

524  
1987/10



ISSN—0132—1447

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

**აზიზი**

**СООБЩЕНИЯ**

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

**BULLETIN**

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 127 TOM

№ 3

სექტემბერი 1987 СЕНТЯБРЬ

№23  
(127 №3)  
11-11-87

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI

524  
1987/2  
საქართველოს  
მეცნიერებათა  
აკადემია

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

გზაგადასახვევები

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 127 ტომ

№ 3

სექტემბერი 1987 СЕНТЯБРЬ

№ 23  
(1987 № 3)

11-1/25



სარედაქციო კოლეგია:

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- Э. Л. Андрионикашвили, А. М. Апакидзе, Б. К. Балавадзе, А. В. Бицадзе, Л. К. Габуния (заместитель главного редактора), Т. В. Гамкрелидзе, В. И. Гомелаური, А. Л. Гуння (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. Овиани, А. С. Прангишвили, И. В. Прангишвили, Э. А. Сехниашвили, А. Н. Тавхелидзе, Е. К. Харაძე (главный редактор), Г. В. Харатишвили, А. Л. Цагарели, Г. В. Цицишвили

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

გად ეც ასაწყობად 29.7.1987; ხელმოწერილია დასაბეჭდოდ 1.10.1987; შუკვ. № 2669; ნ წიობის ზომა 7×12<sup>3</sup>/<sub>4</sub>; ტიპოგრაფიის ზომა 70×108; ფიზ კური ღურტელო 14; საარტიკ ვოს-ს გ მოციტელო ღურტელო 18,5, ნაბეჭდი ღურტელო 19,6; უე 14248 ტირაჟი 1450 ფასი 1 რან. 90 კაბ.

Сдано в набор 29.7.1987; подписано к печати 1-10.1987; зак. № 2669; 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 14248; 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 «Мецниереба», Тбилиси 380060, ул. Кутузова, 19

შ ი ნ ა ა რ ს ი

გამომავალი

60581

- \*გ. ხიმშიაშვილი. ფრედოლომის ინდექსის კავშირის შესახებ ანალიზურ გეომეტრიასთან 468
- \*ვ. ბოლტიანსკი. ტოპოლოგიური ემპტორული სივრცეების მკვრივ ჩადგმობა შესახებ 471
- \*გ. პაატაშვილი, გ. ხუსკივაძე. კონფორმული ასახვის წარმოებულის შესახებ 474
- \*ნ. ფილაური. ვაჭერების კლასები ფურცის ორჯერადი ტრიგონომეტრიული მწკრივების ჩეზაროს მეთოდებისათვის 479
- \*ვ. შევნიკი. არაჩაკტილიმნიშვნელობიანი ოპერატორის მოქმედება ორთოგონალურ ბაზისზე ჰილბერტის სივრცეში 482
- \*ა. ხარაზიშვილი. მეტრიკული სივრცეების ბორელისეული გადასახეების შესახებ 488

კიბერნეტიკა

- \*ზ. ფუტურიაძე, ი. ნიაური. არასტრუქტურირებული P-გრაფის ბრძანებათა კომპლექსების წრფივი წარმოდგენა 491
- \*ა. გაბელაია. სტაბილიზებადობის სისწორული კრიტერიუმი წრფივი ავტონომიური სისტემებისათვის არასრული ინფორმაციით 496
- \*რ. ხომერიკი. ინფორმაციის გადამუშავების პროცესების შეფასებათა შესახებ 499
- \*ი. ვაინშტეინი. სქემების გრაფების პლანარიზაციის ალგორითმში კომპონენტების გამოყვანების ორიენტირების გათვალისწინება 502
- \*ს. შავგულიძე, მ. შანიძე. ხეველი კასკადური კოდების ასიმეტრიკური მახასიათებლები სისტემებში q-ნოზიციური სიგნალებით 507

ფიზიკა

- \*ა. ბურჭულაძე, გ. ტოგონიძე, ს. ფალავა, მ. ავთანდილაშვილი, ნ. ქირიკაშვილი, კ. ხულორდია, დ. ჩალათაშვილი. ორგანული წარმოშობის არქეოლოგიური ნიმუშების დათარიღება რადიონახშირბადის მეთოდით 512
- \*რ. ქანთარია, ნ. კეკელიძე, ა. მიტცხულავა, გ. გოდერძიშვილი, ი. პაპიძე, ა. ივანიშვილი. შთანქმის ემპტორობა შხის ელემენტებში  $GaAs_{1-x}P_x - Cu_{2-y}S$  სადუფელეო 516
- \*ი. გვერდწითელი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ა. გერასიმოვი, ზ. გოგუა, ზ. ჯიბუტი, მ. ფხაკაძე. კოვალენტურ კრისტალებში სტეპომეტრული დეფექტების გაჩენის ელემენტარულ-ხერვულური მექანიზმი 520

\* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

საქ. სსრ კ. მარქსის  
სახ. სახ. ბიბლიოთეკა

## გეოფიზიკა

- \*ს. იუფინი, ვ. ტიტკოვი, თ. ბერძენიშვილი. სასრულ ელემენტთა მე-  
თოდის გამოთვლითი ალგორითმების ოპტიმიზაცია ელემენტთა რიგის გაზრდისას 523

## ანალიზური ჰიმიკა

- \*ი. შათირიშვილი, ზ. იორდანიშვილი. წონასწორული ორთქლისა და თხე-  
ვად ფაზათა ქრომატოგრაფიული ანალიზის სქემა 528

## ორბანული ჰიმიკა

- \*რ. კერესელიძე, ლ. მელიქაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი),  
დ. რაზმაძე, თ. შატაკიშვილი. ტეტრაქლორეთილენის მაღალტემპერა-  
ტურული კონდენსაცია ნაფტალინთან, 1- და 2-მეთილნაფტალინებთან 531
- \*ჯ. ლალიძე, თ. რევაზიშვილი, ლ. თალაკვაძე, ნ. სანიკიძე. ახალი  
სულფონამიდური ნაერთების სინთეზი 3-(3-სულფოქლორიდენილ)-1-ბრომბუ-  
ტანის, 3-(3-სულფოქლორიდ-4-ეთილფენილ)-1-ბრომბუტანის და ამინომეკუბების  
საფუძველზე 535
- \*თ. კოვზირიძე, დ. ჭავჭავანიძე, ა. დვალისვილი, ს. ბერძენი,  
რ. ლალიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). დისპირო  
[5, 1', 10, 1''-დიციკლოპენტან-4b, 5, 9b, 10-ტეტრაპიპიდოინდენო [1, 1-a] ინდენის]  
და დისპირო[5, 1', 10, 11''-დიციკლოპენტან-4b, 5, 9b, 10-ტეტრაპიპიდოინდენო (2,  
1-a) ინდენის] პერიპიდიურების სტერეოიზომერების თერმოდინამიკური მდგრა-  
დობის გამოკვლევა ! 539
- \*მ. მჭედლიშვილი, ლ. მელიქაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი),  
ე. უშარაული. ნორიის ნაერთების მაღალმდულადე არომატული ნახშირწყალ-  
ბადების აქტივობა ფოტოქიმიური უანგვის თვალსაზრისით 544

