопротивления, согласно [4]

$$C_D = \frac{24}{Re} + 0,248 \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{193}{Re}} \right). \quad (3)$$

Здесь  $v_k$  и  $m_k$  — скорость и масса капли;  $\rho_B$  и  $v_B$  — плотность и скорость воздуха;  $Re = \frac{|\vec{v}_B - \vec{v}_k|}{V_B} d_k$  — число Рейнольдса.

Вследствие того, что течение газа в аппарате является осесимметричным, целесообразно перейти к цилиндрическим координатам. Выражая уравнение (1), с учетом выражения (3), в цилиндрических координатах получаем систему уравнения

$$\left. \begin{aligned} \frac{d_r^2}{d\tau^2} - r \left( \frac{d_\varphi}{d\tau} \right)^2 + b \frac{d_r}{d\tau} &= b v_{rB} \\ r \frac{d_\varphi^2}{d\tau^2} + 2 \frac{d_r}{d\tau} \cdot \frac{d_\varphi}{d\tau} + b_r \frac{d_\varphi}{d\tau} &= b v_{\varphi B} \\ \frac{d_z^2}{d\tau^2} + b \frac{d_z}{d\tau} &= g + b v_{zB} \end{aligned} \right\} \quad (4)$$



где

$$b = \frac{\rho_B}{d_k \rho_k} \left[ 0,186 |\bar{v}_B - \bar{v}_k| \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{193 v_B}{d_k |\bar{v}_B - \bar{v}_k|}} \right) + \frac{18 v_B}{d_k} \right],$$

$$|\bar{v}_B - \bar{v}_k| = \sqrt{\left( \frac{d_r}{d_r} - v_{rB} \right)^2 + \left( r \frac{d_\varphi}{d_r} - v_{\varphi B} \right)^2 + \left( \frac{d_z}{d_r} - v_{zB} \right)^2}.$$

В правые части нелинейных дифференциальных уравнений (4) входят составляющие скорости газового потока ( $v_{rB}$ ,  $v_{\varphi B}$ ,  $v_{zB}$ ), которые определяют поле скоростей в рабочем объеме аппарата. Формулы для расчета  $v_{rB}$ ,  $v_{\varphi B}$ ,  $v_{zB}$  были получены в работе [5].

Сформулируем начальные условия для линейной системы дифференциальных уравнений (4) следующим образом:  
при

$$\tau = 0 \quad r = r_1; \quad z = h_1; \quad \varphi = 0$$

$$v_{rk} = -v_{ok} \cos \gamma_\phi; \quad v_{zk} = -v_{ok} \sin \gamma_\phi, \quad (5)$$

где  $\gamma_\phi$  — угол наклона форсунки.

Система (4) с начальным условием (5) аналитически не решается, поэтому она была решена численно на ЭВМ ЕС-1020 методом Рунге—Кутты. При этом определялись траектория движения и время пребывания капель в рабочем пространстве аппарата.

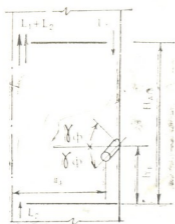


Рис. 1. Схема аппарата со встречными закрученными потоками:  $L_1$  — расход воздуха, подаваемого в аппарат сверху;  $L_2$  — расход воздуха, подаваемого в аппарат снизу;  $L_1+L_2$  — выход воздуха, покидающего аппарат

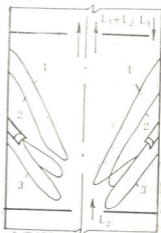


Рис. 2. Траектории движения капли жидкости в аппарате при  $D_{\text{ан}} = 500$  мм;  $d_k = 300$  мкм;  $H_{\text{ан}} = 2,6 D_{\text{ан}}$ ;  $\gamma_\phi = 60^\circ$ ;  
 $\epsilon = \frac{L_2}{L_1} = 0,45$ ;  $(V_\rho) = 8,2$  кг/(м<sup>2</sup>с); 1 —  $v_{\text{ок}} = 12$  м/с, 2 —  $v_{\text{ок}} = 15$  м/с, 3 —  $v_{\text{ок}} = 18$  м/с

На рис. 2 приведены траектории движения капель при разных скоростях их вылета из форсунки и при различных скоростях потоков воздуха. Уменьшение начальной скорости вылета капель приводит к удлинению траектории, т. е. капля жидкости дольше находится в активной зоне аппарата, что способствует более полному протеканию процессов теплообмена. На рис. 3 приведена зависимость време-





Z. I. JOKHADZE, O. I. KIKALISHVILI, D. G. DARCHIA, Sh. B. KODUA

## THE MOVEMENT OF LIQUID DROPS IN THE APPARATUS WITH SWIRLET COUNTER FLOWS

### Summary

The paper deals with the movement of discrete water drops in the apparatus with swirllet counter flows, designed for air-conditioning systems. A system of equations has been derived which describes the movement of water drops in the operating space of the apparatus. The results of computer calculations are discussed. The trajectory of the drop movement is determined and its existence time within the active space of the apparatus is calculated.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. А. Дикий и др. Сб. «Теплофизика и теплотехника», вып. 28. М., 1975, 112—115.
2. М. Г. Тарабанов и др. Тепло- и массообмен в камерах орошения кондиционеров с форсунками распыления. Красноярск, 1974.
3. С. Соу. Гидродинамика многофазных систем. М., 1971.
4. В. М. Кейс. Конвективный тепло- и массообмен. М., 1972.
5. Б. С. Сажин, З. И. Джохадзе, Б. П. Лукачевский. Сб. «Водоснабжение и теплоснабжение». Тбилиси, 1984, 25—29.

Л. А. КАНЧАВЕЛИ

НОВЫЕ РОДЫ И ВИДЫ ГРИБОВ ДЛЯ ГРУЗИИ  
ИЗ СЕМЕЙСТВА DEMATIACEAE

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Ш. Нахуцришвили 2.2.1987)

Во время сбора микологического материала в 1985—1986 гг. в Ахметском государственном заповеднике (Восточная Грузия) было выявлено два новых и редких рода и вида для Грузии.

1. *Ceratosporella stipitata* (Goid.) Hughes (рис. 1). На *Castanea sativa* Mill. Бацарское ущелье 22.III.1986. По литературным данным [1, 2], отмечается на грабе и каштане в Великобритании [1], на опавших листьях *Pieris japonicae* в Японии [2].

Ниже приводим описание: колонии распростерты, коричневые, бархатистые. Мицелий погружен в субстрат. Стромы, гиподии и сеты отсутствуют. Конидиеносцы макронематичные, мононематичные,

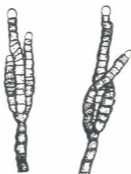


Рис. 1. Конидиеносцы с конидиями

прямые, неразветвленные, коричневые, до 80—100 мкм длиной и 5—9 мкм шириной.

Конидиогенные клетки интегрированные, терминальные, монобластические, перкурентные, цилиндрические. Конидии единичные, акрогенные, разветвленные, коричневые, гладкие. Ветки конидий многоклеточные, часто соприкасающиеся друг с другом по всей длине. Ветки до 100—120 мкм длиной и 6—10 мкм толщиной. Каждая ветка имеет до 25—30 перегородок, с перетяжками у септ.

2. *Conoplea fusca* (Pers.) (рис. 2). На сухих ветвях *Taxus baccata* L. Бацарское ущелье 10.V, 15.IX.1985. На *Carpinus caucasica* A. Grossh. Бабанеури 10.IX.1985, 25.III.1986. На *Crataegus* sp. Бабанеури 25.VIII.1985, 24.III, 25.III.1986. На *Fagus orientalis* Lipsky, Бабанеури 24.III.1986.

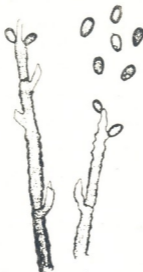


Рис. 2. Конидиеносцы с конидиями

По литературным данным, характеризуется довольно частой встречаемостью на стеблях и иногда на листьях травянистых растений, а также на опавших ветках кустарников и древесных пород. Распространен в Европе и Северной Америке [1].

Приводим описание: колонии коричневые, рассыпчатые, стромы маленькие. Конидиеносцы макронематичные, мономатичные, разветвленные, коричневые, местами шиповатые, до 350—400 мкм длиной и 3—5 мкм толщиной. Конидиогенные клетки полибластические, интегрированные, терминальные, симподиальные, более или менее цилиндрические.

Конидии эллипсоидальные или яйцевидные, часто с проростковыми порами, от бледноокрашенных до коричневых, длиной 5,2—7,7 мкм, шириной 5,2—6,5 мкм.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт ботаники  
им. Н. Н. Кецховели

(Поступило 13.2.1987)

ლ. კანჩაველი

სოკოთა ახალი გვარები და სახეობები საქართველოს  
მიკოფლორისათვის DEMATIACEAE-ს ოჯახიდან

რეზიუმე

1985—1986 წწ. ახმეტის სახელმწიფო ნაკრძალში მოპოვებული მიკოლო-  
გიური მასალის დამუშავების შედეგად გამოვლინდა საქართველოს მიკოფლო-  
რისათვის ახალი გვარები.

BOTANY

L. A. KANCHAVELI

NEW GENERA AND SPECIES OF FUNGI FROM THE FAMILY  
*DEMATIACEAE* IN THE GEORGIAN MYCOFLORA

Summary

A study of mycological material, collected in the Akhmeta state reserva-  
tion (eastern Georgia) in 1985—1986, has revealed two genera from the fa-  
mily *Dematiaceae* which are rarely found in Georgia.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. B. Ellis. *Dematiaceous Hyphomycetes* Kew, England 1971.
2. T. Matsushima. *Icones microfungorum a Matsushima lectorum* Kobe, Japan 1975.



В. В. МЕУНАРГИЯ, В. Ш. ЛОРКИПАНИДЗЕ, Н. В. САЛАМАТИНА,  
 И. Г. МЕСТИАШВИЛИ, Н. И. КОРПАШВИЛИ, Л. Г. БОЛКВАДЗЕ,  
 Н. Н. ДЖАВАХИШВИЛИ, М. Г. ПХОВЕЛИШВИЛИ,  
 М. А. МАЙСУРАДЗЕ

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭРИТРОЦИТАРНЫХ ИЗОАНТИГЕНОВ  
 ГЕНЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ГРУПП КРОВИ В ЭТНИЧЕСКИХ  
 ГРУППАХ ЗАПАДНОЙ ГРУЗИИ

(Представлено академиком Н. А. Джавахишвили 17.8.1986)

В настоящей статье представлены данные о распределении генетических маркеров шести эритроцитарных систем групп крови (ABO, MNSs, P, Резус, Келл-Челлано и Даффи) в восьми этнических группах Западной Грузии (имеретинцы, гурийцы, мегрелы, аджарцы, сваны, лечхумцы и рачинцы) (табл. 1, 2).

Методы типирования, расчет частот генов и результаты статистической обработки данных приведены нами ранее [1].

Система ABO. Изученные этнические группы Западной Грузии по сравнению с этническими группами Восточной Грузии характеризуются более высокой частотой группы 0 (50—63) и низкой — групп А и В (20—36 и 7—19% соответственно). Генные частоты располагаются в порядке  $r > p > q$ . Полученные данные вполне согласуются с данными других авторов [2—5]. Вычисленные значения  $\chi^2$  указывают на соответствие наблюдаемых фенотипических данных ожидаемым согласно гипотезе о генетическом равновесии популяции ( $\chi^2$  колеблется в пределах 0,637—2,130). Проверка на однородность, проведенная методом  $\chi^2$  попарно для всех групп, выделяет лазов, достоверно отличающихся по этой системе от рачинцев. Между другими группами достоверных различий не наблюдается.

Система MNSs. Почти во всех изученных этнических группах Западной Грузии, так же как и Восточной Грузии, преобладает частота гомозиготного фенотипа MM (исключение составляют аджарцы и лазы) [1]. Частота гена *m* преобладает над частотой гена *n*. Вычисленные значения  $\chi^2$  указывают на удовлетворительное соответствие наблюдаемых фенотипических данных ожидаемым только в четырех этнических группах (имеретинцы, аджарцы, лазы и рачинцы,  $\chi^2$  колеблется в пределах 0,12—1,4). Проверка на однородность, проведенная попарно для всех групп, выделяет аджарцев, достоверно отличающихся по этой системе от всех групп, кроме лазов ( $\chi^2=24,8-94,2$ ,  $P=0,00$ ). Последние однородны с аджарцами и имеретинцами ( $\chi^2=2,42-3,59$ ,  $P=0,06-0,11$ ). Имеретинцы достоверно отличаются от гурийцев, мегрелов, сванов и рачинцев ( $\chi^2=8,65-46,52$ ,  $P=0,00-0,005$ ) и однородны с лечхумцами ( $\chi^2=2,76$ ,  $P=0,09$ ).

Система P. В целом для этнических групп Западной Грузии характерна более высокая частота P положительных лиц по сравнению с восточногрузинскими группами [1]. Преобладание частоты P(+) над P(-) свойственно имеретинцам, гурийцам и аджарцам. Наиболее высока частота гена P<sub>2</sub> у сванов, рачинцев и лечхумцев, достоверно отличающихся от имеретин, гурийцев, аджарцев и лазов ( $\chi^2=7,71-82,7$ ,  $P=0,00-0,007$ ). Имеретинцы и гурийцы не различаются по этой системе между собой ( $\chi^2=0,23$ ,  $P=0,63$ ). Мегрелы однородны с лазами ( $\chi^2=0,006$ ,  $P=0,94$ ), лечхумцами ( $\chi^2=2,20$ ,  $P=0,14$ ) и рачинцами ( $\chi^2=2,15$ ,  $P=0,14$ ).

Таблица 1  
 Распределение частот генов и фенотипов генетических систем групп крови  
 среди этнических групп Западной Грузии

Этниче- ская группа	Имеретинцы			Гурийцы			Мегрелы			Аджарцы		
	N <sub>0</sub>	F <sub>0</sub>	Частота гена	N <sub>0</sub>	F <sub>0</sub>	Частота гена	N <sub>0</sub>	F <sub>0</sub>	Частота гена	N <sub>0</sub>	F <sub>0</sub>	Частота гена
ABO												
O	567	5265	r=7269	361	5899	r=7720	562	6162	r=7875	552	5203	r=7221
A	336	3120	p=1887	181	2957	p=1690	274	3004	p=1697	388	3657	p=2192
B	142	1318	q=0844	62	1013	q=0590	67	0735	q=0428	95	0895	q=0587
AB	32	0297	=	8	0131		9	0099		26	0245	=
Σ	1077			612			912			1061		
MNSs												
MM	336	5091	m=6932	202	6711	m=7724	322	6427	m=7584	230	3112	m=5683
MN	243	3682	n=3068	61	2027	n=2275	116	2315	n=2415	380	5142	n=4317
NN	81	1227		38	1262		63	1257		129	1746	=
Σ	660			301			501			739		
P												
P+	394	5970	P <sub>1</sub> =3652	184	6113	P <sub>1</sub> =3765	235	4691	P <sub>1</sub> =2714	387	5237	P <sub>1</sub> =3099
P-	266	4030	P <sub>2</sub> =6348	117	3887	P <sub>2</sub> =6235	266	5309	P <sub>2</sub> =7286	352	4763	P <sub>2</sub> =6901
Σ	660			301			501			739		
K-k												
K+	75	1829	K=0961	53	1761	K=0923	108	2156	K=1143	159	2151	K=1142
K-	335	8171	k=9039	248	8239	k=9077	393	7844	k=8857	380	7849	k=8358
Σ	410			301			501			739		
Rhesus												
D+	911	8459	D=6074	522	8529	D=6185	798	8750	D=6464	911	8522	D=6156
D-	166	1541	d=3926	90	1471	d=3835	114	1250	d=3536	153	1478	d=3844
Σ	1077			612			912			1069		
Duffy												
Fy <sup>a+</sup>	68	1659	Fy <sup>a</sup> =0867	79	2624	Fy <sup>a</sup> =1412	109	2176	Fy <sup>a</sup> =1155	320	4330	Fy <sup>a</sup> =2470
Fy <sup>a-</sup>	342	8341	Fy <sup>b</sup> =9133	222	7375	Fy <sup>b</sup> =8588	392	7824	Fy <sup>b</sup> =8845	419	5670	Fy <sup>b</sup> =7530
Σ	410			301			501			739		

N<sub>0</sub>—наблюдаемое количество лиц с данным фенотипом, F<sub>0</sub>—наблюдаемая частота фенотипа.

Система Келл-Челлано. Во всех изученных группах К(-) преобладает над К(+). Однако по сравнению с большинством европеоидов они характеризуются более высокой частотой К(+), сравнимой лишь с восточногрузинскими этническими группами [1]. Частота гена К наиболее высока у лечхумцев, достоверно отличающихся от имеретин, гурийцев, рачинцев и лазов ( $\chi^2=5,30-7,12$ ,  $P=0,008-0,02$ ). Между остальными группами статистически достоверных различий по этой системе не наблюдается.

Система Резус. Антиген D обнаружен у 78-88% обследованных. Частота гена D сравнима с большинством европеоидов Европы, но несколько ниже, чем у ряда этнических групп Восточной Грузии [1]. Наиболее низкой частотой гена D выделяются лечхумцы, достоверно отличающиеся от остальных групп ( $\chi^2=4,85-12,14$ ,  $P=0,00-0,02$ ). Мегрелы отличаются от рачинцев, сванов и аджарцев ( $\chi^2=3,96-16,09$ ,  $P=0,00-0,05$ ).

Система Дафффи. Для всех этнических групп Западной Грузии, так же как и этнических групп Восточной Грузии, характерной



Распределение частот генов и фенотипов генетических систем групп крови среди этнических групп Западной Грузии

Этническая группа	Лазы			Сваны			Лечхумцы			Рачинцы		
	N <sub>0</sub>	F <sub>0</sub>	Частота гена	N <sub>0</sub>	F <sub>0</sub>	Частота гена	N <sub>0</sub>	F <sub>0</sub>	Частота гена	N <sub>0</sub>	F <sub>0</sub>	Частота гена
ABO												
O	144	6288	r=7988	160	5178	r=7236	119	5694	r=7612	290	4991	r=7096
A	63	2751	p=1517	106	3430	p=2040	43	2057	p=1338	206	3546	p=2143
B	21	917	q=0495	36	1165	q=0724	38	1818	q=1201	69	1188	q=0761
AB	1	0044		7	0226		9	0431		16	0275	
Σ	229			309			209			581		
MNSs												
MM	42	4158	m=6386	226	7314	m=6058	63	6058	m=7500	171	5876	m=7594
MN	45	4455	n=3613	33	1068	n=2152	30	2885	n=2500	100	3437	n=2105
NN	14	1386		50	1618		11	1057		20	0687	
Σ	101			309			104			291		
P												
P+	47	4653	P <sub>1</sub> =2688	92	2977	P <sub>1</sub> =1620	41	3942	P <sub>1</sub> =2217	122	4192	P <sub>1</sub> =2379
P-	54	5347	P <sub>2</sub> =7312	217	7023	P <sub>2</sub> =8380	63	6058	P <sub>2</sub> =7783	169	5808	P <sub>2</sub> =7621
Σ	101			309			104			291		
K-k												
K+	16	1584	K=0826	66	2136	K=1132	30	2885	K=1565	50	1718	K=0899
K-	85	8416	k=9174	243	7864	k=8868	74	7115	k=8435	241	8282	k=9101
Σ	101			309			104			291		
Rhesus												
D+	202	8821	D=6566	260	8414	D=6018	165	7895	D=5412	490	8434	D=6043
D-	27	1179	d=3433	49	1586	d=3982	44	2105	d=4588	91	1566	d=3957
Σ	229			309			209			581		
Duffy												
Fy <sup>a+</sup>	50	4951	Fy <sup>a</sup> =2894	62	2006	Fy <sup>a</sup> =1059	27	2596	Fy <sup>a</sup> =1395	73	2509	Fy <sup>a</sup> =1345
Fy <sup>a-</sup>	51	5049	Fy <sup>b</sup> =7106	247	7994	Fy <sup>b</sup> =8941	77	7404	Fy <sup>b</sup> =8605	218	7491	Fy <sup>b</sup> =8555
Σ	101			309			104			291		

N<sub>0</sub> — наблюдаемое количество лиц с данным фенотипом, F<sub>0</sub> — наблюдаемая частота фенотипа.