## ფიზიკური ჰიმიკა

- \*ე. ბენაშვილი, თ. ბაიდოშვილი. მოდიფიცირებულ კლინობტილოლიტ- და  
მორდენიტმეცველი ტუფების კატალიზური აქტივობა ორთო- და მეტა-ქსილო-  
ლების გარდაქმნის რეაქციაში 548
- \*მ. გოზალიშვილი, ზ. ძოწენიძე, ვ. სობოლევო, თ. კოკოჩაშვი-  
ლი, დ. ფეტვიანიშვილი. ამორფული ორთოფოსფატის ზედაპირზე პეტე-  
როგენული რეკომბინაციის მექანიზმის შესახებ 551
- \*გ. ციციშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ლ. კვანტალიანი,  
დ. ჭიპაშვილი, ზ. შიქელიაშვილი, მ. ქანთარია. ფილიპსიტის  
ჟერმული თვისებები 556

## ჰიმიური ტექნოლოგია

- \*ე. გაფრინდაშვილი, ლ. გოგიაძე, თ. ჯანიშანოვი, რ. ჩაგელი-  
შვილი, მ. ტაბატაძე. ქალოპირიტის კონცენტრატის რკინის სულფა-  
ტით (III) დამლა 560
- \*ა. დალაქიშვილი. სილიკატურ მინაში სფეროლიტის წარმოქმნის შესახებ 562
- \*პ. ჯაფარიძე, ბ. მაისურაძე, ნ. გამყრელიძე, ნ. ქეღობაძე, ე. ორლიკი,  
მ. კაპანაძე. მყარი თბომატარებლი ნახშირის გახურება უწყვეტი  
დაყოქსის პირველ საფეხურზე და მისი შემდგომი კახევა სულფიტური  
თუთქით 567

## ფიზიკური გეოგრაფია

- \*ზ. ტინტილოზოვი, რ. რეზვანი, ე. დუბლიანსკი, ა. კლიმჩუ-  
კი. შხიფის მასივის სპელეოლოგიური და პიდროლოგიური თავისებურებანი 572

### ჰიდროლოგია

- \*ნ. შაქავერიანი, ლ. ინასარიძე. კოლხეთის დაბლობის მდინარეების მყარი ჩამონადენი და მისი შიდაწლიური განაწილება 575

### გეოლოგია

- \*ნ. სალუქვაძე, ე. ცაგარელი, თ. ლავთაძე. ახალი მონაცემები მდ. ერისწყლის აუზის ზედა ეოცენის და ოლიგოცენის შესახებ 579
- \*ა. მახარაძე. ხრეთის ამალღების მანგანუმიანი ნალექების შესახებ 583

### პალეონტოლოგია

- \*ე. გოცაძე. ჩრდილო-დასავლეთ კავკასიის მაციობის სერიის შუა ნაწილში დინო-ცისტების განაწილება 587
- \*ზ. ლებანიძე. ახალი გვარი Etallonopsis (hexacorallia) დასავლეთ საქართველოს ზედაოქსფორდული ნალექებიდან 591

### პეტროლოგია

- \*მ. კუტცე, ე. ლემკე, რ. ვინხოლცი. ზოგიერთი შენიშვნა ტერმინ „კვარციტის“ შესახებ 594

### მინერალოგია

- \*გ. ნასიძე, რ. ახვლედიანი. აპარა-თორიალეთის ვულკანოგენური ქანების პიროქსენებისა და ამფიბოლების კრისტალიზაციის შესახებ 600

### მიტალურგია

- \*რ. ცხადაია, ჯ. ბაღდავაძე, გ. გველესიანი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). ურთიერთქმედების შესწავლა Mn-Si-Ca-O-C სისტემაში 603
- \*ზ. ჭაბუა, თ. დადიანი, ლ. გლუჩიძე, ე. დოკაძე, ვ. სანაძე. სამარიუმის მონონატიომონიდის თხელი ფირების მიღება 606
- \*ვ. ერემენკო, ლ. გუკასიანი, დ. ნოზაძე. პლასტიკური მატრიცის მქონე კომპოზიციურ მასალაში მყიდვ დარღვეული ბოქოს გარშემო გრძივი ძაბვების კონცენტრაცია 612

### მანქანათმშობვეობა

- \*რ. კობიაშვილი. ციფრულ გამოთვლით მანქანაზე დინამიურად არამდგრადი გლინვის პროცესის მათემატიკური მოდელირება ასრიალების დროს 616
- \*ე. პროზოროვი, ვ. ბაკაშვილი. კოლექტორული კომპოზიციური მასალების მექანიკური ქმედების მათემატიკური მოდელი 620

### ჰიდროტექნიკა

- \*გ. კიკაჩიშვილი, ა. ზილბერშტეინი. წყალმომარაგების რგოლისებური ქსელების ტექნიკურ-ეკონომიკური გაანგარიშება მშენებლობის რიგითობის გათვალისწინებით 623

ელექტროტექნიკა

- \*ა. აბურჯანია, თ. მუსელიანი, ნ. ნიკოლაიშვილი. ორმაგი ტრანსფორ-  
მატორული გამზომი ბოგირის წონასწორობის პირობები 627

მცენარეთა ფიზიოლოგია

- \*ნ. მელიქსეტიანი. გაუწყლოების ზღვრული გამძლეობა როგორც ჩრდილოაშ-  
რეული კაკლების ადაპტაციის მაჩვენებელი თბილისის ბოტანიკური ბაღში 631

აღამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

- \*ზ. ხანაევა, ე. მონიავა, ც. ცომაია, მ. ბუცხრიკიძე. კატის თავის  
ტვინის დიდი ნახევარსფეროების ქერქის ელექტრული აქტივობის ცვლელბანი  
ლიზინ-ვანობრესინის ცერებროვენტრიკულური შეყვანისას 636