особенностью является низкая частота Fy<sup>a</sup> по сравнению с большинством европеоидов Европы [1, 5].

Среди изученных групп более высокой частотой гена Fy<sup>a</sup> выделяются аджарцы и лазы, не различающиеся между собой по этой системе ( $\chi^2=1,69$ , P=0,19), но отличающиеся от остальных групп ( $\chi^2=7,53-88,13$ , P=0,00—0,0005). По частоте гена Fy<sup>a</sup> имеретинцы достоверно отличаются от лечхумцев, гурийцев, мегрелов и рачинцев ( $\chi^2=5,26-88,13$ , P=0,00—0,04). Между остальными группами статистически достоверных различий не наблюдается.

Изучение распределения генетических маркеров эритроцитарных систем групп крови показало, что этническим группам Западной Грузии свойственны особенности в распределении антигенов различных серологических систем. От этнических групп Восточной Грузии они выделяются более высокой частотой гена r и низкой — p и q системы ABO, более высокой частотой гена P<sub>1</sub> системы P. Изученные этнические группы Западной Грузии отличаются и от большинства европеоидов как «в Европе», так и «вне Европы» повышенной частотой гена K

системы Келл-Челлано и низкой гена  $Fy^3$  системы Даффи. Выявленные особенности интересны не только в плане популяционной иммуногенетики, но имеют и важное практическое значение для гемотрансфузиологов.

НИИ гематологии и переливания крови  
 им. Г. М. Мухадзе  
 МЗ ГССР

(Поступило 5.9.1986)

გენეტიკა და სელექცია

მ. მიუნარგია, ვ. ლორთქიანიძე, ნ. სალამატინა, ი. მესტიაშვილი,  
 ნ. კორპაშვილი, ლ. ბოლკვაძე, ნ. ჯავახიშვილი, მ. ფხოველიშვილი,  
 მ. მაისურაძე

სისხლის ჯგუფების გენეტიკური სისტემების ერიტროციტარული იზონანტიგენების განაწილება დასავლეთ საქართველოს ეთნიკურ ჯგუფებში

რეზიუმე

დასავლეთ საქართველოს რვა ეთნიკურ ჯგუფში შესწავლილია ერიტროციტული იზონანტიგენების გენეტიკური სისტემების (ABO, MNSs, P, K-k, Rh და  $Fy$ ) გავრცელება.

კვლევის შედეგად გამოვლენილია ამ ანტიგენების განაწილების თავისებურებანი დასავლეთ საქართველოს ეთნიკურ ჯგუფებში.

#### GENETICS AND SELECTION

V. V. MEUNARGIA, V. Sh. LORTKIPANIDZE, N. V. SALAMATINA,  
 I. G. MESTIASHVILI, N. I. KORPASHVILI, L. G. BOLKVDADZE,  
 N. N. JAVAKHISHVILI, M. G. PKHOVELISHVILI, M. A. MAISRADZE

#### THE DISTRIBUTION OF ERYTHROCYTIC ISOANTIGENS IN ETHNIC GROUPS OF WESTERN GEORGIA

##### Summary

The distribution of blood groups (ABO, Rh, MNSs, Kell-Chellano and Duffy) among eight ethnic groups of western Georgia has been studied. The paper presents peculiarities of the distribution frequency of genetic markers and the corresponding genes of erythrocytic systems.

##### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Ш. Лорткипанидзе, Н. В. Саламатина, И. Г. Местиашвили, В. В. Меунаргия, Н. И. Корпашвили, Л. Г. Болквადзе, Н. Н. Джавахишвили, М. А. Майсурадзе. Сообщения АН ГССР, 128, № 1, 1987.
2. Е. М. Семеновская. Сов. этнография, 3, 1936.
3. Л. М. Фридман. «Кровяни группы» (Киев), 4, 1930.
4. А. А. Воронов. Сб. «Антропология и геногеография». М., 1974.
5. A. E. Mourant, A. C. Kopec, K. Domaniewska-Sobczak. The distribution of the human blood groups and other polymorphisms. N.-Y, L-T, 1976.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

А. Н. БАКУРАДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР), Л. Н. ГУГУШВИЛИ,  
М. Т. ДЖАФАРЛИ

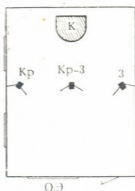
РОЛЬ ВТОРИЧНЫХ ЗРИТЕЛЬНЫХ КОРКОВЫХ ПОЛЕЙ  
В ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ОТСРОЧЕННЫХ  
РЕАКЦИЙ НИЗШИХ ОБЕЗЬЯН

У высших позвоночных животных (кошки, собаки, обезьяны) для высшей интеграции зрительной корковой деятельности, связанной с их психической деятельностью, прежде всего в виде сохранения и репродукции образов внешнего мира служат поля 18 и 19 неокортекса [1].

Ввиду определенных различий в строении зрительных полей между кошками, собаками [2] и обезьянами, а также в связи с высоким уровнем развития обезьян и общими с человеком особенностями структурной и функциональной организации мозга, исследование роли этих полей в осуществлении пространственных отсроченных реакций представляет значительный интерес.

С этой целью у обезьян (макак-лапундер) вырабатывали условно-рефлекторное хождение (в условиях свободного передвижения) к двум двусторчатым шторам одинакового цвета и размера, расположенным у боковых стен экспериментальной комнаты. Расстояние между стартовой клеткой, расположенной у задней стены экспериментальной комнаты, и шторами составляло 3 м. В качестве условных сигналов использовали световые раздражители, установленные в верхней части шторы (рис. 1).

Рис. 1. Схематическое изображение экспериментальной комнаты при исследовании пространственных отсроченных реакций в условиях свободного перемещения животных



У обезьян вырабатывали различение между право- и левосторонними условно-рефлекторными зрительными сигналами — красным кругом (диаметром 15 см) слева и зеленым кругом (диаметром 10 см) справа. Сигнальные световые фигуры предъявляли животным в случайном порядке по таблице случайных чисел [3].



При восприятии одного из раздражителей обезьяна должна совершить побегку к одной из боковых ширм, а при восприятии другого — к симметрично расположенной ширме. В этих случаях животное выпускали из клетки в момент предъявления сигнала.

После многократного сочетания сигнала с приемом пищи условное хождение было автоматизировано, т. е. осуществлялось при помощи хорошо проторенных временных нервных связей, и был сформирован целостный поведенческий акт, состоящий из побегки животного от стартовой клетки к соответствующим ширмам со скрытым периодом, равным примерно 3—5 сек, с последующим подкреплением и возвращением в клетку. Выработанная зрительная дискриминация при этом составляла 95% правильных решений.

После упрочения условного рефлекса переходили к основной программе эксперимента. В опыт вводили отсрочку 3—5 мин. При такой отсрочке процент правильных решений достигал 86—91,2%.

После билатерального удаления вторичных зон зрительных корковых полей (18 и 19) при полной сохранности предметного зрения у обезьян в течение 50—60 дней отмечалось нарушение исполнения пространственных отсроченных реакций на зрительные раздражители с сохранением дифференцирования условных раздражителей. Уровень зрительной дискриминации был равен 66,4% правильных решений. В первые 2—3 послеоперационные недели обезьяны допускали ошибки даже при 20—25-секундной отсрочке.

В дальнейшем, однако, эта функция восстанавливалась, хотя и очень медленно.

В следующей серии (в условиях двигательного ограничения) исследовали опознание цветных стимулов. С этой целью животным, находящимся в клетке, предъявляли две кормушки, расположенные в горизонтальной плоскости на деревянной подставке. Расстояние между кормушками составляло 30 см. Для стимулов и фонов использовали два цвета: красный и зеленый. Стимулы предъявляли на цветном фоне (цветные квадратики из бумаги, красный и зеленый, приклеивали к крышке каждой кормушки).

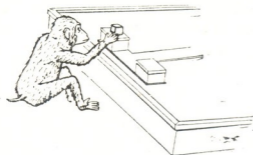


Рис. 2. Схематическое изображение экспериментальной ситуации при исследовании пространственных отсроченных реакций в условиях двигательного ограничения

Опыт заключался в следующем. На виду у обезьян в одну из кормушек закладывали еду и на заряженную кормушку ставили кубик того же цвета, что и крышка кормушки. Выбор кормушки осуществлялся обезьянами безошибочно. После 5—8 предъявлений переходили к следующей серии эксперимента. Обе кормушки экранировали непрозрачной ширмой и в одну из кормушек закладывали еду. На заряженную кормушку ставили кубик соответствующего цвета, после чего ширму убирали. После 15-секундной экспозиции убирали и кубик, и кормушки через определенный промежуток времени (1—1,5 мин) предъявляли животным. Правильные решения в этой серии составляли 87%. Порядок закладывания приманки в кормушки производили также в случайном порядке по таблице случайных чисел (рис. 2).

После билатерального удаления полей 18 и 19 зрительной коры обезьяны теряют способность к отсроченным реакциям на зрительные условные сигналы, в то время как выработанный условный пищеводвигательный рефлекс сохраняется. Уровень правильных решений в этой серии эксперимента составлял 56,8%. Позднее, спустя 1,5—2 месяца способность к отсроченным реакциям восстанавливается медленно.

Таким образом, наши исследования по изучению функции ассоциативных областей коры большого мозга (полей 18 и 19) показали, что после их удаления у обезьян нарушаются пространственные отсроченные реакции на зрительные условные сигналы, в то время как автоматизированный условный рефлекс сохраняется полностью.

Полученные данные подтвердили важность вторичной зоны зрительного анализатора в психонервной деятельности обезьян.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт физиологии  
 им. И. С. Бериташвили

(Поступило 30.5.1986)

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ბ. ბაკურაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი), ლ. გუგუშვილი,  
 მ. ჯაფარლი

მეორადი მხედველობითი ქერქული ველების როლი უდაბლესი  
 მაიმუნების მიერ სივრცობრივი დაყოვნებული რეაქციების  
 განხორციელებაში

რეზიუმე

უდაბლეს მაიმუნებში შევისწავლეთ სივრცობრივი დაყოვნებული რეაქციები მეორადი მხედველობითი ქერქული ველების მოცილების შემდეგ როგორც ცხოველთა თავისუფალი გადაადგილების პირობებში, ისე მოძრაობის შეზღუდვისას.

აღმოჩნდა, რომ მხედველობითი ქერქის მე-18 და მე-19 ველების მოცილების შემდეგ სივრცობრივი დაყოვნებული რეაქციები დარღვეულია, ხოლო ავტომატიზებული პირობითი რეფლექსი შენახულია მთლიანად.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

A. N. BAKURADZE, L. N. GUGUSHVILI, M. T. JAFARLI

THE ROLE OF SECONDARY VISUAL CORTEX IN THE  
 PERFORMANCE OF SPATIAL DELAYED REACTIONS

Summary

Spatial delayed reactions in lower monkeys under conditions of free and restricted locomotion were studied following the ablation of secondary visual cortex.



In both series of experiments the spatial delayed reactions to visual conditioned signals following the ablation of fields 18 and 19 of the visual neocortex appeared to be disturbed, whereas the automatized conditional reflex was completely preserved.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. С. Беритов. Структура и функции коры большого мозга. М., 1969.
2. Е. Школьник-Яросс. Физиология сенсорных систем, I. Т., 1971.
3. L. W. Gellerman. J. Genet. Psychol., 42, 1933.

П. О. ГАЧАВА, Р. Я. КИПИАНИ

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ГАММА-РАДИАЦИИ НА СКОРОСТЬ ОБРАЗОВАНИЯ АГРЕГИРОВАННОЙ ФОРМЫ ХЛОРОФИЛЛА У ЭТИОЛИРОВАННЫХ ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. М. Заалишвили 10.12.1986)

Действие ионизирующей радиации на живые организмы вызывает значительные, легко обнаруживаемые нарушения их жизнедеятельности. Так, установлено, что при гамма-облучении растительных организмов в них образуются токсические вещества [1], а их рост и развитие угнетаются [2]. Рядом ученых изучены морфологические изменения [3] и хромосомные aberrации в растениях, подвергшихся гамма-облучению, исследовано влияние ионизирующих излучений на фотосинтетическую активность [4], окислительное фосфорилирование и синтез некоторых органических веществ и на ряд других параметров и процессов жизнедеятельности живых организмов.

Наряду с повреждающим действием на живые организмы, ионизирующая радиация может при соответствующем подборе доз оказать на них положительное действие.

Значительное различие в радиочувствительности между растительными и животными организмами позволяет использовать ионизирующую радиацию для предохранения растительных продуктов от вредителей сельского хозяйства. Как правило, облучение в дозе 100—200 Гр полностью приостанавливает размножение и развитие вредителей, не влияя в то же время на пищевые достоинства сухого растительного материала [5]. Ионизирующую радиацию можно также использовать для предпосевого облучения семян с целью увеличения урожая и повышения его качества, при этом можно добиться 10—20%-го увеличения урожая [6]. Для пшеницы стимулирующими дозами гамма-облучения являются в зависимости от сорта дозы 5—150 Гр.

В нашей работе изучалось с помощью метода низкотемпературной флуоресценции влияние предпосевого гамма-облучения сухих семян пшеницы на процесс зеленения этиолированных проростков, выросших из этих семян, точнее, на скорость образования агрегированной формы хлорофилла с длинноволновым максимумом 735 нм. Такой подход был выбран нами на основании теоретических исследований и разработок сотрудников Московского государственного университета [7—9]. Согласно этим работам, регистрация спектров низкотемпературной флуоресценции этиолированных растений на стадии проростков как методический подход оправдана тем, что позволяет проследить



естественный ход развития процесса фотосинтеза и формирования продуктивности.

Для эксперимента были взяты высокоурожайные районированные сорта пшеницы: Безостая I, Дукат и Деда, а также новый сорт Мухрани. Семена облучались на установке РХМ-гамма-20 дозами 50, 100 и 250 Гр. После облучения семена выращивались в термостате в полной темноте при постоянной температуре (+20°C) и влажности (60%), после чего 7-дневные проростки освещались лампами дневного света (6 000 лк).

Измерения проводились на спектрофотометре СФЛ-1 (ФЭУ М 12 FVC 51, лампа ДКСШ-420, фильтры СЗС 24, СЗС 22 (в камере) и ОС 11 (в монохроматоре), напряжение на ФЭУ 1200 в, длина волны возбуждающего света 492 нм). Полученные результаты приведены в таблице.

Время образования Хл 735 (мин)

Сорт	Контроль (отсутствие облучения)	При дозах облучения, Гр		
		50	100	250
Безостая I	150	180	105	110
Дукат	135	135	105	120
Деда	165	165	90	130
Мухрани	185	135	135	150

Как видно из таблицы, доза 100 Гр оказывает максимальный стимулирующий эффект на следующие сорта: Безостую I, Дукат и Деда, а для Мухрани такими дозами являются 50 и 100 Гр. При дозах от 100 до 250 Гр время образования Хл 735 у всех сортов увеличивается, а при дозах выше 250 Гр имеет место сильное угнетение роста и развития проростков. При дозах же ниже 50 Гр отклонения от контроля не наблюдалось.

Полученные нами результаты дают основание считать определенную скорость появления максимума Хл 735 в этиолированных листьях (метод регистрации спектров низкотемпературной флуоресценции) весьма перспективным при выборе таких доз предпосевного облучения семян, с помощью которых можно повысить урожайность растений и эффективность селекционных работ.

Московский государственный университет  
им. М. В. Ломоносова

(Поступило 22.1.1987)

ბიოფიზიკა

ბ. ლაბავა, რ. ყიფიანი

დაბალტემპერატურული ფლუორესცენციის მეთოდის გამოყენებით  
გამა-რადიაციის მოქმედების უსწავლა ქლოროფილის  
აბრეზირებად უზრუნველყოფის წარმოქმნის სისწრაფეზე ხორბლის  
ეთიოლირებად აღმოჩენა

რეზიუმე

შესწავლილია დაბალტემპერატურული მეთოდის გამოყენებით გამა-რადიაციის მოქმედება ქლოროფილის აგრეგირებად ფორმის წარმოქმნის სისწრაფეზე, რომელიც ხორბლის პროდუქტიულობის მაჩვენებლად ითვლება.



P. O. GACHAVA, R. Ya. KIPIANI

## USE OF THE LOW-TEMPERATURE FLUORESCENCE METHOD IN THE STUDY OF THE EFFECT OF GAMMA-RADIATION ON THE RATE OF FORMATION OF THE AGGREGATED FORM OF CHLOROPHYLL IN ETIOLATED WHEAT SPROUTS

### Summary

The effect of gamma-radiation on the rate of formation of Chlorophyll-735, which can be considered as wheat productivity index, has been studied by the low-temperature fluorescence method.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. М. Кузин. Радиобиология, 2, 1962, 340.
2. А. М. Кузин, А. Касымов. Радиобиология, 4, 1963, 472.
3. А. Х. Сперроу, Э. Ганкель. Применение радиоактивных изотопов в промышленности, медицине и сельском хозяйстве. М., 1956, 490.
4. А. М. Кузин, Сун Чи, Г. Н. Саенко. Биофизика, 3, 1958, 325.
5. Г. В. Сумароков. Биофизика, 3, 1958, 374.
6. А. М. Кузин. Предпосевное облучение семян сельскохозяйственных культур. М., 1963.
7. Л. Ф. Николаева, Е. Б. Поршнева. Изучение процессов, индуцируемых кратковременным освещением, в этилированных листьях кукурузы. М., 1970, 241.
8. Л. Ф. Николаева, Б. А. Рубин, Н. Б. Флорова. С.-х. биол., т. 10, № 3, 1975, 343.
9. Л. Ф. Николаева, Е. Б. Поршнева, Н. Б. Флорова. Формирование фотосинтетического пигментного аппарата у проростков пшеницы различной продуктивности при зеленении. М., 1979, 63.

Т. С. МГАЛОБЛИШВИЛИ, О. Л. ДЗАДЗУА, М. И. ГОГУАДЗЕ,  
 В. П. ГВАСАЛИЯ, Т. Г. АНДРОНИКАШВИЛИ (член-корреспондент  
 АН ГССР), В. П. КАМКАМИДZE, Л. Н. ОДИЛАВАДZE

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ХЕЛАТНЫХ ПРЕПАРАТОВ И КЛИНОПТИЛОЛИТСОДЕРЖАЩИХ ТУФОВ НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЧАЙНОГО ЛИСТА

Все биохимические процессы, происходящие в растениях, во многом зависят от степени снабжения их микроэлементами, агрохимическая роль которых многогранна. При недостатке того или иного микроэлемента нарушается нормальный цикл развития растения и для его восстановления необходимо вносить недостающий элемент.

Как уже сообщалось [1—4], наиболее удобной формой внесения микроэлементов являются их хелатные соединения с производными углеводов, которые не изменяются под действием почвенных коллоидов, не токсичны и легко ассимилируются растениями.

В этой связи представлялось интересным изучение влияния подкормки чайного растения хелатными соединениями на синтез и накопление основных компонентов чайного листа, обуславливающих его качество. К таким компонентам относятся дубильные вещества, кофеин, эфирное масло и др.

Для подкормки растений концентраты хелатов, содержащие до 80% активного вещества, разбавлялись водой в соотношении 1:100. Количества концентрата каждого хелата, вносимого под куст, приводятся в скобках: хелат железа (50 и 80 мл), хелат марганца (20 и 40 мл), хелат цинка (25 и 40 мл), хелат магния (30 и 50 мл), хелат кобальта (10 и 15 мл), хелат алюминия (20 и 50 мл), хелат молибдена (20 и 35 мл).