ბიოფიზიკა

- \*მ. მელიქიშვილი, ვ. მიქაძე, ვ. პავლიაშვილი, მ. ზაალიშვილი  
(საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). პროტეინ M-აქტომიოზინის  
კომპლექსის სუბერპრეციპიტაცია და ადენოზინტრიფოსფატაზური აქტივობა 640

ბიოქიმია

- \*გ. ციციშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ო. ზარდალიშვი-  
ლი, თ. ანდრონიკაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონ-  
დენტი), ქ. ქიქოძე, ი. შათირიშვილი. კლონობილოლიტემცველ ნია-  
დაგში აღმოცენებული წიწკაის ზოგიერთი ბიოქიმიური მაჩვენებელი 643

ენტომოლოგია

- \*გ. გუგუშვილი. Anopheles maculipennis I გაღიზიანებადობა დამუშავებულ  
და დაუმუშავებელ შენობებში საქართველოს სსრ დაბებში 647

ენათმეცნიერება

- მ. ხოფერია. სუბიექტის ზოგადლინგვისტური ცნება და ქვემდებარის სემანტიკური  
ფუნქციები თანამედროვე ფრანგულ ენაში 649
- რ. ჩხენკელი. ქართულ ხალხურ სამეცნიერებლო საქმესთან დაკავშირებული ანთრო-  
პომორფული ლექსიკა 653

ლიტერატურის ისტორია

- \*ზ. გამსახურდია. „ვეფხისტყაოსნის“ სიმბოლური თნომატოლოგია 657



## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

|   |     |
|---|-----|
| Г. Н. Химшиашвили. О связи фредгольмовского индекса с аналитической геометрией  | 465 |
| В. В. Болтянский. О плотных вложениях топологических векторных пространств  | 469 |
| В. А. Пааташвили, Г. А. Хускивадзе. О производной конформного отображения   | 473 |
| Н. Ш. Пилаури. О классах насыщения для методов Чезаро двойных тригонометрических рядов Фурье                          | 477 |
| В. В. Шевчик. Действие оператора с незамкнутой областью значений на ортогональных базисах в гильбертовом пространстве | 481 |
| А. Б. Харაзишвили. О борелевских отображениях метрических пространств   | 485 |

### КИБЕРНЕТИКА

|   |     |
|---|-----|
| З. Ш. Путуридзе, Ю. А. Ниаури. Линейное представление неструктурных комплексов команд R-графов                                      | 489 |
| А. Г. Габелая. Частотный критерий стабилизируемости линейных автономных систем с неполной информацией                               | 493 |
| Р. Л. Хомерики. Об оценках процессов переработки информации   | 497 |
| Ю. Б. Вайнштейн. Учет ориентации выводов компонентов в алгоритме планаризации графов схем   | 501 |
| С. А. Шавгулидзе, М. Г. Шанидзе. Асимптотические характеристики сверточных каскадных кодов в системах с $q$ -позиционными сигналами | 505 |

### ФИЗИКА

|   |     |
|---|-----|
| А. А. Бурчуладзе, Г. И. Тогоидзе, С. В. Пагава, М. В. Автандилашвили, Н. Е. Кирикашвили, К. Г. Хулордава, Д. В. Чалаташвили. Радиоуглеродное датирование археологических образцов органического происхождения | 509 |
| Р. В. Каитария, Н. П. Кекелидзе, А. А. Мирцхулава, Г. И. Годердзишвили, И. В. Папидзе, А. Н. Иванишвили. Эффективность поглощения в солнечных элементах на основе $GaAs_{1-x}P_x-Cu_{2-y}S$                   | 513 |

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



- И. Г. Гвердцители (академик АН ГССР), А. Б. Герасимов, З. В. Гогова, З. В. Джибути, М. Г. Пхакадзе. Электронно-дырочный механизм образования точечных дефектов в ковалентных кристаллах 517

## ГЕОФИЗИКА

- С. А. Юфин, В. И. Титков, Т. Л. Бердзенишвили. Оптимизация расчетных алгоритмов МКЭ при повышении порядка используемых элементов 521

## АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- И. Ш. Шатиришвили, З. А. Иорданишвили. Схема хроматографического анализа равновесной паровой и жидкой фаз 525

## ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Р. В. Кереселидзе, Л. Д. Меликадзе (академик АН ГССР), Д. Б. Размадзе, Т. Н. Шатакишвили. Высокотемпературная конденсация тетрахлорэтилена с нафталином, 1- и 2-метилнафталинами 529
- Д. Р. Лагидзе, Т. Н. Ревазишвили, Л. Я. Талаквдзе, Н. С. Саникидзе. Синтез новых сульфонамидных соединений на основе 3-(п-сульфохлоридфенил)-1-бромбутана, 3-(3-сульфохлорид-4-этилфенил)-1-бромбутана и аминокислот 533
- Т. А. Ковзиридзе, Д. Г. Чавчанидзе, А. И. Двалишвили, С. С. Берман, Р. М. Лагидзе (член-корреспондент АН ГССР). Изучение стереохимического состава пергидридов диспиро[5,1',10,1''-дициклопентан-4b,5,9b, 10-тетрагидроиндено(2,1-а)индена] и диспиро-[5,1',10,1''-дицикло-гексан-4b,5,9b,10-тетрагидроиндено(2,1-а)индена] 537
- И. Д. Мчедлишвили, Л. Д. Меликадзе (академик АН ГССР), Э. А. Ушараули. Активность высококипящих ароматических углеводородов норийской нефти в отношении фотохимического окисления 541

## ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Е. М. Бенашвили, О. С. Баидошвили. Каталитическая активность модифицированных клиноптилолит- и морденитсодержащих туфов в реакции превращения о- и м-ксилолов 545
- М. И. Гозалишвили, З. Г. Дзоценидзе, В. А. Соболев, Т. В. Кочашвили, Д. И. Петвиашвили. О механизме гетерогенной рекомбинации на поверхности аморфного ортофосфата 549
- Г. В. Цицишвили (академик АН ГССР), Л. К. Кванталиани, Д. С. Чипашвили, З. В. Микелашвили, М. Л. Кантария. Термические свойства филлипсита 553

## ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- В. Н. Гаприндашвили, Л. Д. Гогичадзе, Т. Б. Джаниманов,  
Р. Д. Чагелишвили, М. Ш. Табатадзе. Вскрытие халькопиритно-  
го концентрата сульфатом железа (III) 557
- А. И. Далакишвили. Об образовании сферолитов в силикатном стекле 561
- П. Н. Джапаридзе, Б. Г. Майсурадзе, Н. В. Гамкрелидзе, Н. В.  
Келбакиани, Е. В. Орлик, М. Г. Капанадзе. Нагрев угля в  
первой ступени непрерывного коксования твердым теплоносителем с по-  
следующим шихтованием его с сульфитной бардой 565

## ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

- З. К. Тинтилозов, В. Д. Резван, В. Н. Дублянский, А. Б. Клим-  
чук. Спелеологические и гидрологические особенности Бзыбского массива 569

## ГИДРОЛОГИЯ

- Н. Г. Мачавариани, Л. Т. Инасаридзе. Сток взвешенных наносов рек  
Колхидской низменности и его внутригодовое распределение 573

## ГЕОЛОГИЯ

- Н. Ш. Салуквадзе, Е. А. Цагарели, Т. Т. Гавтадзе. Новые данные  
о верхнем эоцене и олигоцене бассейна р. Эрицкали 577
- А. И. Махарадзе. О марганценосных отложениях Хрентской возвышенности 581

## ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

- В. И. Гоцадзе. Распределение диноцист в средней части Майкопской серии  
Северо-Западного Кавказа 585
- З. М. Лебанидзе. Новый род *Etalloniopsis* (*Hexacorallia*) из верхне-  
оксфордских отложений Западной Грузии 589

## ПЕТРОЛОГИЯ

- М. Курце, В. Лемке, Р. Винхольц. Некоторые замечания к термину  
«кварцит» 593

## МИНЕРАЛОГИЯ

- Г. И. Насидзе, Р. А. Ахвледiani. О ходе кристаллизации пироксенов  
и амфиболов из вулканогенных пород Алжаро-Триалетин 597

## МЕТАЛЛУРГИЯ

- Р. А. Цхадая, Д. И. Багдавадзе, Г. Г. Гвелесиани (член-корреспондент АН ГССР). Исследование взаимодействия в системе Mn—Si—Ca—O—C 601
- З. У. Джабуа, Т. О. Даднани, Л. Н. Глурджидзе, Э. В. Докадзе, В. В. Санадзе. Приготовление тонких пленок моноантимонида самария 605
- В. И. Еременко, Л. Е. Гукасян, Д. А. Нозадзе. Концентрация продольных напряжений вокруг хрупкого разрушенного волокна композиционного материала с пластичной матрицей 609

## МАШИНОВЕДЕНИЕ

- Р. Р. Кобиашвили. Математическое моделирование на ЦВМ динамически неустойчивого процесса прокатки при буксовании 613
- В. Г. Прозоров, В. С. Баакашвили. Математическая модель механического поведения коллекторных композиционных материалов 617

## ГИДРОТЕХНИКА

- Г. Е. Кикачейшвили, А. М. Зильберштейн. Техничко-экономический расчет кольцевых водопроводных сетей с учетом очередности строительства 621

## ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

- А. Н. Абурджания, Т. Г. Муселиани, Н. С. Николайшвили. Условия равновесия двойного трансформаторного измерительного моста 625

## ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

- Н. А. Меликсетян. Пороговая устойчивость к обезвоживанию как показатель адаптации североамериканских орехов в Тбилиском ботаническом саду 629

## ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- З. С. Ханаева, Э. С. Мониава, И. А. Цомайя, М. П. Буцхрикидзе. Изменения электрической активности коры больших полушарий головного мозга кошки церебровентрикулярного введения лизин-вазопрессина 633

## БИОФИЗИКА

- М. Ш. Меликишвили, Г. В. Микадзе, Г. И. Павлашвили, М. М. Заалишвили (член-корреспондент АН ГССР). Суперпреципитация и аденозинтрифосфатазная активность протени М-актомиозинового комплекса 637

БИОХИМИЯ

- Г. В. Цицишвили (академик АН ГССР), О. Ю. Зардалишвили, Т. Г. Андроникашвили (член-корреспондент АН ГССР), К. О. Кикодзе, И. Ш. Шатиришвили. Некоторые биохимические показатели перца, выращенного на клинотилолитсодержащей почве 641

ЭНТОМОЛОГИЯ

- Г. К. Гугушвили. Раздражимость *Anopheles maculipennis* Meig. в обработанных и необработанных помещениях поселков Грузинской ССР 645

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

- \* М. У. Хоперия. Общелингвистическое понятие субъекта и семантические функции подлежащего в современном французском языке 650
- \* Р. Ч. Чхенкели. Антропоморфная лексика, использованная в грузинском народном зодческом деле 655

ИСТОРИЯ ЛИТЕРАТУРЫ

- \* З. К. Гамсахурдиа. Символическая ономотология «Витязя в барсовой шкуре» 657



## CONTENTS

### MATHEMATICS

|   |     |
|---|-----|
| G. N. Khimshiashvili. On the connection of the Fredholm index with analytical geometry                    | 468 |
| V. V. Boltyansky. On dense imbeddings of topological vector spaces  | 472 |
| V. A. Paatashvili, G. A. Khuskivadze. On a derivative function of conformal mapping                       | 475 |
| N. Sh. Pilauri. Saturation classes of Cesaro methods of double trigonometric Fourier series               | 480 |
| V. V. Shevchik. The action of an operator with non-closed range of the orthogonal bases in Hilbert spaces | 482 |
| A. B. Kharazishvili. On the Borel mappings of metric spaces   | 488 |

### CYBERNETICS

|  |     |
|--|-----|
| Z. Sh. Puturidze, Yu. A. Niauri. Linear representation of no-structured complexes of R-graph-commands                                      | 491 |
| A. G. Gabelaya. The frequency stabilizability criterion of linear autonomous systems with incomplete information                           | 496 |
| R. L. Khomeriki. On the estimation of data handling processes  | 499 |
| Yu. B. Weinstein. Consideration of component pin orientations in the algorithm of planarization of circuit graphs                          | 503 |
| S. A. Shavgulidze, M. G. Shanidze. Asymptotic characteristics of convolutional concatenated codes in the systems with q-positional signals | 508 |

### PHYSICS

|   |     |
|---|-----|
| A. A. Burchuladze, G. I. Togonidze, S. V. Pagava, M. V. Avtandilashvili, N. E. Kirikashvili, K. P. Khulordava, D. V. Chalataashvili. Radiocarbon dating of archaeological samples of organic origin | 512 |
| R. V. Kantaria, N. P. Kekelidze, A. A. Mirtskhulava, G. I. Gorderdzishvili, I. V. Papidze, A. N. Ivanishvili. Absorption effectiveness in solar cells based on $GaAs_{1-x}P_x-Cu_{2-y}S$            | 516 |
| I. G. Gverdtsiteli, A. B. Gerasimov, Z. G. Gogua, Z. V. Jibuti, M. G. Pkhakadze. Electron-hole mechanism of stoichiometric defect formation in covalent crystals                                    | 520 |

### GEOPHYSICS

|   |     |
|---|-----|
| S. A. Yufin, V. I. Titkov, T. L. Berdzenishvili. Finite element method algorithms optimization on increasing the order of elements used | 524 |
|---|-----|



- I. Sh. Shatirishvili, Z. A. Jordanishvili. Chromatographic analysis procedure for balanced vapour and liquid phase 528

## ORGANIC CHEMISTRY

- R. V. Kereselidze, L. D. Melikadze, D. B. Rəzmadze, T. N. Shatakishvili. High-temperature condensation of tetrachloroethylene with naphthalene and 1-and 2-methylnaphthalenes 532
- J. R. Lagidze, T. N. Revazishvili, L. I. Talakvadze, N. S. Sanikidze. Synthesis of new sulphuryl amide compounds based on 3-(sulphonylchloridephenyl)-1-bromobutane, 3-(3-sulphonylchloride-4-ethylphenyl)-1-bromobutane 536
- T. A. Kovziridze, D. G. Chavchanidze, A. I. Dvalishvili, S. S. Berman, R. M. Lagidze. Investigation of thermodynamical stability of stereoisomers of the perhydrures of dispiro-[5, 1', 10, 1''-dicyclopentane-4b, 5, 9b, 10-tetrahydroindeno (2,1-a) indene] and dispiro [5, 1', 10, 1''-dicyclohexane-4b, 5, 9b, 10, tetrahydroindeno (2, 1-a) indene] 540
- I. J. Mchedlishvili, L. D. Melikadze, E. A. Usharauli. Photochemical oxidation intensity of high-boiling aromatic hydrocarbons of Norio crude oil 544

## PHYSICAL CHEMISTRY

- E. M. Benashvili, O. S. Baidoshvili. Catalytic activity of modified clinoptilolite-and mordenite-containing tuffs in the transformation reaction of ortho and metaxylene 548
- M. I. Gozalishvili, Z. G. Dzotsenidze, V. A. Sobolev, T. V. Kokochashvili, D. I. Petviashvili. The mechanism of heterogeneous recombination on the surface of amorphous orthophosphate] 552
- G. V. Tsitsishvili, L. K. Kvantaliani, D. S. Chipashvili, Z. V. Mikelashvili, M. L. Kantaria. Thermal properties of phillipsite 556

## CHEMICAL TECHNOLOGY

- V. N. [Gaprindashvili, L. D. Gogichadze, T. B. Janimanov, R. D. Chagelishvili, M. Sh. Tabatadze. Chalcopyrite concentrate break-down by iron (III) sulphate 560
- A. I. Dalakishvili. On the formation of spherulites in soda-lime glass 563
- P. N. Japaridze, B. G. Maisuradze, N. V. Gamkrelidze, N. V. Kelbakiani, E. V. Orlik, M. G. Kapanadze. Coal heating at the first step of uninterrupted carbonization by heat-transfer agent followed by blending with sulphite malt-residue 567

## PHYSICAL GEOGRAPHY

- Z. K. Tintilozov, V. D. Rezvan, V. N. Dublyansky, A. B. Klimchuk. Speleological and hydrological peculiarities of the Bzybi massif 572

## HYDROLOGY

- N. G. Machavariani, L. T. Inasaridze. The solid run-off of the Kolkheti lowland rivers and its annual distribution 575

## ANALYTICAL CHEMISTRY

- I. Sh. Shatirishvili, Z. A. Jordanishvili. Chromatographic analysis procedure for balanced vapour and liquid phase 528

## ORGANIC CHEMISTRY

- R. V. Kereselidze, L. D. Melikadze, D. B. Razmadze, T. N. Shatakishvili. High-temperature condensation of tetrachloroethylene with naphthalene and 1-and 2-methylnaphthalenes 532
- J. R. Lagidze, T. N. Revazishvili, L. I. Talakvadze, N. S. Sanikidze. Synthesis of new sulphuryl amide compounds based on 3-(sulphonylchloridephenyl)-1-bromobutane, 3-(3-sulphonylchloride-4-ethylphenyl)-1-bromobutane 536
- T. A. Kovziridze, D. G. Chavchanidze, A. I. Dvalishvili, S. S. Berman, R. M. Lagidze. Investigation of thermodynamical stability of stereoisomers of the perhydrures of dispiro-[5, 1', 10, 1''-dicyclopentane-4b, 5, 9b, 10-tetrahydroindeno (2,1-a) indene] and dispiro [5, 1', 10, 1''-dicyclohexane-4b, 5, 9b, 10, tetrahydroindeno (2, 1-a) indene] 540
- I. J. Mchedlishvili, L. D. Melikadze, E. A. Usharauli. Photochemical oxidation intensity of high-boiling aromatic hydrocarbons of Norio crude oil 544

## PHYSICAL CHEMISTRY

- E. M. Benashvili, O. S. Baidoshvili. Catalytic activity of modified clinoptilolite-and mordenite-containing tuffs in the transformation reaction of ortho and metaxylenes 548
- M. I. Gozalishvili, Z. G. Dzotsenidze, V. A. Sobolev, T. V. Kokochashvili, D. I. Petviashvili. The mechanism of heterogeneous recombination on the surface of amorphous orthophosphate 552
- G. V. Tsitsishvili, L. K. Kvantaliani, D. S. Chipashvili, Z. V. Mikelashvili, M. L. Kantaria. Thermal properties of phillipsite 556

## CHEMICAL TECHNOLOGY

- V. N. [Gaprindashvili, L. D. Gogichadze, T. B. Janimanov, R. D. Chagelishvili, M. Sh. Tabatadze. Chalcopyrite concentrate break-down by iron (III) sulphate 560
- A. I. Dalakishvili. On the formation of spherulites in soda-lime glass 563
- P. N. Japaridze, B. G. Maisuradze, N. V. Gamkrelidze, N. V. Kelbakiani, E. V. Orlik, M. G. Kapanadze. Coal heating at the first step of uninterrupted carbonization by heat-transfer agent followed by blending with sulphite malt-residue 567