Таблица 1  
 Влияние подкормки чайных кустов хелатами на содержание дубильных и экстрактивных веществ, кофеина и эфирного масла в листьях

Внесенные хелаты	Содержание экстрактивных веществ, %		Содержание дубильных веществ, %		Содержание кофеина, %		Содержание эфирного масла, мл 0,02 н. КМnO <sub>4</sub>	
	Мин. доза	Макс. доза	Мин. доза	Макс. доза	Мин. доза	Макс. доза	Мин. доза	Макс. доза
Хелат марганца	42,79	426,5	26,83	26,83	2,40	2,53	103,3	117,8
Хелат цинка	43,41	43,23	27,80	28,48	2,49	2,62	103,5	111,8
Хелат молибдена	42,75	42,49	25,96	26,60	2,37	2,50	113,0	139,1
Хелат магния	43,36	42,84	27,13	28,16	2,51	2,66	108,7	126,7
Хелат железа	43,28	43,03	27,45	28,04	2,50	2,67	109,1	129,9
Хелат алюминия	43,28	42,93	27,10	28,15	2,47	2,66	96,1	102,4
Хелат кобальта	42,71	42,26	25,29	26,45	2,27	2,46	98,9	111,2
Клиноптилолит—500 г на куст	41,71		24,78		2,31		89,3	
Контроль—хозяйственный фон	41,90		24,27		2,18		87,3	



Для анализа отбирались пробы двухлистных флешей, биохимические анализы проводились с мая по сентябрь. Результаты сведены в табл. 1.

Из таблицы видно, что подкормка чайных кустов хелатами способствует образованию и накоплению дубильных и экстрактивных веществ, кофеина и эфирного масла. Наибольший эффект в отношении синтеза дубильных веществ и кофеина в листьях чая наблюдается при применении хелатов цинка, магния и железа. Сезонная динамика показала, что содержание дубильных веществ в листьях чая возрастает от весны к лету и вновь снижается к осени.

Таблица 2

Влияние подкормки чайных кустов хелатами и клиноптилолитом на содержание катехинов в листьях чая (мг на 1 г сухого вещества, среднее за сезон)

Хелаты	Сумма катехинов	(-)-ЭГК	(+)-ГК	(-)-ЭК	(-)-ЭГКГ	(-)-ЭКГ
Максимальные дозы						
Хелат марганца	216,29	31,51	10,20	7,17	144,14	23,45
Хелат цинка	235,48	36,83	8,98	6,49	153,50	26,07
Хелат молибдена	207,23	30,24	10,01	7,55	135,94	23,49
Хелат магния	220,77	32,69	9,79	6,79	148,04	23,82
Хелат железа	228,35	34,10	9,51	6,80	152,81	25,13
Хелат алюминия	223,57	31,89	9,57	7,27	150,25	24,58
Хелат кобальта	205,67	29,01	10,03	7,56	135,57	23,50
Клиноптилолит—500 г на куст	192,39	28,65	11,32	7,69	123,16	21,57
Контроль—хозяйственный фон	176,73	25,22	13,18	9,50	107,27	21,56
Минимальные дозы						
Хелат марганца	200,94	28,92	11,50	7,53	131,50	21,84
Хелат цинка	220,39	34,34	10,08	7,22	145,14	23,61
Хелат молибдена	199,29	28,10	11,34	8,03	129,60	22,22
Хелат магния	211,17	30,22	10,61	7,54	140,12	22,68
Хелат железа	215,20	31,88	10,71	7,26	141,61	23,74
Хелат алюминия	206,21	21,07	10,62	7,51	136,26	22,75
Хелат кобальта	194,84	26,45	11,09	7,91	127,53	21,86

Характерной особенностью обмена чайного растения является синтез в больших количествах фенольных соединений с преобладанием катехинов. Катехины обнаружены почти во всех органах растения. Они появляются с момента прорастания семян и на протяжении жизнедеятельности растений принимают активное участие в обмене веществ. В результате превращений катехинов образуются соединения, которые придают готовому продукту чая цвет, вкус и частично аромат.

В составе катехинов чайного растения особое место занимают: (-)-эпигаллокатехин (ЭГК), (+)-галлокатехин (ГК), (-)-эпикатехин (ЭК), (-)-эпигаллокатехингаллат (ЭГКГ) и (-)-эпикатехингал-

лат (ЭКГ). Результаты определения катехинов в чайном листе представлены в табл. 2.

Как показывает таблица, подкормка чайных кустов хелатами способствует увеличению содержания катехинов в листьях, причем на протяжении всего вегетационного периода наиболее интенсивно протекает синтез (—)-эпигаллокатехингаллата. На синтез указанных соединений наиболее эффективно действуют хелаты цинка, железа и алюминия. Содержание их максимально в августе и снижается к осени.

Проведенное исследование по выявлению влияния хелатных соединений индивидуальных металлов и клиноптилолита на накопление основных компонентов, обуславливающих качество чая, позволило создать препарат для практического применения, состоящий из хелатов железа, цинка, марганца, молибдена и клиноптилолита. Препарат готовился перемешиванием 5 кг клиноптилолита с 1 л приготовленной смеси хелатов. Под каждый куст вносилось по 0,6 кг указанной массы.

Таблица 3

Влияние подкормки чайных кустов хелатными соединениями микроэлементов и их комбинацией с клиноптилолитом на основные биохимические показатели качества чайного листа (средние на сезон)

Варианты опыта	Дубильные вещества, % на сухое вещество	Экстрактивные вещества, % на сухое вещество	Кофеин, % на сухое вещество	Содержание эфирного масла, мл 0,02 н. КМnO <sub>4</sub>	Катехины, мг на 1 г сухого вещества					
					Сумма	(—)-ЭКГ	(+)-ГК	(—)-ЭК	(—)-ЭКГ	(—)-ЭКГ
Контроль	23,26	41,61	2,27	68,6	185,33	25,89	13,08	8,74	117,78	19,84
Подкормка препаратом из хелатов железа, марганца, цинка и молибдена	24,99	42,02	2,48	80,20	205,90	31,30	10,26	7,03	133,56	23,75
Подкормка препаратом из хелатов железа, марганца, цинка, молибдена и клиноптилолита	25,18	42,10	2,44	83,4	205,88	31,09	10,78	7,27	133,45	23,29

В табл. 3 приводятся данные анализов на содержание экстрактивных и дубильных веществ, кофеина, эфирного масла и катехинов под влиянием как препарата из хелатных соединений, так и препарата, содержащего хелаты и клиноптилолит. Из таблицы явствует, что подкормка чайных кустов препаратом, содержащим клиноптилолит, способствует более интенсивному образованию и накоплению всех компонентов, обуславливающих качество чайного листа.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт физической и  
органической химии

Сухумский филиал  
ВНПОЧНЦК

(Поступило 9.1.1986)

თ. მგალობლიშვილი, თ. ძაძუა, მ. გოგუაძე, მ. გვასალია,  
თ. ანდრონიკაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი),  
მ. კამკამიძე, ლ. ოდილაძე

ხელატური პრეპარატების და კლინოპტილოლითუმეცველი ტუფის  
გავლენის კვლევა ჩაის ფოთლების ხარისხის ბიოქიმიურ  
მაჩვენებლებზე

რეზიუმე

შესწავლილია ინდივიდუალურ მეტალთა ხელატების გავლენა ჩაის ხა-  
რისხის განმსაზღვრელ კომპონენტების შემცველობაზე.

შედგენილია პრეპარატი პრაქტიკული გამოყენებისათვის.

ნაჩვენებია, რომ აღნიშნული პრეპარატის კლინოპტილოლითთან კომბინა-  
ციით ჩაის ბუჩქების გამოკვებისას უფრო ინტენსიურად წარმოიქმნება ყველა  
ის კომპონენტი, რომელიც განსაზღვრავს ჩაის ფოთლების ხარისხს.

BIOCHEMISTRY

T. S. MGALOBlishvili, O. L. DZADZUA, M. I. GOGUADZE, V. P. GVASALIA,  
T. G. ANDRONIKASHVILI, V. P. KAMKAMIDZE, L. N. ODILAVADZE

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF CHELATES AND  
CLINOPTILOLITE-RICH TUFFS ON BIOCHEMICAL INDICES OF  
TEA LEAF QUALITY

Summary

The feeding of tea bushes with chelates of microelements favours the  
accumulation of extractive and tanning matters, caffeine, and volatile oil.  
Preparation based on efficient chelates and clinoptilolite is proposed for  
practical application.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Е. Шишниншвили. Сб. «Хелаты металлов природных соединений и их применение». Тбилиси. 1974, 7.
2. Т. Г. Мазанашвили, И. А. Суликашвили, Р. Г. Гиоргадзе. Там же, 81.
3. Д. В. Бахтадзе. Там же, 115.
4. В. А. Кибishauri. Там же, 124.

МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

Л. Г. АЛЕКСИ-МЕСХИШВИЛИ, М. Б. БАКРАДЗЕ

К ИЗУЧЕНИЮ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ ПЛЕСНЕВЫХ ГРИБОВ

(Представлено академиком Л. А. Канчавели 17.12.1984)

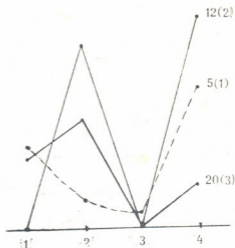
Изучению ферментативной активности плесневых грибов за последние годы уделяется немало внимания. Этому вопросу посвящена монография М. З. Закирова [1], Ю. П. Нюкшей и Л. А. Косенор [2] рассмотрены ферментативные комплексы 12 видов бумагоразрушающих грибов. Изучением ферментов отдельных видов грибов занимается целый ряд исследователей [3—8].

Нами изучались пектинестеразная и полигалактуроназная активность четырех видов бумагоразрушающих грибов, встречающихся в книгохранилищах Института рукописей АН ГССР.

Это *Penicillium chrysogenum* Thom, *Trichoderma lignorum* Tode, *Aspergillus niger* v. Tiegh. и *Alternaria tenuis* Nees.

Была использована питательная среда Чапека с добавлением пектина (2:1). Опыты проводились с тремя повторностями при комнатной температуре.

Рис. 1. Пектинестеразная активность грибов. По оси абсцисс исследуемые грибы: 1. *Trichoderma lignorum* Tode, 2. *Alternaria tenuis* Nees, 3. *Aspergillus niger* v. Tiegh., 4. *Penicillium chrysogenum* Thom. По оси ординат— пектинестеразная активность, %



Для определения ферментов культуральный фильтрат отфильтровывали в фильтре Бьюхнера, измеряли объем жидкости и сухой вес



мицелия. Ферментативная активность исчислялась из 1 г сухого объема. Результаты опытов подытожены на рис. 1, 2.

Как видно из рис. 1, на пятый день высокой пектинестеразной активностью отличаются *Penicillium chrysogenum* Thom, *Trichoderma lignorum* Tode, *Alternaria Tenuis* Nees и *Aspergillus niger* v. Tiegh.

На 12-й день активность *Penicillium chrysogenum* Thom и *Alternaria tenuis* Nees повышается, но в случае *Trichoderma lignorum* Tode и *Aspergillus niger* v. Tiegh. резко понижается. На 20-й день картина меняется: самая высокая активность наблюдается у *Alternaria tenuis* Nees и *Trichoderma lignorum* Tode, у *Penicillium chrysogenum* Thom понижается, а у *Aspergillus niger* v. Tiegh остается равной нулю. Что касается полигалактуроназой активности (см. рис. 2), тут следующая картина: на пятый день высокая активность наблюдается у *Penicillium chrysogenum* Thom, затем у *Alternaria tenuis* Nees, *Aspergillus niger* v. Tiegh, а у *Trichoderma lignorum* Tode равна нулю. В последующие дни полигалактуроназная активность у *Penicillium chrysogenum* Thom, *Alternaria tenuis* Nees и *Aspergillus niger* v. Tiegh понижается, а у *Trichoderma lignorum* T. наблюдается повышение активности.

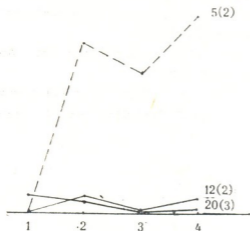


Рис. 2. Полигалактуроназная активность. По оси абсцисс исследуемые грибы: 1. *Trichoderma lignorum* Tode, 2. *Alternaria tenuis* Nees, 3. *Aspergillus niger* v. Tiegh, 4. *Penicillium chrysogenum* Thom. По оси ординат — полигалактуроназная активность, %

Из наших опытов можно заключить, что все исследуемые виды грибов обладают патогенными качествами. Самой высокой ферментативной активностью характеризуются *Alternaria tenuis* Nees и *Penicillium chrysogenum* Thom.

У *Trichoderma lignorum* Tade пектинестеразная активность превышает активность этого же фермента у *Aspergillus niger* v. Tiegh., а в случае полигалактуроназой — наоборот.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт рукописей  
им. К. С. Кекелидзе

(Поступило 30.12.1984)

ლ. ალექსი-მესხიშვილი, მ. ბაკრაძე

ობის სოკოების ფერმენტატიული აქტიუიტივის შესწავლისათვის

რეზიუმე

შესწავლილია ქალაქდამშლელი სოკოების ოთხი წარმომადგენლის პექტოლიტიური აქტიუიტი. პათოგენური თვისებებით ხასიათდება სოკოს ყველა სახეობა. ყველაზე მაღალი ფერმენტატიული აქტიუიტი ახასიათებს *Alternaria tenuis* და *Penicillium chrysogenum*. *Trichoderma lignorum*-ის პექტინესტერაზული აქტიუიტი აღემატება *Aspergillus niger*-ის ამავე ფერმენტის აქტიუიტს, ხოლო პოლიალაქტურონაზულის შემთხვევაში—პირიქით.

MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

L. G. ALEKSI-MESKHISHVILI, M. B. BAKRADZE

ON THE STUDY OF ENZYMIC ACTIVITY OF FUNGI

Summary

Pectolytic activity of 4 types of cellulose-destroying fungi has been studied. All the types of fungi are characterized by pathogenic properties. *Alternaria tenuis* and *Penicillium chrysogenum* are characterized by highest enzymic activity. In *Trichoderma lignorum* the pectolytic activity is higher, and the polyhalacturonase activity is lower than that of *Aspergillus niger*.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. З. Закиров. Ферменты плесневых грибов. Ташкент, 1975.
2. Ю. П. Нюкша, Л. А. Коснор. Микология и фитопатология, 10 (вып. 3), 1976.
3. Д. Ю. Исмаилова, В. И. Бирюзова, Л. Г. Логинова. Микробиология, т. XIV (вып. 5), 1976.
4. М. А. Коварская, Т. К. Чурлис, Р. А. Маркунас. Химия протеолитических ферментов. Вильнюс, 1973.
5. Д. Б. Лифшиц, Е. С. Пауенкер. Химия протеолитических ферментов. Вильнюс, 1973.
6. Л. Г. Лобанок, О. Н. Зинченко, С. Л. Романов, В. В. Сметанин, Л. Т. Богомазова. Микробиология, т. XIV, (вып. 4), 1976.
7. С. Г. Снегирева, Ж. И. Павловская, А. Г. Лобанок, Н. И. Астапович. Прикладная биохимия и микробиология, № 3, 1976.
8. Bompeix Coillbernt. Poiret Bertrand. C. r. Acad. Sci. № 3, 1974.



Г. Г. САМСОНИДЗЕ, К. Н. БАРАБАДЗЕ

## ВОССТАНОВИТЕЛЬНАЯ РЕАКЦИЯ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ПОСЛЕ ОБЛУЧЕНИЯ

(Представлено академиком Н. А. Джавахишвили 18.5.1986)

Данные количественного анализа изменений строения поджелудочной железы (ПЖ) в ответ на общее рентгеновское облучение крыс (в дозе, обеспечивающей обратимые патологические изменения), основанные на повторяющихся среднеарифметических значениях показателей, дали возможность по-новому оценить реакцию изучаемого органа [1—3].

Вес ПЖ и величина ее структурных элементов (площади, занятой паренхимой и стромой, площади одной дольки, площади просвета междольковых и внутريدольковых выводных протоков, площади ацинуса, занятой клетками и просветом, площади, занятой островками) наиболее резко уменьшаются в течение первых 5—15 суток опыта, к концу же месяца эти изменения заметно выравниваются. Значение других показателей (число ацинусов в дольке, островков в одном поле зрения, клеток в ацинусе) увеличивается. Увеличение числа ацинусов в дольке и островков в одном поле зрения объясняется уменьшением величины ацинусов и островков, а также стромы. Увеличение же числа клеток в ацинусе обусловлено их размножением. Следовательно, уже на тканевом уровне анализа органа обнаруживается, с одной стороны, неблагоприятное — уменьшение размера клеток, а с другой стороны, увеличение числа размножающихся клеток. Аналогичная картина наблюдается и на клеточном уровне. Одни показатели панкреоцита (величина клетки, ее цитоплазма, ядра, ядрышка) уменьшаются, другие (число ядер в ацинозной клетке, ядрышек в ядре, индекс митотически делящихся клеток — МИ и индекс отмирающих клеток — ИО) увеличиваются. При этом наибольшие изменения имеют место в начале опыта. Некоторые показатели инсулоцитов (величина клетки, ее цитоплазма и ядра) уменьшаются, некоторые же (величина ядрышка, число ядер в клетке, ядрышек в ядре, МИ и ИО) увеличиваются. Причем реакция клеток проявляется с самого начала опыта. Следовательно, на клеточном уровне анализа органа также обнаруживаются угнетенные и активированные клетки.

Отмеченные факты о реакции организма в ответ на данное воздействие среды — облучение — можно квалифицировать как комбинированную восстановительную реакцию. В данном случае в органе проявляется постэкстремальная реакция (реакция ПЖ на общее облучение организма), носящая компенсаторно-приспособительный характер (воздействие множества поврежденных органов и тканей на ПЖ). Повреждающий фактор (общее облучение) влияет на ПЖ разрушающе. Одна часть клеток погибает сразу, другая — претерпевает тяжелые изменения. Только благодаря подобранной дозе облучения патологические изменения заходят не так глубоко и непогибшие клетки начинают восстанавливаться благодаря активации их жизнестремительной способности (ЖсС) [4—6]. В этом сложном переплете гибель клеток продолжается. Другая их часть, минуя гибель, постепенно восстанавли-



ливается и включается в жизнедеятельность органа. Клетки начинают размножаться. Исход зависит от взаимоотношения процессов гибели и воспроизводства. Только в случае перевеса воспроизводства над гибелью достигается желаемый результат [7]. В основе всех вышеприведенных перестроек органа лежат протекающие на молекулярном уровне физико-химические процессы, определяемые ЖСС клеток. Наблюдаемое уменьшение величины клетки, цитоплазмы и ядра панкреоцитов с самого начала опыта связано с угнетением их ЖСС под влиянием повреждающего фактора. В итоге в клетках понижаются процессы метаболизма с явным преобладанием диссимиляции. Все это определяет состояние тканевых элементов органа и в целом уменьшение его массы. Одновременно надо полагать, что при облучении быстро движущиеся энергетические частицы рентгеновских лучей, подключаясь к биологическому движению живой материи клеток, нарушают их привычный ритм жизнедеятельности. В результате часть клеток погибает, другая — подвергается сложному испытанию. Для последних наступает благополучный исход, т. е. активация ЖСС. Первым выражением этого явления становится увеличение числа и величины ядрышек инсулоцитов, приводящее к усилению их синтетического процесса [8—10]. Единоборство между ассимиляцией и диссимиляцией к концу опыта (90-е сутки после рентгеновского облучения) стихает. Однако в зависимости от силы повреждающего фактора выраженность этих явлений в каждом отдельном случае может заметно варьировать. Особый интерес вызывает увеличение числа ядер в клетках ПЖ в течение первого месяца опыта. Его можно расценить как фактор, мобилизующий ЖСС клеток, направленный на усиление метаболизма путем увеличения числа ядер и ядрышек.