## PHYSICAL GEOGRAPHY

- Z. K. Tintillozov, V. D. Rezvan, V. N. Dublyansky, A. B. Klimchuk. Speleological and hydrological peculiarities of the Bzybi massif 572

## HYDROLOGY

- N. G. Machavariani, L. T. Inasaridze. The solid run-off of the Kolkheti lowland rivers and its annual distribution 575

## GEOLOGY

- N. Sh. Salukvadze, E. A. Tsagareli, T. T. Gvavidze. New data on the Upper Eocene and Lower Oligocene of the Eristqali basin 579
- A. I. Makharadze. On manganese-bearing deposits of the Kbreiti upland 584

## PALAEONTOLOGY

- V. I. Gotsadze. Distribution of dinocysts in the Middle Maikopian series of the north-western Caucasus 587
- Z. M. Lebanidze. A new genus *Etalloniopsis* (*Hexacorallia*) from the Upper Oxfordian deposits of western Georgia 591

## PETROLOGY

- M. Kurze, W. Lemke, R. Wincholz. Some remarks on the term "quartzite" 595

## MINERALOGY

- G. I. Nasidze, R. A. Akhvediani. On crystallization of pyroxenes and amphiboles from the Adjara-Trialeti volcanic rocks 600

## METALLURGY

- R. A. Tskhadava, D. I. Bagdavadze, G. G. Gvelesiani. Investigation of interaction in *Mn-Si-Ca-O-C* systems 603
- Z. U. Jabua, T. O. Dadiani, L. N. Glurjidze, E. V. Dokadze, V. V. Sanadze. Preparation of thin samarium monoantimonide films 606
- V. I. Eremenko, L. E. Gukasyan, D. A. Nozadze. Concentration of longitudinal stresses around brittle destructed composite material fibre with elastic matrix 612

## MACHINE BUILDING SCIENCE

- R. R. Kobiasvili. Mathematical simulation of unstable milling process dynamics at skidding on digital computer 616
- V. G. Prozorov, V. S. Baakashvili. Mathematical model of mechanical behaviour of collector composite materials 620

## HYDRAULIC ENGINEERING

- G. E. Kikacheishvili, A. M. Zilbershtein. Technical and economical calculation of circular water-supply line with regard to construction order 623

## ELECTROTECHNICS

- N. A. Aburjania, T. G. Museliani, N. S. Nikolaishvili. Balance conditions for double transformer bridge 628

## PLANT PHYSIOLOGY

- N. A. Meliksetyan. Border tolerance to dehydration as indicator of American walnuts adaptation in Tbilisi botanical garden 632

## HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- Z. S. Khanaeva, E. S. Moniava, I. A. Tsomaya, M. P. Butskhridze. Changes of the cerebral cortex electrical activity in cats following cerebroventricular administration of vasopressin 636

## BIOPHYSICS

- M. Sh. Melikishvili, G. V. Mikadze, G. I. Pavliashvili, M. M. Zaalishvili. Superprecipitation and ATP-ase activity of protein M-actomyosin complex 640

## BIOCHEMISTRY

- G. V. Tsitsishvili, O. Yu. Zardalishvili, T. G. Andronikashvili, K. O. Kikodze, I. Sh. Shatirishvili. Some biochemical indices of pepper grown on clinoptilolite-containing soil 644

## ENTOMOLOGY

- G. K. Gugushvili. Irritability of *Anopheles maculipennis* Meig. in treated and untreated buildings in the Georgian SSR 647

## LINGUISTICS

- M. V. Khoperia. Linguistic notion of subject and semantic functions of syntactic subject in modern French 651
- R. Ch. Chkhenkeli. Antropomorphic lexis used in Georgian folk dwelling construction 656

## HISTORY OF LITERATURE

- Z. K. Gamsakhurdia. The symbolic onomatology of "The Knight in the Panther's Skin" 660



Г. Н. ХИМШИАШВИЛИ

## О СВЯЗИ ФРЕДГОЛЬМОВСКОГО ИНДЕКСА С АНАЛИТИЧЕСКОЙ ГЕОМЕТРИЕЙ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 11.4.1986)

1. Естественным подходом к решению хорошо известной задачи о вычислении фредгольмовского индекса линейного оператора, заданного как функция от системы образующих, является использование комплексно-аналитических методов. Именно на этом пути указанная задача была решена в концептуально наиболее простом, но важном частном случае [1], причем из полученной формулы явствует наличие связи между фредгольмовским индексом и кратностью голоморфного отображения. Учитывая, что оба эти понятия обладают сходными функториальными свойствами в комплексно-аналитической категории, можно было рассчитывать на углубление установленной связи. В настоящей заметке делаются еще два шага в этом направлении: обращается связь между индексом и кратностью, что позволяет придать кратности операторный смысл, и для специальных систем операторов указывается способ вычисления фредгольмовского индекса в терминах пересечений аналитических многообразий.

Основным техническим средством является голоморфное функциональное исчисление в смысле Дж. Тейлора в форме, например, работы [2], и мы будем свободно пользоваться соответствующими понятиями и результатами.

2. Упомянутое обращение связи между индексом и кратностью из [1] достигается путем введения многомерных аналогов теплицевых операторов, ранее уже исследованных по другому поводу [3]. Ввиду тесной связи свойств теплицева оператора и его символа, не удивительно, что именно для них возможен перевод с языка голоморфных ростков на язык операторных алгебр.