Таким образом, на определенное общее рентгеновское облучение крыс ПЖ реагирует проявлением комбинированной восстановительной реакции (постэкстремальной компенсаторно-приспособительной реакции). Эта реакция, фактически являющаяся активацией ЖСС клеток, приводит к восстановлению органа.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт экспериментальной морфологии  
им. А. Н. Нативили

(Поступило 30.5.1986)

ბისტოლოგია

გ. სამსონიძე, კ. ბარაბაძე

პანკრეასის ალდგენითი რეაქცია დასხვიების შემდეგ

რეზიუმე

რენტგენის გარკვეული დოზით ვირთავების ზოგადი დასხვიების შემდეგ დაზიანებული პანკრეასის ალდგენა ხდება უჯრედების „სიცოცხლისაყენ სწრაფვის უნარის“ გააქტივებით, რომელიც უზრუნველყოფილია მოლეკულურ დონეზე მიმდინარე ფიზიკურ-ქიმიური პროცესებით.

G. G. SAMSONIDZE, K. N. BARABADZE

## THE REACTION OF RESTORATION IN THE PANCREAS FOLLOWING IRRADIATION

## Summary

The restoration of the injured pancreas following the whole-body X-ray irradiation of certain intensity results from activation of life-striving ability of the cells which secure adequate reaction of all chemical and physical processes going on at the molecular level.

## ҚИՐՈՑԻՆԻՑԵՐ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Г. Самсонидзе, К. Н. Барабадзе. Сообщения АН ГССР, 111, № 3, 1983, 637—640.
2. Г. Г. Самсонидзе, К. Н. Барабадзе. Сообщения АН ГССР, 121, № 3, 1986, 637—640.
3. Г. Г. Самсонидзе, К. Н. Барабадзе. Сообщения АН ГССР, 124, № 1, 1986, 177—179.
4. Г. Г. Самсонидзе. Сб. «Ультраструктурные основы патологии сердца и сосудов». Тбилиси, 1985, 196—197.
5. Г. Г. Самсонидзе. Материалы I съезда морфологов Таджикистана. Душанбе, 1985, 205.
6. Г. Г. Самсонидзе. Сб. «Гистогенез и регенерация». Л., 1986, 59.
7. Г. Г. Самсонидзе. Сб. «Проблема регенерации патологически измененных органов и обратимости патологических изменений», вып. 66. Горький, 1975, 37.
8. А. Н. Сызганов, Е. Л. Зумеров. Сб. «Раны». Алма-Ата, 1968, 20.
9. T. Caspersson. Cell Growth and Cell Function. N. Y., 1950, 220.
10. C. Brachet. Biochemical Cytology. W., 1957, 516.



ГИСТОЛОГИЯ

Н. Ш. ДЖОГЛИДZE, Р. В. КАПАНАDZE

**ХАРАКТЕРИСТИКА МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ  
МИОКАРДА ПРИ КОРОНАРОГЕННОМ КАРДИОСКЛЕРОZE  
(АТЕРОСКЛЕРОZ, ГИПЕРТОНИЧЕСКАЯ БОЛЕЗНЬ),  
ЯВЛЯЮЩЕМСЯ НЕПОСРЕДСТВЕННОЙ ПРИЧИНОЙ СМЕРТИ**

{Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Деканосидзе 6.7.1987}

Поражение кардиомиоцитов является основной причиной сердечной недостаточности, а нередко определяет и прогноз заболевания [1]. Под недостаточностью сердца понимают истощение всех резервов сердца и состояние организма, при котором сердечно-сосудистая система не может обеспечить системы органов кровью и, следовательно, жизненно необходимыми метаболитами [2—6].

Известно, что в процессе лечения декомпенсированного кардиосклероза, развившегося в условиях стенозирующего коронароатеросклероза, смерть больного нередко наступает скоропостижно. Выяснение объективными методами исследования степени тяжести и распространения патологических процессов в миокарде, т. е. определение индекса повреждения, покажет состояние миокарда и решит вопрос об его совместимости или несовместимости с жизнью. Ретроспективное сопоставление показателей степени повреждения миокарда с клиническими проявлениями болезни, в частности показателями электрокардиограмм, даст возможность еще при жизни больного определить степень повреждения миокарда, что будет способствовать селекции лечебных воздействий соответственно состоянию сердца и организма в целом.

Исходя из вышезложенного нами поставлена цель определить степень тяжести и распространения патологических процессов в миокарде при диффузном мелкоочаговом декомпенсированном кардиосклерозе, не поддающемся современным методам лечения и являющемся непосредственной причиной смерти больного. Следовательно, задачами исследования являются: выявление комплекса гистологических изменений во всех отделах миокарда, метрических особенностей ЭКГ в различных отведениях с последующим определением индекса и, наконец, сопоставление результатов патологоанатомических и клинических исследований с установлением морфологического эквивалента индекса ЭКГ.

Для решения поставленных задач произведены клинико-морфологические исследования.

Клинические исследования заключались в изучении 300 историй болезни и амбулаторных карт больных мужского пола в возрасте от 50 до 75 лет, умерших от недостаточности сердца при коронароатеросклерозе в условиях отсутствия острого инфаркта миокарда.

Патологоанатомический материал включает 750 препаратов сердец лиц, умерших в возрасте 35—75 лет.

Материал для гистологического и гистохимического исследований брался из различных отделов сердца. После соответствующей фиксации срезы окрашивались гематоксилином и эозином, пикрофуксином по Ван-Гизону, суданом III, по методам Селье, Фельгена, Хейля и Гомори.

На основе изучения собственного фактического материала выяснилось, что декомпенсированный кардиосклероз характеризуется комплексом морфологических изменений и изменений ЭКГ.

Комплекс морфологических изменений, являющихся непосредственной причиной смерти, составляют: сужение просвета устья обеих венечных артерий в среднем на 32%; отсутствие гипердиплоидных ядер, указывающее на отсутствие потенции эндомитоза и внутриклеточного обновления; уменьшение поперечного диаметра кардиомиоцитов на  $2,36 \pm 0,04$  мкм; присутствие фиброзной соединительной ткани в миокарде в среднем в количестве 10,0%; наличие во всех отделах сердца паренхиматозной и жировой дистрофии кардиомиоцитов, сопровождающейся деструкцией значительной их части.

Индекс повреждения миокарда, развившегося при коронароатеросклерозе и являющегося непосредственной причиной смерти, составляет 32,5 единицы.

Различия в показателях отдельных зубцов ЭКГ у больных, поддающихся и не поддающихся лечебным воздействиям, выявляются как в начальных фазах декомпенсации, так и в процессе лечения, а также в фазе компенсации до появления первых признаков недостаточности сердца.

Информативными и характерными являются разницы сумм показателей Q-зубца и высоты R- и T-зубцов в фазе компенсации и декомпенсации. Индекс ЭКГ показателей составляет 12,48 мм.

Знание индекса изменений ЭКГ, определяющий прогноз декомпенсированного диффузного мелкоочагового кардиосклероза, развившегося при стенозирующем коронароатеросклерозе, должно способствовать изысканию эффективных мер для лечения больных, не поддающихся применяемому в настоящее время общепринятым лечебным воздействиям.

НИИ кардиологии  
 им. М. Д. Цинцадзе

(Поступило 3.9.1987)

ჰისტოლოგია

ბ. ჯოგლიძე, რ. კაპანაძე

მიოკარდიუმის მორფოფუნქციური ცვლილებების დახასიათება  
 სიკვდილის უშუალოდ გამომწვევი კორონარობუნური  
 კარდიოსკლეროზის დროს (ატეროსკლეროზი, ჰიპერტონული  
 დაბავადა)

რეზიუმე

ჩატარებულია გულის უკმარისობით გარდაცვლილთა მიოკარდის ჰისტოლოგიური, ჰისტოქიმიური და სწვა სახის გამოკვლევა 320 შემთხვევაში, შესწავლილია 300 ავადმყოფობის ისტორია და ამბულატორული ბარათი.

მასალის შესწავლით დადგინდა, რომ დეკომპენსირებულ მიოკარდიუმში გილი აქვს მორფოლოგიურ და ელექტროკარდიოგრაფიულ ცვლილებათა კომპლექსი. ამის საფუძველზე შემუშავებულია მიოკარდიუმის დაზიანების ინდექსი. ეს უკანასკნელი გულის უკმარისობის საწინააღმდეგო სამკურნალო საშუალებათა რაციონალური სელექციის საშუალებას იძლევა.

## HISTOLOGY

N. Sh. JOGLIDZE, R. V. KAPANADZE

 CHARACTERISTICS OF MORPHOFUNCTIONAL CHANGES OF  
 MYOCARDIUM AT CORONARY CARDIOSCLEROSIS  
 (ATHEROSCLEROSIS AND HYPERTENSION)

## Summary

Histological, histochemical, as well as other studies of the myocardium of patients having died of heart failure have been carried out, with 300 cases and outpatients' cards analysed.

A complex of morphological and electrocardiographical changes was found to occur in a deficient myocardium. On the basis of the studies performed, the index of myocardium injuries has been developed, which makes it possible to make an effective and rational choice of preparations to treat the heart failure.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Г. Гусева, О. М. Фоломеева, Р. М. Балабатова, Э. С. Мач. Сб. науч. трудов 2-го Моск. мед. ин-та, 174, 1982, 114—120.
2. Р. В. Кapanadze. О гистохимических изменениях миокарда при остром, прогрессирующем утомлении и стенозе аорты в эксперименте. Тбилиси, 1966.
3. Декомпенсация сердца. Под ред. И. А. Мельника. Ужгород, 1973.
4. Н. М. Мухарлямов, Ю. И. Беленков, И. М. Черпаченко, М. М. Гарина, Р. Н. Агранович, Е. А. Толокнова, Ашкар Гасан. В кн.: «Декомпенсация сердца». Ужгород, 1973, 8—12.
5. Ф. З. Меерсон. Кардиология, 9, 1976, 5—14.
6. А. И. Струков, В. В. Серов. Патологическая анатомия. М., 1979, 133—137.

Л. М. НЕБОЛЬСИНА

## СТЕРЕОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ ОРГАНЕЛЛ ГЕПАТОЦИТОВ ПОСЛЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ СОБАК

(Представлено академиком Н. А. Джавахишвили 25.2.1986)

Поскольку при визуальной оценке морфологических изменений в известной мере может играть роль субъективный фактор, возникает необходимость объективизации степени повреждений. В качестве одного из таких подходов можно рассматривать количественный анализ — морфометрию и стереологию [1]. Количественный морфологический анализ весьма широко применяется при исследовании ультраструктуры клеток, в частности клеток печени [2—7].

Целью работы явился стереологический анализ плотности «упаковки» цистерн зернистой и незернистой цитоплазматической сети гепатоцитов собак на ранних сроках после устранения механического повреждения скелетных мышц бедра. Опыты, проведенные на 32 половозрелых собаках (самцах) с исходным весом тела 18—20 кг и приблизительно одного возраста [8], моделировали изменения, сходные с теми, которые оцениваются как СДР [9]. Контролем служили четыре интактные собаки. Животные забивались спустя 1, 3, 6, 12, 24, 48, 72, 168 часов после устранения механической травмы. Продолжительность воздействия травмы — 5 часов. Для электронно-микроскопических исследований кусочки печени брались из правой медиальной доли органа и обрабатывались по общепринятой методике [8, 10]. Ультратонкие срезы изучались в электронном микроскопе «Tesla BS-500» при увеличении 9 000. Негативные изображения при печатании увеличивались в 2,1 раза. Для проведения стереологического анализа плотности «упаковки» цистерн зернистой и незернистой цитоплазматической сети гепатоцитов использовался метод линейного интегрирования [11], согласно требованиям которого на электронную микрофотографию среза гепатоцита наносилась тест-система, состоящая из линеек равной длины и расположенных параллельно друг другу. В нашем случае тест-система состояла из шести линеек. С учетом электронно-микроскопического и фотографического увеличения цена одного деления линейки — 0,05 мкм, длина одной линейки — 8,5 мкм. Общая длина тест-линеек, наложенных на микрофотографию, — 51 мкм. Общая площадь микрофотографий — 15,74 мкм<sup>2</sup>. Стереологические параметры оценивались при конечном увеличении негативов в 18 900 раз. Определялись объемные плотности цистерн зернистой ( $V_z$ ) и незернистой ( $V_n$ ) цитоплазматической сети гепатоцитов собак в единице площади цитоплазмы. Результаты вычисления обрабатывались по методу вариационной статистики с применением критерия Стьюдента.

Проведенные исследования показали, что  $V_z$  гепатоцитов собак в норме равна  $4,93\% \pm 0,20$ , а  $V_n$  —  $2,18\% \pm 0,16$ . Устранение механического повреждения мышц влияло на величину объемной плотности цистерн как зернистой, так и незернистой цитоплазматической сети

гепатоцитов. Причем для  $V_3$  гепатоцитов собак можно выделить 3 периода. В первом периоде (от 1 до 12 часов эксперимента) не отмечалось статистически достоверного различия данного показателя с нормой почти на всех сроках этого периода, кроме 6-го часа эксперимента. Спустя 6 часов после устранения механического повреждения мышц  $V_3$  гепатоцитов собак, вследствие расширения цистерн зернистой цитоплазматической сети, была больше нормы на 38,74% ( $P < 0,001$ , см. таблицу). Во втором периоде (от 24 до 48 часов наблюдения) наблюдалось прогрессивное увеличение по сравнению с нормой  $V_3$  гепатоцитов. Так, спустя 24 часа эксперимента данный показатель был увеличен на 12,98% ( $P = 0,047$ ), что было обусловлено

Объемные плотности цистерн зернистой и незернистой цитоплазматической сети гепатоцитов собак (%) в норме и в разные сроки после устранения механического повреждения мышц

Сроки наблюдения	$V_3$ в единице площади цитоплазмы		$V_n$ в единице площади цитоплазмы	
	$M \pm m$	P	$M \pm m$	P
Норма	4,93 ± 0,20	—	2,18 ± 0,16	—
1 час	4,74 ± 0,17	0,510	2,25 ± 0,07	0,703
3 часа	4,81 ± 0,44	0,848	2,95 ± 0,22	0,027
6 часов	6,84 ± 0,12	<0,001	5,09 ± 0,10	<0,001
12 часов	4,68 ± 0,15	0,356	2,39 ± 0,20	0,454
24 часа	5,57 ± 0,17	0,047	5,41 ± 0,26	<0,001
48 часов	7,53 ± 0,26	<0,001	5,32 ± 0,27	<0,001
72 часа	4,31 ± 0,24	0,092	2,13 ± 0,13	0,848
168 часов	4,96 ± 0,13	0,924	15,11 ± 1,25	<0,001

расширением цистерн зернистой цитоплазматической сети с явлением дегрануляции их мембран. Спустя 48 часов цистерны зернистой цитоплазматической сети были фрагментированы и беспорядочно расположены в цитоплазме гепатоцитов, отмечалась резкая дегрануляция их мембран. В некоторых гепатоцитах цистерны были гипертрофированы: расширены и фрагментированы. Все это приводило к увеличению  $V_3$  гепатоцитов собак по сравнению с нормой на 52,74% ( $P < 0,001$ , см. таблицу). Третий период (с 72 до 168 часов) — период наступающей нормализации объемной плотности цистерн зернистой цитоплазматической сети гепатоцитов. В этот период в цитоплазме гепатоцитов цистерны зернистой цитоплазматической сети были немногочисленны, узки, с явлением частичной или резкой дегрануляции их мембран. В некоторых гепатоцитах они имели нормальный вид с незначительной дегрануляцией их мембран [12].

Что касается  $V_n$  гепатоцитов собак, то после устранения механического повреждения мышц, она почти на всех сроках эксперимента была выше нормы. Первое увеличение данного показателя по сравнению с нормой наблюдалось спустя 3 часа эксперимента: больше нормы на 35,32% ( $P = 0,027$ , см. таблицу). Спустя 6 часов наблюдения цистерны незернистой цитоплазматической сети расширялись, увеличивалось их количество, что способствовало возрастанию  $V_n$  на 133,49% ( $P < 0,001$ ). Спустя 12 часов после устранения механического повреждения мышц цистерны незернистой цитоплазматической сети оставались незначительно расширенными, но статистическая обработка не выявила достоверной разницы между  $V_n$  в опыте и норме. На последующих сроках опыта (24 и 48 часов) отмечалось значительное расширение и увеличение цистерн незернистой цитоплазматической



сети гепатоцитов собак, вследствие чего  $V_{II}$  была увеличена соответственно на 148,16 и на 144,04%. Спустя 72 часа эксперимента расширение цистерн незернистой цитоплазматической сети по сравнению с предыдущими сроками опыта уменьшалось и  $V_{II}$  приближалась к норме. Однако к концу срока наблюдения (168 часов) отмечалось диффузное увеличение цистерн незернистой цитоплазматической сети, причем часть из них находилась в состоянии фрагментации, другая — деструкции. Все это способствовало тому, что  $V_{II}$  гепатоцитов резко возрастала и была больше нормы на 593,12% ( $P < 0,001$ ).

Итак, выявленные изменения цистерн зернистой цитоплазматической сети свидетельствуют о нарушении клеточного обмена, уменьшении синтеза богатых белком продуктов секреции. Изменения, которые выявлялись в цистернах незернистой цитоплазматической сети, можно оценивать как проявление усиления детоксицирующей активности гепатоцитов на ранних сроках эксперимента и срыв ее к концу срока опыта.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт экспериментальной морфологии  
 им. А. Н. Натишвили

(Поступило 28.2.1986)

ციტოლოგია

ლ. ნაბოლსინა

ძალის ჰეპატოციტების ზოგიერთი ორგანელის სტერეოლოგიური  
 ანალიზი ჩონჩხის კუნთების დაზიანების შემდეგ

რეზიუმე

წარმოდგენილია სტერეოლოგიური ანალიზი ძალების ჰეპატოციტების აგრანულარული და გრანულარული ციტოპლაზმური ბადის არხების „ჩალაგების“ სიმპიდროვის ნორმაში და ჩონჩხის კუნთების მექანიკური დაზიანების მოხსნის ადრეულ ვადებში. ეს სტერეოლოგიური პარამეტრი — უჯრედების ორგანელის მოცულობითი სიმკვრივე — შეიძლება ჩაითვალოს ინფორმაციულად სარწმუნოდ და გვაძლევს წარმოდგენას შესწავლილი სტრუქტურების „ჩალაგების“ სიმპიდროვის მომატებასა და შემცირებაზე.

CYTOLOGY

L. M. NEBOLSINA

STEREOLOGIC ANALYSIS OF SOME ORGANELLES OF  
 HEPATOCYTES AFTER THE DAMAGE OF DOG'S SKELETON  
 MUSCLES

Summary

Stereologic analysis has been made of the "packing" density of granular and agranular cytoplasmic network cisterns of dog hepatocytes in normal condition and on the initial stages following the elimination of mechanical damage to the thigh skeleton muscle.



Such a stereologic parameter as volume density of cell organelles may be considered as sufficiently informative and giving an idea of the increase and decrease of the "packing" density of the structures under study.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Г. Автандилов, Н. И. Яблучанский, К. Д. Салбиев, Л. М. Небольсина. Количественная морфология и математическое моделирование инфаркта миокарда. Новосибирск, 1984.
2. Н. Б. Христолюбова. Функциональная морфология цитоплазматических органелл. Новосибирск, 1977.
3. A. V. Loud. In.: Liver quantitative aspects of structure and function. Basel etc., 1973.
4. A. Kemeny, E. Mezey, M. Palkovits. *Microscopie*, 37, 1980, 181—183.
5. К. Kanai, M. Asada-Kubota, S. Kanamura. *Exp. Pathol.*, 21, 3. 1982, 193—197.
6. Л. М. Небольсина. Сообщения АН ГССР, 99, № 2, 1980, 477—481.
7. P. Bioulac-Sage, L. Dubuisson, P. Bonjean, C. Balabaud. *Gastroenterol. clin. et biol.*, 8, 11, 1984, 856—860.
8. Л. М. Небольсина. Сообщения АН ГССР, 98, № 3, 1975, 717—720.
9. М. И. Кузин. Клиника, патогенез и лечение синдрома длительного раздавливания (травматический токсикоз, краш синдром). М., 1959.
10. Л. М. Небольсина. Сб. «Общие закономерности морфогенеза и регенерации». Тбилиси, 1979, 113—120.
11. Г. Г. Автандилов, В. П. Невзоров, О. Ф. Невзорова. Системный стереологический анализ ультраструктур клеток. Кишинев, 1984.
12. Л. М. Небольсина. II Закавказ. конф. морфологов. Баку, 1978, 207—209.



## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

А. З. ЧИЛАДЗЕ, Н. М. ЛУКАШ, Р. Ш. ХУНДАДЗЕ

СОСТОЯНИЕ ИММУННОГО СТАТУСА У ЖЕНЩИН  
С ПОСЛЕРОДОВЫМИ СЕПТИЧЕСКИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. И. Бахутанивили 12.5.1986)

В последнее десятилетие во всем мире возрастает частота послеродовых септических заболеваний с высоким и неубывающим уровнем летальности [1—5]. Хорошо известно, что при инфекционных заболеваниях имеют место существенные изменения в иммунологической реактивности пациентов, касающиеся как клеточных, так и гуморальных компонентов иммунного ответа [6]. Вместе с тем, проводившиеся до сих пор иммунологические исследования у подобных больных носят разрозненный характер и недостаточно полно оценивают состояние Т- и В-систем иммунитета.

Исследовано 30 женщин с послеродовым гнойным эндомиометритом. Заболевание у 21 больной началось на 3—6-е сутки, у 9 — на 7—9-е сутки после родов. У всех больных отмечались сильный подъем температуры (у 16 — до 39—40°, у 14 — до 38—39°C), озноб (у 19 больных), явления интоксикации (у 22 больных). Болезненность матки наблюдалась у 27 больных, у всех пациенток размер матки не соответствовал нормальной величине и выделения были гнойные. Лейкоцитоз в 25 случаях не превышал  $15 \cdot 10^9$  г/л.

По формам течения заболевания больные разделены на две группы: с благоприятной динамикой (12 человек) и с тяжелым, плохо поддающимся лечению течением воспалительного процесса (18 человек).

На 3—5-е сутки заболевания проведена комплексная оценка иммунологической реактивности, включающая количественный и качественный анализ Т-лимфоцитов (Е-РОК, РБТ с ФГА, соотношение Т-хелперов и Т-супрессоров) и В-лимфоцитов (ЕАС-РОК, IgG, IgA, IgM) системы фагоцитирующих клеток (по спонтанному и активированному восстановлению нитросинего тетразолия) и ряда белков «острой фазы воспаления».

Наиболее существенные различия между больными с благоприятной и неблагоприятной динамикой воспалительного процесса и наибольшие отклонения от принятых нормальных значений отмечаются для критериев, характеризующих клеточный иммунитет. Так, у больных обеих групп снижено по сравнению с нормой количество Т-клеток в периферической крови (в большей степени у больных с тяжелым течением), достоверно уменьшена пролиферативная активность лимфоцитов в присутствии ФГА и значительно ниже нормы уровень Т-лимфоцитов-хелперов (табл. 1).

При тяжелом стойком течении эндомиометрита способность к бласттрансформации в присутствии ФГА подавляется гораздо сильнее ( $P < 0,01$ ), чем при благоприятной динамике заболевания. Достоверные отличия наблюдаются и в относительном содержании в крови Т<sub>H</sub>-клеток (соответствующих по функциональной характеристике Т-хелперам), в то время как уровень синтезируемых иммуноглобулинов классов IgG и IgA не снижен, а IgM у тяжелых больных даже повышен по сравнению с нормальными показателями. Встает вопрос о природе Т-хелперов, подвергшихся супрессии у больных. Одно из воз-

Оценка иммунологического статуса больных с благоприятной и неблагоприятной динамикой воспалительных процессов

Группа больных	Показатели клеточного иммунитета					Показатели гуморального иммунитета			
	% Т-РОК	% T <sub>v</sub> - клеток	% T <sub>H</sub> - клеток	Индекс стимуляции с ФГА	% НСТ восстановления	% ЕАС-РОК	Ig G, Г/л	Ig A, Г/л	Ig M, Г/л
С благоприятной динамикой (n=12)	58,4±3,77	21,6±1,52	32,2±1,86	26,9±2,42	15,4±0,82	15,2±0,64	8,47±0,86	2,39±0,35	1,17±0,26
С тяжелым течением (n=18)	49,8±3,04	18,2±1,31	27,3±1,13	18,2±1,46	14,8±1,7	15,8±1,02	11,49±1,10	2,83±0,54	1,70±0,37
P между группами	P>0,05	P>0,05	P<0,05	P<0,01	P>0,05	P>0,05	P<0,05	P>0,05	P>0,05
Норма	60—70	18—24	40—60	30	8—15	15—20	8,00—16,00	1,8—2,4	0,9—1,6

Таблица 2

Концентрация «белков воспаления» в сыворотке крови больных с благоприятной и неблагоприятной динамикой воспалительных процессов

Группа больных	Концентрация «белков воспаления», Г/л (M±m)								
	Гипоальбумин	α <sub>1</sub> -Антитрипси	Гликопротеин	Гаптоглобин	Церулоплазмин	Кислый α <sub>2</sub> -гликопротеин	α <sub>2</sub> -Микроглобулин	Трансферрин	Преальбумин
С благоприятной динамикой (n=12)	0,60±0,17	2,91±0,31	0,62±0,11	1,1±0,10	0,39±0,02	0,65±0,05	2,35±0,09	2,50±0,26	0,25±0,04
С тяжелым течением (n=18)	0,59±0,12	4,15±0,39	0,56±0,08	2,8±0,32	0,37±0,03	1,60±0,15	2,23±0,12	2,38±0,23	0,25±0,04
P между группами	P>0,05	P<0,05	P>0,05	P>0,05	P>0,05	P<0,05	P>0,05	P>0,05	P>0,05
Здоровые доноры (n=100)	0,56±1,2	2,80±0,31	0,57±0,03	1,9±0,16	0,35±0,04	0,82±0,07	2,41±0,10	2,43±0,19	0,20±0,06

можных объяснений состоит в том, что при тяжелом стойком течении эндомиометрита супрессии подвержены в первую очередь Т-хелперы, хотя это предположение требует тщательной и детальной проверки. Как бы то ни было, обнаруженные отличия в показателях клеточного иммунитета могут служить важным прогностическим показателем течения, поскольку они выявлены на ранних стадиях септического воспаления. Следует отметить, что содержание в крови  $T_H$ -клеток (соответствующих Т-супрессорам) не отличалось у двух групп больных и соответствовало нормальному.

Показатели гуморального иммунитета и функциональной активности нейтрофилов (фактора «неспецифической» защиты от инфекции) в целом мало изменены по сравнению с нормальными и, за исключением повышения уровня IgG у тяжелых больных, не отличались у двух сравниваемых групп. Эти данные позволяют сделать выводы, что для гнойного эндомиометрита характерно состояние вторично приобретенного иммунодефицита с преимущественным поражением Т-звена иммунитета.

В табл. 2 приведены результаты определения «белков воспаления» у больных послеродовым эндомиометритом. Нами установлено, что у больных с тяжелым течением процесса наблюдается статистически достоверное повышение уровня  $\alpha_1$ -антитрипсина, гаптоглобина и кислого  $\alpha_1$ -гликопротеина, т. е. белков «острой фазы воспаления». Помимо того что эти показатели служат дополнительными критериями в диагностике заболевания, они, как и показатели клеточного иммунитета, могут иметь прогностическое значение.

Таким образом, полученные нами данные свидетельствуют, что послеродовые септические заболевания вызывают комплексные нарушения ряда иммунологических показателей, главным образом клеточного иммунного ответа, которые, в свою очередь, определяют характер течения патологического процесса и требуют активного терапевтического вмешательства.

ЦНИЛ института  
 усовершенствования врачей  
 МЗ СССР  
 36-я больница  
 г. Москвы

(Поступило 29.5.1986)

მასპარეზობს შიდა მდიანი

ა. შილაძე, ნ. ლუგაში, რ. ხუნდაძე

იმუნოლოგიური სტატუსის გამოკვლევა კალეზონი მონობიარობის  
 შემდგომი საბტური დაბადებით

რეზიუმე

30 ავადმყოფში გაკეთებულ იქნა Т- და В-ლიმფოციტების რაოდენობრივი და ხარისხობრივი ანალიზი, ფაგოციტოზი, იმუნოგლობულინები და „ანთების მწვავე ფაზის“ ცილები.

მიღებულმა შედეგებმა გვანახა, რომ ავადმყოფობის შედარებით მძიმე მიმდინარეობისათვის დამახასიათებელია Т- და В-ლიმფოციტების პროლიფერა-

ციული აქტივობის დაკლება. ჰუმორალური იმუნიტეტის და ნეიტროფილების ფუნქციონალური აქტივობა ნაკლებად განსხვავდება ნორმისაგან. ამავე დროს აღინიშნება ანთებისათვის დამახასიათებელი ცილების რაოდენობის მომატება. მშობიარობის შემდგომი სეპტიური დაავადებანი ხელს უწყობენ მეორადი იმუნოდეფიციტის განვითარებას.

## EXPERIMENTAL MEDICINE

A. Z. CHILADZE, N. M. LUKASH, R. Sh. KHUNDADZE

### INVESTIGATION OF THE IMMUNOLOGICAL STATUS IN THE POSTNATAL PERIOD IN WOMEN SUFFERING FROM SEPTIC DISEASES

#### Summary

As many as 30 women suffering from postnatal septic diseases have been examined with a view to studying their immunological status.

Quantitative and qualitative analysis of T and B lymphocytes has been performed. The study of phagocytosis immunoglobulins and proteins of the "acute inflammation period" has also been carried out.

According to the results obtained, the relatively acute cases are characterized by the reduction of proliferation activity of T-helper and lymphocytes.

The functional activities of humoral immunity and neutrophils slightly differ from the norm. At the same time the quantity of the proteins characteristic for the inflammatory process was increased in the serum  $\alpha_1$  antitripcin and haptoglobin.

According to the results obtained the postnatal septic diseases facilitate the development of the secondary immunodeficiency, mainly of the cellular character.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. Л. Гуртовой, В. Н. Серов, А. Д. Макацария. Гнойно-септические заболевания в акушерстве. М., 1981, 247.
2. В. И. Кулаков, И. Р. Зяк, Н. Н. Куликова. Послеродовые инфекционные заболевания. М., 1984, 155.
3. А. А. Летучих, Т. М. Обухова, Т. В. Бокарева. Сепсис. Тбилиси, 1984, 293—295.
4. Н. М. Henriksen, Z. Seburtsh. Perinatal, 183, № 6, 1981, 351-353.
5. W. S. Steinman, P. Lumbigaun. Am. J. Obst. Gynecol., vol. 10, 1983, 470-472.
6. М. М. Авербах, А. М. Мороз, А. С. Аит, Б. В. Никоенко. Иммуногенетика инфекционных заболеваний. М., 1985, 161—186.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

И. В. ПАВЛЕНИШВИЛИ, И. А. МАЙСУРАДЗЕ

ХАРАКТЕРИСТИКА ГРАМОТРИЦАТЕЛЬНЫХ МИКРОБОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ КРОВИ ПРИ СЕПСИСЕ И СЕПТИЧЕСКОМ ШОКЕ У НОВОРОЖДЕННЫХ И ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. К. Пагава 1.9.1986)

Актуальность проблемы заболеваний, вызванных условно-патогенными видами микроорганизмов, резко возросла для службы здравоохранения. Все большее значение приобретают представители всех видов энтеробактерий, а также неферментирующих и других грамотрицательных микробов, роль которых в развитии гнойно-воспалительных заболеваний была ранее малоизвестна.

В этой связи нами детально исследовано 1659 культур грамотрицательных микробов, выделенных за последние 5 лет у новорожденных и детей грудного и раннего возраста, больных сепсисом и септическим шоком. Биохимические свойства выделенных штаммов определялись 27 тестами.

Анализ ферментативных свойств изученных культур показал, что штаммы обладают типичным комплексом свойств. Последнее дало возможность идентифицировать их до вида и распределить следующим образом: кишечная палочка—138, цитробактер—14 (в том числе *Citrobacter freundii*—8), клебсиелла—127 (в том числе *Klebsiella pneumoniae*—83), энтеробактер—390 (*cloacae*—49, *aerogenes*—338, *liquefaciens*—3), сerratия—604, протей—120 (*vulgaris*—38, *mirabilis*—74, *morgangi*—2, *rettgeri*—6), псевдомонады—209 (*aeruginosa*—192, *cepacia*—6, *alcaligenes*—9, *putida*—2), *Acinetobacter calcoaceticus*—44, *Flavobacterium meningosepticum*—7, *Hafnia*—4, *Arizona*—1, *Erwinia herbicola*—1. На основании серологического типирования 5 штаммов цитробактер принадлежали к ОВ группе, 3—к ОА группе. У 3 же штаммов выявлено наличие Vi-антигена.

Чувствительность выделенных культур к антибактериальным препаратам определялась полуколичественным диско-диффузионным методом с выделением устойчивых, умеренно устойчивых и чувствительных штаммов и выведением минимальных подавляющих концентраций антибиотиков.

Как показали результаты проведенных исследований, 90—96% культур грамотрицательных микробов были резистентны к эритромицину, олеандомицину, оксациллину, ампициллину, метициллину, пенициллину и линкомицину, 80—85% — к канамицину, тетрациклину и стрептомицину, 70—75% — к карбенициллину и левомецетину, 54% — к гентамицину и 43% — к полимиксину.

Отсутствие стандартных бумажных дисков цепорина, цефатрексила, сизомицина, тобрамицина, амикацина, клафорана и др. несколько затрудняет представить истинную картину чувствительности грамотрицательных микробов. По нашим данным (чувствительность изучалась методом серийных разведений в плотной питательной среде на

несколько меньшем материале — 382 культур), резистентными к сизомицину и тобрамицину (бруламицину) оказались соответственно 38 и 33%, к амикацину — 15%, к клафорану — 14%, а к цеподину — 62% выделенных культур. Анализ динамики антибиотикограмм за последние 5 лет указывает на сравнительно медленный, но неуклонный рост удельного веса полирезистентных штаммов почти всех видов грамотрицательных микробов.

Таким образом, как свидетельствуют полученные данные и собственные клинические наблюдения, в лечении сепсиса и септического шока, вызванного грамотрицательными микробами, у новорожденных и детей раннего возраста до установления антибиотикограммы антибиотиками выбора следует считать гентамицин, сизомицин, тобрамицин, карбенициллин, полимиксин парентерального применения, а антибиотиками резерва — амикацин и клафоран. Клинические наблюдения указывают на малую эффективность цефатрексила.

В настоящее время становится ясным, что существующая в бактериологии биохимическая методика индикации и идентификации микробов громоздка, а выдача окончательных ответов порой задерживается до 6—10 дней, что существенно влияет на эффективность лечения септических заболеваний. В этой связи на сегодняшний день назрела необходимость автоматизации индикационного анализа и развития исследований в области разработки ускоренной идентификации микробов.

Нами была апробирована автоматизированная система MS-2 фирмы „Abbott“, с помощью которой осуществляется идентификация микробов, определяются степень бактериурии и чувствительность к антибиотикам с вычислением подавляющих концентраций последних. Весьма ценной является возможность прямого исследования крови без предварительного выделения гемокультуры. В экстренных случаях, когда бактериальное заражение крови не вызывает сомнений, ответы выдаются через 5 часов после взятия образца. Параллельно изучены 76 культур микробов из семейства Enterobacteriaceae, выделенных у больных сепсисом и септическим шоком. Следует отметить, что результаты биохимической идентификации почти полностью совпали с ответами системы MS-2. Так, совпали 47 культур *Serratia marcescens*, 13—*Enterobacter aerogenes*, 4—*Citrobacter freundii*, 3—*Klebsiella pneumoniae*. Однако 5 культур *Serratia marcescens* идентифицированы как *Enterobacter aerogenes*, 2 культуры *Enterobacter aerogenes*—как *Serratia marcescens* и 1—как *Enterobacter cloacae*, 1 культура *Acinetobacter calcoaceticus*—как *Ersinia*. Судить об идентичности антибиотикограмм трудно из-за разности используемых для этой цели антибиотиков. Как показывают предварительные результаты, ускоренная бактериологическая диагностика с использованием автоматизированных, компьютерных систем является весьма надежной и перспективной и должна занять ведущее место в деле идентификации микробов.

По нашему мнению, важным звеном в снижении заболеваемости сепсисом и повышении эффективности его лечения следует считать решение организационных вопросов регистрации инфекций, вызываемых условно-патогенными грамотрицательными микробами, с консервацией культур и выделением бактериофагов. Селекция и получение новых специфических бактериофагов дадут возможность как проведения целенаправленного и эффективного этиотропного лечения, так и



фаготипирования грамотрицательных микробов. Последнее позволяет не только идентифицировать эпидемические штаммы, проводить внутривидовую их дифференциацию, но и в ряде случаев проследить и установить пути и причину распространения инфекции.

Тбилисский государственный институт  
 усовершенствования врачей  
 МЗ СССР

(Поступило 9.10.1986)

მასპერინიზებული მიდიცინა

ი. შავლენიშვილი, ნ. მაისურაძე

სიფსისით და სიფსისური შოკით დაავადებულ ახალშობილ და  
 აღრეულ ასაკის ბავშვთა სისხლიდან გამოყოფილი გრამუარყოფითი  
 მიკრობების დახასიათება

### რეზიუმე

ახალშობილთა სეფსისის დროს გამოყოფილი გრამუარყოფითი მიკრობები ფართე სპექტრითაა წარმოდგენილი და მათი უმრავლესობა ყველაზე ხშირად ხმარებული ანტიბიოტიკების მიმართ მაღალი მდგრადობით ხასიათდება. განხილულია ანტიბიოტიკოგრამის დადგენამდე ამ მიკრობებით გამოწვეული სეფსისის ანტიბიოტიკოთერაპიის შერჩევის საკითხი. დღეისათვის არსებული კვლევის ბაქტერიოლოგიური მეთოდების სრულყოფას მოითხოვს, რაც უპირველეს ყოვლისა მიკრობების იდენტიფიკაციის დაჩქარებასა და ამ პროცესის ავტომატიზაციისაკენ უნდა იყოს მიმართული. ეპიდემიური შტამების დადგენასა და განსაკუთრებით სეფსისის მკურნალობაში პერსპექტიულია სპეციფიკური ბაქტერიოფაგების გამოყენება.

### EXPERIMENTAL MEDICINE

I. V. PAVLENISHVILI, N. A. MAISURADZE

## CHARACTERISTICS OF GRAM-NEGATIVE MICROBES ISOLATED FROM THE BLOOD AT SEPSIS AND SEPTIC SHOCK IN NEWBORNS AND INFANTS

### Summary

Detailed analysis of 1659 cultures of gram-negative microbes isolated from the blood of newborns and infants suffering from sepsis and septic shock showed that their spectrum is rather wide and is mainly represented by conditionally-pathogenic enterobacteria and nonfermentative bacteria whose resistance towards antibacterial preparations is high. Gentamicin, sizomicin, tobramicin, karbenicillin, and polimiksin should be considered to be selective in the treatment of sepsis caused by these microbes, whereas amikacin and klaforan are used as reserved antibiotics.