Пусть  $U$  — строго псевдовыпуклая область в  $\mathbb{C}^n$ , а  $f_1, \dots, f_n$  — набор голоморфных функций в  $\mathbb{C}^n$  с единственным общим нулем  $w$ . Введем операторы  $T_i$ , действующие в пространстве Харди  $H^2(\bar{U})$  [3] умножением на функцию  $f_i$ ,  $i = 1, \dots, n$ , и обозначим через  $T_f$  полученный коммутирующий набор операторов. Для него определены спектр  $\text{sp}(T_f)$ , существенный спектр  $\text{sp}_e(T_f)$  и фредгольмовский индекс (см. [1, 2]). Для их описания удобнее всего ввести коммутирующий набор  $Z$ , отвечающий координатным функциям  $z_i$ , и заметить, что в этой ситуации функциональное исчисление тривиализуется:  $T_i = f(T_z)$ . Легко проверить, что  $\text{sp}(T_z) = \bar{U}$  и  $\text{sp}_e(T_z) = \partial U$ , откуда сразу следует критерий фредгольмовости набора  $f$ , а именно, функции  $f_i$  не должны иметь общих нулей на границе  $\partial U$ . Поскольку это обеспечено сделанными предположениями, остается подсчитать индекс на-  
30. "მეცნიერებათა", ტ. 127, № 3, 1987



бора  $T_z$  в какой-нибудь точке из  $U$ , который, как легко видеть, не зависит от точки и равен  $-1$ . Поэтому, применяя формулу из [1], заключаем, что индекс  $T_f$  равен  $-m_\omega(f)$ , где  $m_\omega(f)$  — кратность голоморфного отображения  $f$  в его изолированном прообразе  $\omega$ .

Предложение 1. Если  $U$  — строго псевдовыпуклая область в  $\mathbb{C}^n$ , то при наших обозначениях имеем равенство

$$\text{ind } T_f = -m_\omega(f).$$

Важно отметить, что можно получить прямое доказательство простым подсчетом коядер (ядра тривиальны) операторов умножения на ростки  $\tilde{f}_i$  в соответствующем пространстве ростков в точке  $\omega$ . При этом становится ясна роль локального кольца отображения  $f$  в точке  $\omega$  и структуры умножения в нем, связанной, как известно [4], с символом вычета Гротендика и локальной степенью, которая имеет смысл и для любых непрерывных функций. Чтобы обобщить полученное равенство, нужно ввести уже настоящие теплицевы операторы: для  $f \in C(\bar{U})$  оператор  $T_f: H^2(\bar{U}) \rightarrow H^2(\bar{U})$  определяется как  $P \hat{f}_i$ , где  $P: L^2(U) \rightarrow H^2(\bar{U})$  — аналог проектора Сеге [3], а  $\hat{f}_i$  — оператор умножения на функцию в пространстве  $L^2(\bar{U})$ , суженный на  $H^2(\bar{U})$ . Заметим, что теперь уже операторы вида  $T_f$  коммутируют только по модулю компактных операторов из  $L(H^2)$ , то есть для набора  $f_1, \dots, f_n$  набор  $T_f$  является существенно коммутирующим [1]. Поэтому для него определены существенный спектр и фредгольмовский индекс [1]. В частности, критерием фредгольмовости по-прежнему будет отсутствие общих нулей на  $\partial U$ , и можно сформулировать обобщение предложения 1.

Теорема 1. Пусть  $U$  — строго псевдовыпуклая область в  $\mathbb{C}^n$  и  $f_1, \dots, f_n$  — непрерывные функции в  $\bar{U}$ , не имеющие общих нулей на  $\partial U$ . Тогда набор теплицевых операторов  $T_f$  фредгольмов и имеет место равенство:

$$\text{ind } T_f = -\text{deg}(f, 0),$$

где  $\text{deg}(f, 0)$  — степень отображения  $f$  в области  $\bar{U}$  относительно начала координат.

Для доказательства приходится воспользоваться аддитивностью индекса и степени отображения и свести рассмотрение к случаю, когда у функций  $f_i$  есть единственный общий нуль в  $\bar{U}$ , а тогда все решается следующим утверждением.

Предложение 2. Пусть в условиях теоремы 1 функции  $f_i \in C^\infty$  имеют единственный общий нуль  $\omega$  в  $\bar{U}$ . Тогда

$$\text{ind } T_f = -\text{deg}_\omega f,$$

где  $\text{deg}_\omega f$  — локальная степень отображения  $f$  в точке  $\omega$ .

Для доказательства последнего можно вновь свести дело к операторам в пространстве ростков  $C_\omega^\infty$ , где наличие символа Гротендика позволяет выразить в терминах соответствующей квадратичной формы на локальном кольце [1] и локальную степень, и гомологии комплекса Кошуля построенного набора операторов. Переход к произвольным непрерывным функциям не составляет труда в силу свойств устойчивости индекса и степени.



Отметим, что из теоремы 2 легко следует результат Венгера и палкришны [3] об индексе матричных теплицевых операторов, установленный им только для шара. Кроме того, интересным представляется сам тот факт, что инвариант нульмерной особенности, каковой является изолированный прообраз кратности, большей единицы, допускает интерпретацию в терминах индекса системы операторов. Поскольку естественно рассматривать всю алгебру теплицевых операторов, а такие алгебры обладают более сложными гомологическими инвариантами — высшими индексами, то можно надеяться, что и для более сложных особенностей возможен перевод с одного языка на другой. В этом свете содержание следующего пункта можно рассматривать как подтверждение сказанного в случае особенностей типа полных пересечений.

3. Мы переходим к рассмотрению операторов, совместный спектр которых устроен как полные пересечения. При этом естественно возникают операторы, связанные функциональными соотношениями, которые, к тому же, в последнее время играют заметную роль при изучении дифференциальных уравнений, описывающих периодические структуры, например, операторы метода обратной задачи теории рассеяния в теории солитонов. Поскольку совместный спектр является аналитическим подмножеством, наличие соотношений позволяет уточнить его расположение, в частности, при одномерном спектре можно описать его ветви и получить формулу для индекса функции от системы таких операторов.

Пусть  $A_1, \dots, A_n$  — коммутирующие линейные операторы в гильбертовом пространстве  $H$ , удовлетворяющие  $n-k$  функционально независимым аналитическим соотношениям  $F_i(A_1, \dots, A_n) = 0$ ,  $i=1, \dots, n-k$ . В этом случае их спектр  $\text{sp}(A)$  не более чем  $k$ -мерен. Из свойств комплекса Кошуля системы  $A$  вытекает, что ни в одной точке не может быть обратимых подсистем из менее чем  $k$  данных операторов. Мы предположим, что всюду можно найти ровно  $k$  операторов, образующих обратимую подсистему. Пусть, кроме того, заданы  $k$  функций  $f_i$ , не имеющих общих нулей на существенном спектре системы  $A$ .

**Теорема 2.** Пусть при сделанных предположениях система соотношений  $F_i=0$  униформизируема, то есть локально всюду можно выразить операторы системы  $A$  через  $k$  функционально независимых операторов. Тогда система  $f(A)$  фредгольмова и

$$\text{ind } f(A) = (f^{-1}(0), \text{sp}(A)),$$

где  $(\cdot, \cdot)$  обозначает индекс пересечения аналитических подмножеств  $f^{-1}(0)$  и  $\text{sp}(A)$ .