Bacteriologic methods of investigations call for further improvement involving primarily a quicker identification of microbes and automation of these processes. The use of specific bacteriophages appears to hold much promise in establishing epidemic strains as well as in the treatment of septic diseases.

М. Г. КАМЕННЫХ

## СЕМАНТИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ ЗАИМСТВОВАННЫХ СЛОВ В РУССКОМ ЯЗЫКЕ

(на материале английской лексики)

(Представлено академиком Ш. В. Дзидзури 4.8.1986)

Семантическая адаптация — центральный и решающий момент в усвоении иноязычного слова.

Рассмотрим некоторые стороны семантической адаптации иноязычных слов в русском языке на материале английской лексики. Остановимся прежде всего на процессе и результатах вхождения заимствованного слова в синонимический ряд. Здесь можно выделить несколько моментов.

Во-первых, заимствованное слово, входя в синонимический ряд, постепенно осваивается в русском языке и начинает употребляться наравне с исконно русскими словами. Так, в XVIII в. в синонимический ряд «осада», «осаждение», «обложение», «окружение», «охват», «оцепление» вошло иноязычное слово «блокада» и стало использоваться в языке наряду с русскими словами.

О семантической адаптации слова «блокада» свидетельствует и то, что, войдя в русский язык только с военным значением, оно постепенно увеличивает свой семантический объем: в современном русском языке это слово уже означает блокаду и экономическую, и политическую, и военную и медицинскую [1, т. I, с. 517].

Во-вторых, входя в синонимический ряд, иноязычное слово может полностью вытеснить русскую лексему или русское составное наименование, например: кондиционер — установка для кондиционирования воздуха; трамвай — электрическая конка; снайпер — меткий стрелок; спринт — бег на короткие дистанции.

В-третьих, иноязычное слово при вхождении в синонимический ряд первоначально используется наравне с другими членами этого ряда, но постепенно начинает играть доминирующую роль в силу более точного обозначения реалии.

Рассмотрим, например, синонимический ряд «цветник», «клумба», «куртина». Он объединяется общим значением «грядка для цветов, обычно в виде какой-либо фигуры, имеющей замкнутую форму».

«Цветник» — исконно русское слово, отмечается еще И. И. Срезневским и издавна употребляется в русском языке.

В «Истории села Горюхина» А. С. Пушкина находим: «Двор, бывший некогда украшен тремя правильными цветниками, меж которых шла широкая дорога, усыпанная песком, теперь обращен был в некошеный луг, на котором паслась бурая корова» [2].

Слово «куртина» было заимствовано в Петровскую эпоху из французского языка и имело два значения: «1. В военном зодчестве называется стена между двумя батальонами, примыкающая ко флангам бастионов. 2. В садах: изгорода, состоящая из дерен» [3].



Слово «клумба» заимствовано из английского языка в XIX в. Интересно, что в начале своего функционирования в русском языке эта лексема характеризовалась семантической неустойчивостью и обозначала «группу деревьев, кустов», т. е. первоначальное значение слова совпало с одним из лексико-семантических вариантов полисемичного английского существительного clump. Постепенно семантика слова уточняется и стабилизируется. Ср., например, употребление этой лексемы в «Мертвых душах» Н. В. Гоголя и в «Анне Карениной» Л. Н. Толстого: «На ней [на горе. — М. К.] были разбросаны по-английски две-три клумбы с кустами сиреней и желтых акаций; пять-шесть берез небольшими купами кое-где возносили свои мелколистные жиденькие вершины» [4]; «Они въехали на усыпанный щебнем и убранный цветником двор, на котором два работника обкладывали взрыленную цветочную клумбу необделанными поздраватыми камнями, и остановились в крытом подъезде» [5].

У Н. В. Гоголя слово «клумба» обозначает «группу деревьев, кустов», а у Л. Н. Толстого — «рядку для цветов в виде фигуры, имеющей замкнутую форму», что подтверждает и синоним «цветник», и определение «цветочная клумба».

Семнадцатитомный словарь русского литературного языка приводит цитату из романа И. С. Тургенева «Вешние воды»: «Джемма миновала беседку и, зайдя за клумбу высоких сиреней, опустилась на скамью». На наш взгляд, эта цитата не совсем точно отражает значение данной лексической единицы, которое определяется в словаре как «часть цветника в виде замкнутой фигуры», здесь же слово «клумба» обозначает «группу деревьев, кустов».

В современном русском языке из трех слов данного синонимического ряда англицизм «клумба» чаще всего употребляется в значении «рядка для цветов в виде какой-либо фигуры, имеющей замкнутую форму». Это объясняется однозначностью и наиболее точным обозначением соответствующей реалии. Слово «цветник» в русском языке полисемично и обозначает «засаженный цветами участок в саду, парке», «особый садик, разбитый для этой цели», «название старинных сборников, состоящих из мелких выписок из книг», «живописную группу молодых девушек, женщин или детей». Французское слово «куртина» также многозначно в русском языке. Все это и обусловило доминирующую роль англицизма «клумба» в данном синонимическом ряду в современном русском литературном языке.

В-четвертых, в результате вхождения в синонимический ряд иноязычного слова происходит семантическая дифференциация русских и заимствованных слов. Так, в синонимический ряд с общей семой «внезапное нападение на противника» — «налет», «набег», «нападение», «приступ», «удар», «атака», «штурм» вошло слово английского происхождения «рейд» и закрепилось в нем со своим лексико-семантическим вариантом: «набег, налет подвижных военных сил в тыл противника с какой-либо боевой целью». Например, в книге М. К. Касвинова «Двадцать три ступени вниз» читаем: «Есаул Граббе в ходе карательного рейда по Прибалтике приказал своим подчиненным: Встречаемых в лесу людей расстреливать. Дома сжигать» [6].

С. А. Беляева справедливо замечает, что слово «рейд» характеризуется высокой степенью семантической адаптации в лексической системе русского языка, и свидетельством этого является наличие у него нового значения, возникшего в русском языке и отсутствующего в английском: «внезапная проверка, производимая группой активной по заданиям общественных организаций» [7, с. 81—82]. Это

подтверждают и словари: в Толковом словаре русского языка под редакцией Д. Н. Ушакова второе значение слова «рейд» дается с пометами «перен.» и «нов.» [8], что говорит о сравнительно недавнем его образовании в русском языке. В ССРЛЯ, МАС это значение дается уже без всяких помет.

У английского же слова *raid* значения «внезапная проверка, производимая группой активистов» нет, и в современном английском языке *raid* обозначает: 1) внезапная атака, произведенная сухопутными, морскими или воздушными военными силами; 2) полицейская облава; 3) налет бандитов с целью грабежа [9, т. II, с. 187].

Семантическая адаптация иноязычного слова проявляется и в том, что постепенно оно перестает обозначать реалии чужой действительности и начинает использоваться для обозначения явлений, понятий, предметов русской жизни, т. е. становится общеупотребительным словом в нашем языке. Это относится к таким словам английского происхождения, как «митинг», «турист», «лидер», «клоун», «туннель», «бедлам», «вокзал», «ростбиф», «бифштекс», «брифинг».

Так, слово «брифинг» недавно появилось в русском языке и первоначально было экзотизмом, обозначая «инструктивное совещание представителей власти с журналистами, цель которого придать пропагандистскую направленность выступлениям американской прессы» [10].

В последнее время слово «брифинг» все чаще употребляется в нашей речи и постепенно теряет свою экзотическую окраску, обозначая «информационную беседу для журналистов» [10].

О семантической ассимиляции иноязычного слова свидетельствуют расширение или сужение его семантического объема, терминологизация, направление переносных значений.

В современном английском языке слово *round* также многозначно: 1) шар; 2) круг, кружок; 3) ряд, серия, цикл; 4) (спорт) игра, партия, тур игры, раунд (в боксе); 5) песня для нескольких человек или для группы; 6) танец, в котором танцоры танцуют по кругу [9, т. II, с. 236].

В русский язык слово «раунд» пришло в XX в. и обозначало «в боксе двух- или трехминутный промежуток времени, в продолжение которого происходит бой» [10]. На русской почве слово «раунд» приобрело переносное значение, которого нет в языке-источнике.

Ульяновский педагогический институт

(Поступило 30.1 1987)

სამთავრობო

ა. კახიანი

სამსახურის სიტყვათა სემანტიკური ადაპტაცია რუსულ ენაში  
(ინგლისური ენის მასალის მიხედვით)

რეზიუმე

სტატიაში ნაჩვენებია, რომ სემანტიკური ადაპტაციის პროცესი წარმოადგენს მეტად მნიშვნელოვან პირობას უცხოური სიტყვის შეთვისების დროს რუსულ ენაში.

M. G. KAMENNYKH

 SEMANTIC ADAPTATION OF BORROWED WORDS IN RUSSIAN  
 (on the basis of the English language)

## Summary

The paper demonstrates the significance of the process of semantic adaptation in the assimilation of foreign words in the Russian language.

## ԼՐՆՈՒՄՆԵՐ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Словарь современного русского литературного языка, тт. I—XVII. М.—Л., 1950—1968.
2. А. С. Пушкин. Собр. соч., т. 5. М., 1975, 103.
3. Словарь Академии Российской, т. III. СПб, 1806—1822, 495—496.
4. Н. В. Гоголь. Мертвые души. М., 1969, 43.
5. Л. Н. Толстой. Анна Каренина. М., 1976, 589.
6. М. К. Касвинов. Двадцать три ступени вниз. М., 1982, 154.
7. С. А. Беляева. Английские слова в русском языке. Владивосток, 1984.
8. Толковый словарь русского языка, т. I—IV. Под ред. Д. Н. Ушакова. М., 1935—1940.
9. Oxford Advanced Learner's Dictionary of Current English, 1982, т. 1—2.
10. Сб. «Новые слова и значения». М., 1984, 104.

ც. საბარული

სისტემური და კონტაქტუალური კონოტაციის საკითხისათვის  
(თანამედროვე ინგლისური ენის მასალაზე)

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა მ. ანდრონიკაშვილმა 5.4.1987)

ენობრივ ერთეულთა — სიტყვათა — სხვადასხვა კუთხით შესწავლას მდიდარი ენათმეცნიერული ტრადიცია აქვს. სიტყვის სემანტიკა კი თავისი მრავალწახნაგოვანი ბუნებით ყოველთვის დიდ ინტერესს იწვევდა. კერძოდ, ენათმეცნიერულ პრაქტიკაში სიტყვის სემანტიკის დენოტაციური მხარის გარდა გამოყოფენ კონოტაციურსაც, როგორც ამ დენოტაციური მნიშვნელობის დამატებით სემანტიკურ ოდენობას.

კონოტაციის პრობლემა არაერთგვაროვნადაა ინტერპრეტირებული სამეცნიერო ლიტერატურაში. არადა, კონოტაციის სწორ მეცნიერულ შესწავლას დიდი თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. თეორიული მნიშვნელობა მდგომარეობს იმაში, რომ სიტყვის სემანტიკის შემადგენელი ნაწილების თავისებურებათა გამოვლენა ხელს უწყობს თვით მნიშვნელობის სწორი ბუნების ამოცნობას; პრაქტიკული მისი მნიშვნელობა კი, უპირველეს ყოვლისა, შეიძლება განისაზღვროს თარგმნის პროცესის სწორი მართვით.

ის, რომ ე. წ. სიტყვის მნიშვნელობის კონოტაციური მხარე ჯერ კიდევ საკმარისად არ არის შესწავლილი, არაერთხელ მიუთითებიათ სპეციალურ ლიტერატურაში. ინგლისურ ენაზე ახლახან გამოცემული ენათმეცნიერულ ტერმინთა ლექსიკონის გაცნობისას კი კიდევ ერთხელ დავრწმუნდით, რომ სიტყვის მნიშვნელობის კონოტაცია საჭიროებს შემდგომ კვლევას. საკამათოა ამ ლექსიკონში მოცემული ლექსიკური ერთეულის child სემანტიკური ანალიზი. ლექსიკონის ავტორის აზრით, აღნიშნული ლექსიკური ერთეულის კონოტაციებია შემდეგი ოდენობები: affectionate, amusing, lovable, sweet, mischievous, irritating, grubby; ე. ი. ყველაფერი, რითაც შესაბამისი დენოტატი child შეიძლება ხასიათდებოდეს სხვადასხვა რეალურ სიტუაციაში. ჩვენი აზრით, კონოტაციის მოვლენა თავისი ბუნებით ლინგვისტურია და მისი გაიგივება ასოციაციურ კავშირებთან არ შეიძლება. კონოტაციური ოდენობები ასევე ასოციაციების საფუძველზე აქვს გამოყოფილი ჯ. ლიჩს [2], როცა იგი იხილავს ლექსიკური ერთეულის woman შემადგენელ სემანტიკურ ოდენობებს.

კონოტაცია ქართულად „თანმხლებ ნიშნად“ უნდა გადმოვიტანოთ. ამრიგად, იგი სიტყვის მნიშვნელობის თანმხლები ოდენობაა. მნიშვნელობას ეს დანამატი სჭირდება არა იმის გამო, რომ იგი ვერ ასრულებს დენოტაციურ-რეფერენციალურ ფუნქციას, არამედ იმისათვის, რომ გამოიხატოს სუბიექტის დამოკიდებულება ასახავი დენოტატისადმი. მაგალითად, კონოტაციური ლექსიკური ერთეულით filthy შეიძლება ასეთი დამოკიდებულების გამოხატვა. თუ რამდენად მნიშვნელოვანია სიტყვას ჰქონდეს ასეთი უნარი, აქ აღარ შევჩერდებით; ეს თვით ენის ბუნებიდან გამომდინარე განსაკუთრებული პარამეტრია.



წობრივი ერთეულის კონოტაციურობის სტატუსის პარამეტრები შემდგომ შე-  
სწავლასა და დადგენას მოითხოვს [3]. ენის ლექსიკაზე დაკვირვებამ დაგვარწმუნა,  
რომ კონოტაციურ ერთეულებად ვერ ჩავთვლით სისტემის ისეთ სემანტიკურ ოდე-  
ნობებს, რომელთა სემური სტრუქტურა მხოლოდ დენოტაციური მხარის ასახვას  
ემსახურება; ასეთებია, მაგალითად, ლექსიკური ერთეულები child, woman. ამას  
გარდა, ლექსიკის ის ნაწილი, რომლებიც ემოციების გამოხატვას ემსახურება, მაგ-  
რამ კონოტაციური ნიშანი არ გააჩნია, კონოტაციის არმქონე ემოწიშენელობებად  
უნდა განვიხილოთ; ასეთებია, მაგალითად, ლექსიკური ერთეულები love, hate,  
fear. ისეთი ემოწიშენელობა კი, რომელსაც გარკვეული დამატებითი ნიშანი აქვს,  
კონოტაციურ ერთეულად უნდა მივიჩნიოთ (მაგალითად, ლექსიკური ერთეული  
worship როგორც ცნება „სიყვარულის“ გამოხატველი ერთეული თავის დიფერენ-  
ციალურ ნიშანთან ერთად). ამასთანავე ერთად საინტერესოა, რომ მთელი რივი  
ლექსიკური ერთეულების სემანტიკურ სტრუქტურაში გვხვდება ისეთი ლექსიკურ-  
სემანტიკური ვარიანტებიც, სადაც დენოტაცია ნულს უდრის, მაგრამ რომლებიც  
მკვეთრად გამოხატული კონოტაციით ხასიათდებიან; მაგალითად, ლექსიკური ერთე-  
ულები damned, lousy, რუსულში жалкий, поганый. აღნიშნული სახის ერთეულები  
კონოტაციურია, ე. ი. აქვთ გარკვეული „თანხლები ნიშანი“. გარდა ასეთი კონ-  
ოტაციური ერთეულებისა, ენას აქვს სხვა ერთეულებიც, რომლებიც მხოლოდ სი-  
ნამდვილისადმი სუბიექტის დამოკიდებულებას გამოხატავენ (მაგალითად, შორისდებ-  
ულები). აღნიშნული ერთეულების სემანტიკური სტრუქტურა შემდგენიერი მოდე-  
ლით ხასიათდება: ნულოვანი დენოტაცია + კონოტაცია.

მნიშვნელობის სემანტიკურ სტრუქტურაში კონოტაციური ერთეულის რე-  
გვარობის დასადგენად წარმატებით შეიძლება გამოიყენოთ ი. ვ. არნოლდ-  
ის მიერ შემუშავებული „განმარტებითი ტრანსფორმაციის“ ცნობილი მე-  
თოდოცა მისი მარტივი ან ეტაპობრივი სახით კონკრეტული საჭიროების მი-  
ხედვით. გ. ტ ა ნ კ ვ ა ს ა და ვ. შ ა ხ ო ვ ს კ ი ს აღნიშნული მეთოდოცა წარ-  
მატებით აქვთ გამოყენებული ისეთი ლექსიკური ერთეულის ანალიზისას რო-  
გორიცაა ზედსართავი სახელი some [4]. ჩატარებულმა ანალიზმა ავტორები  
მიიყვანა იმ დასკვნამდე, რომ აღნიშნული ზედსართავი სახელი მკვეთრად გა-  
მოხატული კონოტაციური ოდენობაა.

ლექსიკურ ერთეულებს თუ სინტაგმატიკურ ჯაჭვში (კონტექსტებში) გან-  
ვიხილავთ, ადვილად დავრწმუნდებით, რომ გარკვეული კონტექსტის გავლენით  
ლექსიკურმა ერთეულმა შეიძლება კონოტაციური სემა შეიძინოს. ასეთი „თან-  
ხლები ნიშნით“ მნიშვნელობის სემანტიკის დატვირთვა კონტექსტის მდიდარ-  
ი შესაძლებლობებითაა გაპირობებული.

კონტექსტში კონოტაციური მნიშვნელობის რეალიზაციის თავისებურება-  
თა ნათელსაყოფად განვიხილოთ კონკრეტული მაგალითი ს. მოემის რომანი-  
დან „მოვარე და ექვსპენიანი“.

(სტრიკლენდი — ეს დიდი ცინიკოსი, ბლანშის სიკვდილის ერთადერთი  
მიზეზი — ჰყვება ბლანშის მეუღლის ვიზიტის ამბავს და თან უმატებს):

„Do you know that the little man came to see me?

„Weren't you rather touched by what he had to say?

„No, I thought it damned silly and sentimental... He is a very bad  
painter... And an excellent cook“. Strickland added derisively“ [5].

მოტანილი კონტექსტიდან ჩანს, როგორ ცდილობს სტრიკლენდი დაამ-  
ცროს ბლანშის მეუღლე — მხატვარი სტროვე; დასცინის კიდევ. მიუხედავად  
იმისა, რომ სტროვე სტრიკლენდის გამო გაუბედურდა, ცინიზმით სავსე სტრი-  
კლენდი არ ერიდება, რომ ამ ტრაგიკულ ფაშასაც კი აღნიშნოს, რომ სტროვე  
ცუდი მხატვარია. მაგრამ მოცემულ სიტუაციას ის გარემოება უფრო ამა-

ფრებს, რომ აქვე სტრიკლენდი შენიშნავს: ცუდი მხატვარია, მაგრამ შესანიშნავი მზარეულიაო (უფრო ადრე სრტოვე ხომ თავდაუზოგავად უვლიდა მომაკვდავ სტრიკლენდს).

მოცემული კონტექსტის ანალიზის საფუძველზე ადვილად დავრწმუნდებით, რომ ენის სისტემის ნეიტრალური ლექსიკური ერთეული man ზემომოტანილ კონტექსტში უარყოფითი ემოსემით რეალიზდება ლექსიკურ ერთეულებთან that little კავშირში. გარდა ამისა, ასევე უარყოფითი კონოტაციური სემითაა დატვირთული ლექსიკური ერთეული cook ლექსიკურ ერთეულებთან bad painter, excellent კავშირის გამო.

კონტექსტებში კონოტაციურ სემათა რაგვარობის დადგენას დიდი მნიშვნელობა აქვს თარგმნის თეორიის პრაქტიკული საკითხების გადაჭრისათვის. ი. ნაიდა თავის შრომაში აღნიშნავს თუ თარგმნის პროცესში რა დიდი მნიშვნელობა აქვს არა ე. წ. „ფორმალურ ეკვივალენტობას“, რომლის დროსაც საჭიროა არსებობდეს დინამიკური ადეკვატური კავშირი ერთის მხრივ ორიგინალის ინფორმაციასა და მის მიმღებს შორის, მეორე მხრივ კი თარგმნილ ტექსტსა და მის მიმღებს შორის [6]. ცხადია, რომ კონოტაციურ ელემენტთა ადეკვატურობის ხარისხი ტექსტთა ამ დინამიური ეკვივალენტობის ხარისხს დიდად განაპირობებს.

რა კონოტაციური პარამეტრებით უნდა შევადაროთ ორიგინალისა და თარგმნილი ტექსტის იდენტურობა მოცემულ პლანში?

ჩვენი აზრით, ი. ნაიდას ე. წ. „დინამიური ეკვივალენტურობის“ პრინციპებიდან გამომდინარე, ეს პარამეტრები უნდა იყოს: ა. პოზიციურობა; ბ. ინტენსივობა; გ. სტილისტური შეფერილობა.

ორიგინალისა და თარგმნილი ტექსტის ადეკვატურობის გაანალიზებისას კონოტაციურ ერთეულთა აღნიშნული პარამეტრების იდენტურობას დიდი ყურადღება უნდა მიექცეს. უდავოა, რომ ენათა განსხვავებული ფილტრების არსებობის გამო ზოგჯერ დანაკარგებსაც შეიძლება ჰქონდეს ადგილი, მაგრამ თარგმნის შემოქმედებით პროცესში უნდა ვეცადოთ, რომ ასეთი დანაკარგები მინიმუმამდე იყოს დაყვანილი.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 18.6.1987)

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

Ц. М. САКАРУЛИ

## К ВОПРОСУ СИСТЕМНОЙ И КОНТЕКСТУАЛЬНОЙ КОННОТАЦИИ

(на материале современного английского языка)

Резюме

В работе изучаются теоретические и практические вопросы системной и контекстуальной коннотации. Автором рекомендуются коннотативные параметры для установления степени адекватности оригинала с переводом.



Ts. M. SAKARULI

## ON SYSTEMIC AND CONTEXTUAL CONNOTATION (ON THE MATERIAL OF THE MODERN ENGLISH LANGUAGE)

## Summary

An attempt is made to study some questions of systematic and contextual connotation. The author recommends connotational parameters to define the degree of adequacy of the original text with its translation.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. Richards, J. Platt, H. Weber. Longman Dictionary of Applied Linguistics, London, 1985.
2. G. Leech. Semantics, London, 1983.
3. А. В. Филиппов. ВЯ, № 1, 1987.
4. Г. В. Танькова, В. И. Шаховский. Сб. «Теоретические вопросы английской филологии». Горький, 1974.
5. S. Maughan. The Moon and Sixpence, Moscow, 1972, p. 149.
6. Ю. Найда. В кн. «Вопросы теории перевода в зарубежной лингвистике». М., 1978.

ი. ცხომილი

## ქალის ტყვიის ქანდაკება კარსნისხევიდან

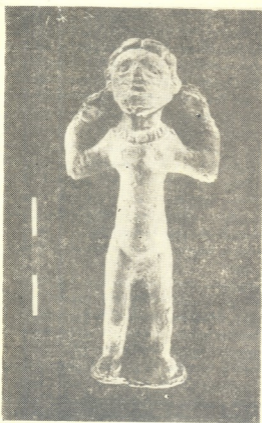
(წარმოადგინა აკადემიოსმა ა. აფაქიძემ 17.7.1986)

მცხეთის მუდმივმოქმედი არქეოლოგიური ექსპედიციის კარსნისხევის რაზმმა 1975 წელს კარსნისხევის მარჯვენა ნაპირზე ხეობის დასასრულს გამოავლინა და გათხარა ძვ. და ახ. წელთაღრიცხვის პირველი საუკუნეების კომპლექსური ძეგლი, რომელიც შედგება ხელოსანთა დასახლების, საწარმოო უბნისა და სამაროვნისაგან. XI კვადრატის კულტურულ ფენაში აღმოჩნდა ქალის ტყვიის ქანდაკება, რომელიც მთლიანი კომპოზიციის ნაწილს უნდა წარმოადგენდეს — უკან მხრებზე ემჩნევა მირჩილვის კვალი. ქანდაკება წარმოადგენს შიშველი ქალის ფიგურას, რომლის სიმაღლე 8,4 სმ-ია. ინვ. № 01/5—260 [1]. ქანდაკების სახის ნაკეთები უხეში და სქემატურია: თავი მოზრდილი, ვიწრო ბრტყელი შუბლით და წინ წამოწეული ნიკაბი; თმები რამდენიმე ადგილას გადაყოფილი, ყურებზე გადაწეული და კეფაზე შეგროვილი აქვს; ყურები მოზრდილია, სახე—ბრტყელი, თვალები—წრეებითაა გადმოცემული, ცხვირი — მოგრძო, პირის ჭრილი — ფართო და ძალიან ახლოა ცხვირთან. დაბალი ყელი გადადის მკვეთრად დაქანებულ ვიწრო მხრებში; ყელს გარშემო ორ ღარად ყელსაბამი შემოუყვება; ღარებს შორის შუა ადგილას წრეა, აქეთ-იქეთ კი ვერტიკალური ნაკაწრები. ხელები — განზე გაწეულია და იდაყვებში მოხრილი თითებით ყურებს ეხება. ორივე ხელის მტევნებზე სამაჯურები უკეთია. მკვეთრად არის გადმოცემული გულმკერდი. ტანი — არაპროპორციულია; შედარებით მოგრძო ტორსი, მოკლე, ერთმანეთისაგან დაშორებულ და მუხლებში მოხრილ ფეხებზე დგას.

არსებობს შეხედულება, რომ ბარბაროსთა ხელოვნების თავისებურებაა ადამიანთა ფიგურების უხეში და პრიმიტიული ნაკეთებით გამოსახვა, რაც ყველაზე მეტად შეიმჩნევა ბრინჯაოს და რკინის ნაკეთობებში. როგორც მამაკაცთა, ისე ქალთა გამოსახულებებს ახასიათებს დიდი თავი, მსხვილი ნაკეთები ქვემოთ წაგრძელებული სახე და ვიწრო შუბლი. [2].

სწორედ ამ ნიშნებით ხასიათდება კარსნისხევიური ქანდაკებაც. ქალის ქანდაკებებს, ფართოდ გავრცელებულს თითქმის მთელ ძველ სამყაროში, უკავშირებენ ნაყოფიერების კულტს, რომელიც განასახიერებს ბუნების მფარველ ძალას — „დიდ დედას“, და უზრუნველყოფს ადამიანების, ცხოველების და მცენარეულობის გამრავლებასა და კეთილდღეობას [3]. გამოირკვეულია, რომ „ღმერთების დედის“ თაყვანისცემა ქართველ ტომებში ჯერ კიდევ გვაროვნული წყობილების რღვევის ხანიდან მოდის [4]. საქართველოს ტერიტორიაზე, არქეოლოგიური გათხრების შედეგად ან შემთხვევით აღმოჩენილია სხვადასხვა პერიოდის და სხვადასხვა მასალისაგან დამზადებული დიდი რაოდენობით ქალის საკულტო ქანდაკებები: ხრამის დიდ გორაზე ნაპოვნია ქალის თიხის ქანდაკებების მთელი სერია, რაც მოწმობს მათ ფართო გავრცელებას ჯერ კიდევ მწარმოებლური კულტურების აყვავების ხანაში [3]. გვიანბრინჯაოს ხანის ქალის ბრინჯაოსაგან ჩამოსხმული ქანდაკება აღმოჩენილია კოდორის ციხის მახლობლად. მისი სახის ნაკეთები სქემატურადაა მოცემული, გულმკერდი—მკვეთ-

რადა გამოკვეთილი, ხელები ზეაბურობილი აქვს [5]. საჩხერის რ-ნის სოფ. გორისაში წმინდაგიორგის ეკლესიაში აღმოჩენილ ბრინჯაოს ქალის შიშველ ქანდაკებას მცირეაზიულ „დიდ დედასთან“ აკავშირებენ [6]; ქალის და მამაკაცის ბრინჯაოს შიშველი ქანდაკებები აღმოჩენილია ვანში, მათ ძვ. წ. III საუკუნით ათარიღებენ [7,8]. მდედრობითი სქესის ღვთაებად არის მიჩნეული საირხის ანტიკური ხანის ნამოსახლარ ფენაში აღმოჩენილი ქალის ქანდაკებაც [9]. დაღესტანში, სოფ. ასახოში მოპოვებული შიშველი ქალის ქანდაკება ზუსტად ისეთივე პოზაში დგას, როგორც კარსნისხევის ქალი. დაღესტანშივე სოფ. ჩალიახოსთან გორასამარხის ვაფხრისას აღმოჩნდა მსგავსი ქალის და მამაკაცის ბრინჯაოს 88 ქანდაკება. ეს ადგილი კი საწესო ადგილად ყოფილა მიჩნეული, სადაც სალოცავად გროვდებოდნენ [10]. დაღესტანში აღმოჩენილი ქანდაკებების წმინდა ადგილებში თავმოყრა კიდევ ერთხელ მიანიშნებენ იმაზე, რომ კარსნისხეველი ქანდაკება ქალღვთაებას უკავშირდება.



სურ. 1

კარსნისხეველი ქანდაკება სტილისტურად დიდ მსგავსებას პოულობს ზეკარის, „ყაზბეგის განძის“ (სტეფანწმინდის) ქანდაკებებთან. მიუხედავად იმისა, რომ ქანდაკებები ითიფალურია და სხვადასხვა პერიოდს ეკუთვნის, მათთვის დამახასიათებელია მოგრძო ვიწრო ტორსი, შედარებით მოკლე ფეხები, რომლებიც მუხლებში ოდნავ მოხრილია და განზეა გადგმული. წარმოდგენილი ქანდაკებების პირისახე ვადმოცემულია ბრტყლად, თვალები დიდრონი აქვთ, ნიკაბი — წინ წამოწეული, ყელი და მკლავი შემკულია ჩუქურთმებით. ვარცხნილობა კეთაზე შეგროვილი შინიონით სრულდება [11, 12]. ზეკარის

და სტეფანწმინდის ქანდაკებათა შედარებითი ანალიზის საფუძველზე დასტურდება მხატვრულ ფორმათა ნათესაობა, შესაბამისი მხატვრული ტრადიციების არსებობა და მიაჩნიათ, რომ ჩვენში აღმოჩენილი ბრინჯაოს ქანდაკებების უმრავლესობა სტილითაც და შინაარსითაც ქართულ-კავკასიური წარმომავლობისა ჩანს [13]. კარსნისხევიში აღმოჩენილი ქანდაკების დასათარიღებლად მნიშვნელოვანია ონის რაიონის სოფ. ღებში აღმოჩენილი აბზინდა [14]: ფანტასტიკურ ორთავიან ირემზე ამხედრებული ქალღვთაების გამოსახულება. მას ხელები ზევით აქვს აწეული, სახე — ტლანქადაა დამუშავებული, ფორმის დეტალიზაცია ძალიან სუსტია და უხეში. ღვთაებას მკაფიოდ გამოსახული მკერდი აქვს და, რაც ყველაზე უფრო დამახასიათებელია ორივე ფიგურისათვის, მოკლე ტორსი, მუხლებში ოდნავ მოხრილ ფეხებზე დგას. ქართული აბზინდები მიეკუთვნება ძვ. წ. II ან. წ. II—III სს. (15). ამრიგად, კარსნისხევის ქალის შიშველი ქანდაკება სტილისტურად ბევრს საერთოს პოულობს შემოდ მიითებულ აბზინდებზე გამოსახულ ქალღმერთთან, რომელიც, როგორც აღინიშნა, ცხოველთა მფარველ ქალღვთაებად არის მიჩნეული და ადგილობრივ ნაკეთობას მიეკუთვნება [13, 15, 16]. ამასთან დაკავშირებით ყურადღებას იქცევს კარსნისხევის გათხრისას აღმოჩენილი ირმის და ჯიხვის საკიდები, რადგან ირმის და ჯიხვის კულტი საქართველოს და საერთოდ კავკასიაში ცხოველთა მფარველ ღვთაებას უკავშირდება. კარსნისხევის ნამოსახლარი ზოგადად ძველი და ახალი წელთაღრიცხვის პირველი საუკუნეებით თარიღდება [1]. იმავე კულტურულ ფენაში აღმოჩენილი ტყვიის ქალღმერთის ქანდაკებაც ძვ. წ. და ახ. წ. პირველი საუკუნეების ძველად უნდა მივიჩნიოთ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ივ. ჯავახიშვილის სახ. ისტორიის, არქეოლოგიისა და ეთნოგრაფიის ინსტიტუტი  
არქეოლოგიური კვლევის ცენტრი

(შემოვიდა 12.9.1986)

ARXEOLOGIA

И. А. ЦУХИШВИЛИ

## ЖЕНСКАЯ СВИНЦОВАЯ СКУЛЬПТУРА ИЗ КАРСНИСХЕВИ

Резюме

Изучение женской свинцовой фигурки из Карснисхевского поселения показало, что она стилистически много общего имеет с обнаруженными на территории Кавказа, изготовленными из различного материала женскими фигурами разного периода. Карснисхевское поселение относится ко второму—первому векам до н. э. Женская скульптура, найденная в том же культурном слое, должна датироваться этим же периодом.

ARCHAEOLOGY

I. A. TSUKHISHVILI

## FEMALE LEADEN FIGURINE FROM KARSNISKHEVI

Summary

An investigation of the leaden figurine from the Karsniskhevi settlement showed that in many ways it is stylistically similar to other figurines

of different periods made of various materials and discovered in the territory of the Caucasus. The Karsniskhevi settlement dates back to the 1-st century B. C. and the 1-st century A. D. The female figurine under study was discovered in the same cultural layer, and it should belong to the same period.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ა. აფაქიძე, ა. კალანდაძე, ვ. ნიკოლაიშვილი. მეცხთა. II, თბილისი, 1978, 8, 19.
2. Н. А. Онайко. Сб. «Художественная культура и археология античного мира». М., 1976, 166.
3. ლ. დლოტი, ალ. ჭავჭავაძე, თ. კიკუჩაძე. ძველის მეგობარი, № 33, 1973, 13, 29.
4. В. В. Бардавелидзе. Древнейшие религиозные верования и обрядное графическое искусство грузинских племен. Тбилиси, 1957, 61.
5. კრ. არქეოლოგიური მასალების კატალოგი, თბილისი, ტ. II, 1955, 30.
6. М. М. Иващенко. Материалы по истории Грузии и Кавказа, 1941, вып. II, 44.
7. ნ. ხოშტარია. ვანი I. თბილისი, 1972, 88.
8. დ. კაპარაძე. ძველის მეგობარი, № 63, 84.
9. ჯ. ნადირაძე. ყვირილის ხეობის არქეოლოგიური ძეგლები. თბილისი, 1975, 112.
10. А. В. Комаров. Изв. Кавк. о-ва истории и археологии, Тифлис, 1884, 40—41.
11. კ. შაკალათია. მიმომხილველი, თბილისი, 1926, 127.
12. ლ. წითლანაძე. ხევის არქეოლოგიური ძეგლები. თბილისი, 1976, 33.
13. შ. ამირანაშვილი. ხელოვნების ისტორია. თბილისი, 1942.
14. გ. გობეჯიშვილი. ბრინჯაოს ქართული უძველესი ბალთები. თბილისი, 1942.
15. მ. ხიდაშელი. ბრინჯაოს მხატვრული დამუშავების ისტორიისათვის ანტიკურ საქართველოში. თბილისი, 1972, 17—28, 65..
16. გ. ლომთათიძე. კლდეების სამაროვანი. თბილისი, 1957, 185—186.

რ. სარაძე

ადრეული თურქული ლექსის ვერსიფიკაციული ბუნების  
ბაზებისათვის („დედე ქორჭუთის წიგნის“ ლექსების მიხედვით)

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა ს. ჯიქიამ 11.6.1985)

„დედე ქორჭუთის წიგნი“ თურქულენოვანი ლიტერატურის ერთ-ერთი უძველესი და საინტერესო ძეგლთაგანია. იგი ლიტერატურული გადაშუაებაა ეპოსის იმ ნიმუშებისა, რომლებიც იქმნებოდა „დიდი დროის“ მანძილზე, კერძოდ კი IX—XV საუკუნეებში. ეს წიგნი საგმირო ეპოსია და მოგვიტობებს მომთაბარე თურქული ტომების ყოფა-ცხოვრებაზე, ტრადიციებზე, წეს-ჩვეულებებზე, რწმენაზე, ბრძოლებზე და სხვა [1].

ამ ნაწარმოებმა ჩვენამდე მოაღწია ხელნაწერების სახით, რომლებიც შემდეგ არაერთგზის იქნა გამოქვეყნებული [2].

როგორც საერთოდ თურქულენოვანი ეპოსისათვის არის დამახასიათებელი, „დედე ქორჭუთის წიგნიც“ დაწერილია ლექსჩართული პროზით. ის მიეკუთვნება ეპოსის იმ ე. წ. მეორე ტიპს, როცა თხრობა წარმოებს პროზის საშუალებით, ხოლო გმირთა მეტყველება და მათდამი ხოტბის შესხმა კი ხდება ლექსით. თუმცა, აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ნაწარმოებში ჩართული ლექსები უნდა მივკუთვნოთ განვითარების იმ საფეხურს, როცა ლექსის სტრუქტურა ჯერ კიდევ არ არის მკვეთრად გამოჩნული პროზისაგან. ეს არის ერთგვარი „სასიმღერო ლექსი“, რომელსაც ქმნიდა და ასრულებდა სახალხო მთქმელი — შემსრულებელი სახის თანხლებით.

„დედე ქორჭუთის წიგნი“ შედგება შესავლისა და თორმეტი თავისაგან. ნაწარმოების (მხედველობაში გვაქვს ორპან შაიქ გოქიას გამოცემა) [2] თორმეტივე თავში სულ გამოყოფილია 178 ლექსი, რომელიც მოიცავს 1889 სტრიქონს, და გვაძლევს 8604 სიტყვა-ერთეულს (გამეორებების ჩათვლით). აქედან ერთმარცვლიანი სიტყვები გამოყენებულია 1043-ჯერ, ორმარცვლიანი — 4590-ჯერ; სამმარცვლიანი — 1846-ჯერ; ოთხმარცვლიანი—1022-ჯერ; ხუთმარცვლიანი — 98-ჯერ; ექვსმარცვლიანი — 5-ჯერ; უფრო მეტმარცვლიანი სიტყვები კომპოზიტების სახითაც კი არ გვხვდება.

„დედე ქორჭუთის წიგნის“ ლექსებისათვის დამახასიათებელია მარცვალთა სხვადასხვა რაოდენობის შემცველი პეკარედების გამოყენება.

1. ნაწარმოების ლექსებში ყველას ჭარბობს 12-მარცვლიანი პეკარი, რომელიც გამოყენებულია 346-ჯერ; თორმეტმარცვლიანი პეკარები იყოფა ორ და სამ სიმეტრიულ თუ ასიმეტრიულ სიდიდეებად: 4+4+4 (254-ჯერ); 6+6 (18-ჯერ); 5+7 (36-ჯერ); 7+5 (34-ჯერ); 3+5+4 (4-ჯერ);

2. 11-მარცვლიანი პეკარი (270-ჯერ) იყოფა ასიმეტრიულ სიდიდეებად. აქ გვხვდება მიმართებები 7+4 და 4+7 (190-ჯერ), 6+5 და 5+6 (80-ჯერ).

აღსანიშნავია, რომ შვიდმარცვლიანი სეგმენტი ამჟღავნებს გარკვეულ კანონზომიერებას და ერთადერთი გამონაკლისის გარდა (5+2) ყოველთვის გვაძლევს მიმართებებს 3+4, 4+3.

3. 8-მარცვლიანი პწკარი გამოყენებულია 182-ჯერ და ძირითადად იყოფა ორ სიმეტრიულ სეგმენტად  $4+4$  (147-ჯერ), უფრო იშვიათია ასიმეტრიული მიმართებანი  $5+3$  და  $3+5$  (35-ჯერ).

4. „დედე ქორჭუთის წიგნის“ ლექსებში დიდი როლდენობით გვხვდება 7-მარცვლიანი პწკარიც (139-ჯერ). ის უმეტესად გვაძლევს მიმართებებს  $4+3 // 3+4$  (124-ჯერ), იშვიათად გვხვდება ასეთი მიმართებაც  $2+5 // 5+2$  (15-ჯერ).

5. 10-მარცვლიანი პწკარი, რომელიც ნაწარმოების ლექსებში გამოყენებულია 117-ჯერ, უმეტეს შემთხვევაში გვაძლევს  $4+6$  და  $6+4$  მიმართებებს (90-ჯერ), თუმცა გვხვდება სიმეტრიული მიმართებაც:  $5+5$  (27-ჯერ).

6. 9-მარცვლიანი პწკარი (113-ჯერ) უფრო ხშირად გვაძლევს მიმართებებს:  $4+5 // 5+4$  (101-ჯერ), ხოლო მიმართება  $3+6 // 6+3$  (12-ჯერ), ჩვენი აზრით, გამონაკლისად უნდა ჩაითვალოს.

7. ნაწარმოების ლექსებში 14-მარცვლიანი პწკარი გვხვდება 125-ჯერ; ის გვაძლევს შემდეგ მიმართებებს  $7+7$  (42-ჯერ),  $5+5+4$  ((21-ჯერ),  $5+4+5$  (20-ჯერ),  $4+5+5$  (10-ჯერ),  $6+4+4 // 4+6+4 // 4+4+6$  (32-ჯერ).

8. 13-მარცვლიანი პწკარი გვხვდება 181-ჯერ. ის ძირითადად იყოფა სამ სეგმენტად. ესენია:  $4+5+4$  (76-ჯერ),  $4+4+5$  (41-ჯერ),  $5+4+4$  (29-ჯერ),  $5+3+5$  (19-ჯერ), ხოლო მიმართებები:  $4+6+3$  და  $6+4+3$  (15-ჯერ), ჩვენი აზრით, გამონაკლისია.

9. 15-მარცვლიანი პწკარი მოცემულია 124-ჯერ, ის გვაძლევს შემდეგ მიმართებებს:  $8+7 // 7+8$  (75-ჯერ),  $5+4+6 // 4+5+6 // 6+4+5 // 6+5+4$  (32-ჯერ) და  $5+5+5$  (10-ჯერ).

10. 16-მარცვლიანი პწკარი (84-ჯერ) იყოფა როგორც ორ ტოლ, სიმეტრიულ სეგმენტად  $8+8$  (44-ჯერ), ისე ასიმეტრიულ სეგმენტებად:  $7+4+5$ ,  $7+5+4$ ,  $4+5+7$  და  $5+4+7$  (40-ჯერ).

11. გარდა ზემოთ დასახელებული მაგალითებისა, „დედე ქორჭუთის წიგნში“ შედარებით მცირე როლდენობით გვხვდება 2-მარცვლიანი (3-ჯერ), 3-მარცვლიანი (7-ჯერ), 4-მარცვლიანი (43-ჯერ), 5-მარცვლიანი (13-ჯერ), 6-მარცვლიანი (52-ჯერ), 17-მარცვლიანი (46-ჯერ), 18-მარცვლიანი (24-ჯერ), 19-მარცვლიანი (7-ჯერ), 20-მარცვლიანი (8-ჯერ), 21-მარცვლიანი (3-ჯერ), 22-მარცვლიანი (ერთჯერ), 24-მარცვლიანი (ერთჯერ) პწკარები. მაგრამ ეს უკანასკნელი პწკარები უნდა იყოს ორი ან მეტი პოეტური მისრების გაერთიანება. ასე, მაგ., 21 ( $10+11$ ), 22 ( $11+11$ ), 24 ( $12+12$ ) და ა. შ.

ამრიგად, „დედე ქორჭუთის წიგნის“ ლექსების განხილვის დროს, უპირველეს ყოვლისა, მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული მისი განვითარების ადრეული სტადია, როცა რიტმი თანმიმდევრულად არეგულირებდა მელოდიასაც და აწესრიგებდა პოეტურ ტექსტსაც [3].

თურქული ლექსის განვითარების ადრეულ ეტაპზე მნიშვნელოვან როლს ასრულებდა მელოდია, რომლითაც სრულდებოდა ყოველი ლექსი და რომელიც გარკვეულ წილად ფარავდა მარცვალთა სხვადასხვაობას პწკართა შორის, მაგრამ ბუნებრივია, რომ ამ დროს ლექსის სტრუქტურაში მოქმედებდა სპეციფიკური მარკირებული ელემენტებიც [4].

მეცნიერთა ერთ ნაწილს მიაჩნია, რომ თურქულ სილაბურ ლექსში მოქმედებს ორი ცეზურა: პირველი მთავარი და მეორე პოტენციური ცეზურა.

მთავარი ცეზურა, რომელიც ლექსის წვეთმარცვლიან პწკარებს ყოფს ორ ტოლ, სიმეტრიულ, ხოლო კენტმარცვლიან პწკარებს ორ ასიმეტრიულ კარადებად, პწკართა შორის მარცვალთა ტოლ განაწილებასთან ერთად ქმნის ლექ-

სის სტრუქტურას. ხოლო პოტენციური ცენზურით, რომელიც აწესრიგებს მუდმივ სეგმენტთა მიმართებებს, იქმნება ლექსის რიტმული კონსტრუქცია [5].

სხვა თვალსაზრისით კი, სილაბური ლექსის სტრუქტურის განმსაზღვრელ ძირითად ელემენტად მიჩნეულია მხოლოდ „დურაჟი“ (პოტენციური ანუ მცირე ცეზურა) [6].

ჩვენი აზრით, საანალიზო ლექსებში მოქმედებს ორივე ცეზურა, თუმცა მთავარი ცეზურა ჯერ კიდევ არ არის მარკირებული.

როგორც სტატისტიკურმა მონაცემებმა გვიჩვენა „დედე ქორქუთის წიგნში“ ძალზე ცოტაა ლექსები, სადაც მოცემულია მხოლოდ მარცვალთა თანაბარი ოდენობის მქონე პწყარები [7].

აქ უმეტესად გვხვდება ლექსები, რომლებშიც დარღვეულია სილაბური ლექსთწყობისათვის დამახასიათებელი ერთ-ერთი ძირითადი პრინციპი — პწყართა შორის მარცვალთა თანაბარი ოდენობა და ტოლობა [8].

მიუხედავად ამისა, ნაწარმოების ლექსებში უკვე შეიმჩნევა სილაბური ლექსთწყობისათვის დამახასიათებელი ნიშნები. ასე, მაგ., ხართული ლექსების უმეტესობა შედგება 15—16, 11—12, 7—8, 13—14 და 9—10 მარცვლიანი პწყარებისაგან. ამ პწყარების უმეტესობა კი (რამდენიმე გამონაკლისის გარდა) გვაძლევს ისეთ მიმართებებს, რომლებსაც ვხვდებით თურქული ხალხური პოეზიის იმ ნიმუშებშიც, სადაც სილაბური ლექსთწყობის არსებობა უკვე საეჭვო აღარ არის [9].

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

გ. წერეთლის სახ. აღმოსავლეთმცოდნეობის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 28.6.1985)

ВОСТОКОВЕДЕНИЕ

P. H. SADRADZE

## К ПОНИМАНИЮ ВЕРСИФИКАЦИОННОЙ ПРИРОДЫ ДРЕВНЕТУРЕЦКОГО СТИХА

(По стихам «Книги Деде Коркут»)

Резюме

В статье рассмотрены некоторые вопросы версификационной природы древнетурецкого стиха. По утверждению автора древние турецкие стихи принадлежат к начальному этапу развития силлабического стихосложения.

ORIENTAL STUDIES

R. N. SADRADZE

## TOWARDS THE UNDERSTANDING OF THE VERSIFICATIVE NATURE OF THE EARLIER TURKISH VERSE (ACCORDING TO THE POEMS FROM "DEDE KORKUT'S BOOK")

Summary

Some problems concerning the versificative nature of the earlier Turkish verse are discussed. In author's view, the ancient Turkish verse belongs to the initial period of the development of the syllabic versification.





## ს ა ტ ო რ ტ ა ს ა ყ უ რ ა დ ე ბ ო ლ

1. ჟურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევათა ჯერ გამოუქვეყნებელ შედეგებს. წერილები ქვეყნდება მხოლოდ იმ სამეცნიერო დარგებიდან, რომელთა ნომენკლატურული სია დამტკიცებულია აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ.

2. „მოამბეში“ არ შეიძლება გამოქვეყნდეს პრემიკური წერილი, აგრეთვე მიმოხილვითი ან აღწერითი ხასიათის წერილი ცხოველთა, მცენარეთა ან სხვათა სისტემატიკაზე, თუ მასში მოცემული არაა მეცნიერებისათვის განსაკუთრებით საინტერესო შედეგები.

3. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ ვადაცემია გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიოსის ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბეჭდად წელიწადში შეუძლია წარმოადგინოს სხვა ავტორთა არა უმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით), ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი. საკუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანავტორებთან ერთად — არა უმეტეს სამი წერილისა. გამოჩაყლის შემთხვევაში როცა აკადემიოსი ან წევრ-კორესპონდენტი მოითხოვს 12-ზე მეტ წერილის წარდგენას, საკითხს წყვეტს მთავარი რედაქტორი. წარდგინების გარეშე შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია წარმოსადგენად ვადასცემს აკადემიოსის ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (გარდა აკადემიოსისა და წევრ-კორესპონდენტისა) წელიწადში შეუძლია „მოამბეში“ გამოაქვეყნოს არა უმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთია, თანავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილს აუცილებლად უნდა ახლდეს ჟურნალ „მოამბის“ რედაქციის სახელზე იმ სამეცნიერო დაწესებულებების მონაბრძოლა, სადაც შესრულებულია ავტორის სამუშაო.

5. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბეჭდად საცემბით მზა სახით, ავტორის სურვილისამებრ ქართულ ან რუსულ ენაზე. ქართულ ტექსტს თან უნდა ახლდეს რუსული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე, ხოლო რუსულ ტექსტს — ქართული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე. წერილის მოცულობა ილუსტრაციებითურთ, რეზიუმეებითა და დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხითურთ, რომელიც მას ბოლოში ერთვის, არ უნდა აღემატებოდეს ჟურნალის 4 გვერდს (8000 სასტამბო ნიშანი), ანუ საწერ მანქანაზე ორი ინტერვალით გადაწერილ 6 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულებიანი წერილი კი 5 გვერდს). არ შეიძლება წერილების ნაწილებად დაყოფა სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად. ავტორისაგან რედაქცია ღებულობს თეში მხოლოდ ერთ წერილს.

6. აკადემიოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილში, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უპასუხებს ამ წესების 1 მუხლის მოთხოვნას.

7. წერილი არ უნდა იყოს ვადატვირთული შესავალით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოწმებული ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დამოუხილი საკუთარი გამოკვლევების შედეგებს. თუ წერილში გზავდავა, ქვეთავების მიხედვით ვადატვირთულია დასკვნები, მაშინ საჭირო არაა მათი გამოვრება წერილის ბოლოს.

8. წერილი ასე ფორმდება: თავში ზემოთ უნდა დაიწეროს ავტორის ინიციალები და გვარი, ქვემოთ — წერილის სათაური. ზემოთ მარჯვენა მხარეს, წარმოდგენა უნდა წააწეროს, თუ მეცნიერების რომელ დარგს განეკუთვნება წერილი. წერილის ძირითადი ტექსტის ბოლოს, მარცხენა მხარეს, ავტორმა უნდა აღნიშნოს იმ დაწესებულების სრული სახელწოდება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია შრომა.

9. ილუსტრაციები და ნახაზები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ორ ცალად კონვერტით. ამასთან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს კალკაზე შავი ტყეში. წარწერები ნახაზებს უნდა გაუკეთდეს კალიგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემცირების შემთხვევაშიც კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოებისა და ნახაზების დაწმება ღედნის გვერდებზე. ავტორმა ღედნის კიდეზე ფანქრით უნდა აღნიშნოს, რა ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისეთი



ცხრილი, რომელიც ეურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მელნიტ-ფიოდ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ეგზემპლარში, ბერძნულ ასოებს ქვემოთ დაწინაურდნა უნდა გაესვას თითო ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს — ქვემოთ ორ-ორი ხაზი და ხაზი შავი ფანქრით, ხოლო არამთავრულ ასოებს — ზემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით. ფანქრითვე უნდა შემოიფარგლოს ნახევარწრით ნიშნაკებიც (ინდექსები და ხარისხის მაჩვენებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე. წერილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფანქრით ან მელნიტ.

10. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცელზე. საჭიროა დაეყრდნობა იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საეურნალო შრომა, ვუჩვენოთ ეურნალის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი. თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ვუჩვენოთ მისი სრული სახელწოდება, გამოცემის ადგილი და წელი. თუ ავტორი საჭიროდ მიიჩნევს, ბოლოს შეუძლია გვერდების ნუმერაციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით, არამედ დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტსა თუ შენიშვნებში კვადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენები უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა. არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც ტექსტში მიითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის დამოწმება. დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს სად მუშაობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

11. „მომბეჭედი“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერატულ ეურნალში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

12. ავტორს წასაკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებზე შეკრული კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (არაუმეტეს ორი დღისა). თუ დადგენილი ვადისათვის კორექტურა არ იქნა დაბრუნებული, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის ვარჯშე.

13. ავტორს უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 25 ამონაბეჭდი.

(დამტკიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1968; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969)

რედაქციის მისამართი: თბილისი 60, კუტუზოვის ქ. № 19; ტელ. 37-22-16, 37-86-42, 37-85-61

საფოსტო ინდექსი 380060

ხ ე ლ მ ო წ ე რ ი ს ი პ ი რ ო ბ ე ბ ი: ერთი წლით 22 მან. 80 კაპ.

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. В журнале «Сообщения АН ГССР» публикуются статьи академиков, членов-корреспондентов, научных работников системы Академии и других ученых, содержащие еще не опубликованные новые значительные результаты исследований. Печатаются статьи лишь из тех областей науки, номенклатурный список которых утвержден Президиумом АН ГССР.

2. В «Сообщениях» не могут публиковаться полемические статьи, а также статьи обзорного или описательного характера по систематике животных, растений и т. п., если в них не представлены особенно интересные научные результаты.

3. Статьи академиков и членов-корреспондентов АН ГССР принимаются непосредственно в редакции «Сообщений», статьи же других авторов представляются академиком или членом-корреспондентом АН ГССР. Как правило, академик или член-корреспондент может представить для опубликования в «Сообщениях» не более 12 статей разных авторов (только по своей специальности) в течение года, т. е. по одной статье в каждый номер, собственные статьи—без ограничения, а с соавторами—не более трех. В исключительных случаях, когда академик или член-корреспондент требует представления более 12 статей, вопрос решает главный редактор. Статьи, поступившие без представления, передаются редакцией академику или члену-корреспонденту для представления. Один и тот же автор (за исключением академиков и членов-корреспондентов) может опубликовать в «Сообщениях» не более трех статей (независимо от того, с соавторами она или нет) в течение года.

4. Статья обязательно должна иметь направление из научного учреждения, где проведена работа автора, на имя редакции «Сообщений АН ГССР».

5. Статья должна быть представлена автором в двух экземплярах, в готовом для печати виде, на грузинском или на русском языке, по желанию автора. К ней должны быть приложены резюме — к грузинскому тексту на русском языке, а к русскому на грузинском, а также краткое резюме на английском языке. Объем статьи, включая иллюстрации, резюме и список цитированной литературы, приводимой в конце статьи, не должен превышать четырех страниц журнала (8000 типографских знаков), или шести стандартных страниц машинописного текста, отпечатанного через два интервала (статьи же с формулами — пяти страниц). Представление статьи по частям (для опубликования в разных номерах) не допускается. Редакция принимает от автора в месяц только одну статью.

6. Представление академика или члена-корреспондента на имя редакции должно быть написано на отдельном листе с указанием даты представления. В нем необходимо указать: новое, что содержится в статье, научную ценность результатов, насколько статья отвечает требованиям пункта 1 настоящего положения.

7. Статья не должна быть перегружена введением, обзором, таблицами, иллюстрациями и цитированной литературой. Основное место в ней должно быть отведено результатам собственных исследований. Если по ходу изложения в статье сформулированы выводы, не следует повторять их в конце статьи.

8. Статья оформляется следующим образом: сверху страницы в середине пишутся инициалы и фамилия автора, затем — название статьи; справа сверху представляющий статью указывает, к какой области науки относится она. В конце основного текста статьи с левой стороны автор указывает полное название и местонахождение учреждения, где выполнена данная работа.

9. Иллюстрации и чертежи должны быть представлены в двух экземплярах в конверте; чертежи должны быть выполнены черной тушью на кальке. Надписи на чертежах должны быть исполнены каллиграфически в таких размерах, чтобы даже в случае уменьшения они оставались отчетливыми. Подписуемые подписи, сделанные на языке основного текста, должны быть представлены на отдельном листе. Не следует приклеивать фото и чертежи к листам оригинала. На полях оригинала автор отмечает карандашом, в каком месте должна быть помещена та или

иная иллюстрация. Не должны представляться таблицы, которые не могут уместиться на одной странице журнала. Формулы должны быть четко вписаны в строки в оба экземпляра текста; под греческими буквами проводится одна черта красным карандашом, под прописными — две черты черным карандашом снизу, над строчными — также две черты черным карандашом сверху. Карандашом должны быть обведены полукругом индексы и показатели степени. Резюме представляются на отдельных листах. В статье не должно быть исправлений и дополнений карандашом или чернилами.

10. Список цитированной литературы должен быть отпечатан на отдельном листе в следующем порядке. Вначале пишутся инициалы, а затем — фамилия автора. Если цитирована журнальная работа, указываются сокращенное название журнала, том, номер, год издания. Если автор считает необходимым, он может в конце указать и соответствующие страницы. Список цитированной литературы приводится не по алфавиту, а в порядке цитирования в статье. При ссылке на литературу в тексте или в сносках номер цитируемой работы помещается в квадратные скобки. Не допускается вносить в список цитированной литературы работы, не упомянутые в тексте. Не ропускается также цитирование неопубликованных работ. В конце статьи, после списка цитированной литературы, автор должен подписаться и указать место работы, занимаемую должность, точный домашний адрес и номер телефона.

11. Краткое содержание всех опубликованных в «Сообщениях» статей печатается в реферативных журналах. Поэтому автор обязан представить вместе со статьей ее реферат на русском языке (в двух экземплярах).

12. Автору направляется корректура статьи в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или печатать ее без визы автора.

13. Автору выдается бесплатно 25 оттисков статьи.

(Утверждено Президиумом Академии наук Грузинской ССР 10.10.1968; внесены изменения 6.2.1969)

Адрес редакции: Тбилиси 60, ул. Кутузова, 19, телефоны: 37-22-16, 37-86-42, 37-85-61

Почтовый индекс 380060

Условия подписки: на год — 22 руб. 80 коп.

8360 1 856. 90 888.  
ЦЕНА 1 РУБ. 90 КОП.

6/162/21