Особенно часто встречаются коммутирующие пары операторов, для которых, к тому же, предшествующий результат упрощается, поскольку неприводимую кривую всегда можно униформизовать.

**Теорема 3.** Пусть коммутирующие операторы  $A_1$  и  $A_2$  связаны неприводимым полиномиальным соотношением  $F(A_1, A_2) = 0$ . Тогда для аналитической функции  $f$ , заданной в окрестности спектра  $\text{sp}(A)$ , и не равной нулю на  $\text{sp}_e(A)$  оператор  $f(A_1, A_2)$  фредгольмов и имеет место равенство:

$$\text{ind } f(A_1, A_2) = (f^{-1}(0), \text{sp}(A)).$$

Для доказательства этих теорем необходимо использовать аддитивность индекса пересечения и фредгольмовского индекса, что позволяет локализовать рассуждения и считать, что все операторы являются функциями от  $k$  независимых. К последним применима формула



из [1] для индекса системы из  $k$  операторов, правая часть которой по теореме о неявной функции для голоморфного функционального исчисления легко преобразуется в локальный индекс пересечения спектра и поверхности уровня.

В заключение отметим, что, комбинируя результаты обоих пунктов, можно получить аналог теоремы 1 для теплицевых операторов на аналитических подмногообразиях в  $C^n$ .

Академия наук ГССР  
Тбилисский математический институт  
им. А. М. Размадзе

(Поступило 11.4.1986)

მათემატიკა

### ბ. ხიმშიაშვილი

ფრედჰოლმის ინდექსის კავშირის შესახებ ანალიზურ გეომეტრიასთან

რეზიუმე

მოყვანილია აღნიშნული კავშირის ზოგიერთი გამოყენება ანალიზურად მოცემული ოპერატორის ინდექსის გამოთვლის ამოცანაში ოპერატორებისათვის, რომლებიც აკმაყოფილებენ ანალიზურ თანაფარდობებს. დამტკიცებულია, რომ ამ ოპერატორების პოლომორფულ ფუნქციათა სისტემის ინდექსი უდრის შესაბამისი დონის ზედაპირის სპექტრთან თანაკვეთის ინდექსს. მოცემულია აგრეთვე პოლომორფული ასახვის ჯერადობის ოპერატორული ინტერპრეტაცია.

MATHEMATICS

G. N. KHIMSHIASHVILI

## ON THE CONNECTION OF THE FREDHOLM INDEX WITH ANALYTICAL GEOMETRY

Summary

The paper presents some applications of the mentioned connection to the problem of computing the Fredholm index for an operator expressed in analytical terms. It is shown that the Fredholm index of a set of functions of analytically dependent operators is equal to the intersection index of their spectrum with the level surface of the corresponding holomorphic mapping. An operatorial interpretation of the multiplicity of a holomorphic mapping is obtained, which provides an example of reversing the specified connection with the aim of studying the analytic singularities in terms of the corresponding algebras of Toeplitz operators.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Н. Химшиашвили. Сообщения АН ГССР, 120, № 1, 1985, 25—28.
2. А. Я. Хелемский. Успехи матем. наук, 36, вып. I, 1981, 127—172.
3. R. Venugopal Krishna. J. Func. Analysis, v. 5, № 1, 1970.
4. Г. Н. Химшиашвили. Сообщения АН ГССР, 85, № 2, 1977, 309—312.





В. В. БОЛТЯНСКИЙ

## О ПЛОТНЫХ ВЛОЖЕНИЯХ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ ВЕКТОРНЫХ ПРОСТРАНСТВ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 30.11.1985)

В [1] рассматриваются плотные вложения банахова пространства  $X$  в банахово пространство  $Y$  и вопрос об эквивалентности норм  $\|\cdot\|_X$  и  $\|\cdot\|_Y$  на  $X$  связывается с наличием в  $X$  собственных замкнутых подпространств, плотных в  $Y$ . Здесь этот вопрос решается для топологических векторных пространств.

*Теорема 1. Пусть  $Y$  — отделимое локально выпуклое топологическое векторное пространство и  $X$  — его векторное подпространство, плотно в  $Y$ . Пусть, далее, в  $X$  введена своя топология  $\tau_X$ , превращающая  $X$  в отделимое локально выпуклое топологическое векторное пространство, причем тождественное вложение  $i: X \rightarrow Y$  непрерывно. Если  $X$  не содержит собственных замкнутых подпространств, плотных в  $Y$ , то любой непрерывный линейный функционал  $x' \in X'$  однозначно продолжается до непрерывного линейного функционала на всем пространстве  $Y$  (и потому сопряженные пространства  $X'$  и  $Y'$  естественно изоморфны).*

*Доказательство.* Пусть  $x': X \rightarrow R$  — нетривиальный непрерывный линейный функционал и  $L$  — его ядро. Согласно условию,  $L$  не является плотным в  $Y$ . Следовательно, существует непрерывный линейный функционал  $y': Y \rightarrow R$ , обращающийся в нуль на  $L$ . Композиция  $y' \circ i$  отображений  $X \xrightarrow{i} Y \xrightarrow{y'} R$  представляет собой непрерывный (в топологии  $\tau_X$ ) линейный функционал на  $X$ , который обращается в нуль на  $L$ . Следовательно,  $y' \circ i = \lambda x'$ . Здесь  $\lambda \neq 0$  (иначе функционал  $y'$  был бы тривиальным, что противоречит его выбору). Функционал  $\frac{1}{\lambda} y'$  и является продолжением функционала  $x'$  на все  $Y$ .

*Теорема 2. Если при выполнении условий теоремы 1 пространство  $Y$  метризуемо (т. е. [1] топология  $\tau_Y$  имеет счетный базис окрестностей начала), то топология  $\tau_X$  совпадает с индуцированной топологией (т. е. с топологией  $\tau_Y$ , рассматриваемой на подпространстве  $X$ ).*

*Доказательство.* Предположим, напротив, что эти топологии не совпадают, т. е. существует такая окрестность нуля  $U \subset X$  в топологии  $\tau_X$ , что какую бы окрестность нуля  $V \subset Y$  мы ни взяли,  $V \cap X$  не содержится в  $U$ . Выберем счетный базис  $V_1 \supset V_2 \supset \dots$  выпуклых окрестностей нуля в  $Y$  и построим индуктивно последовательность  $\{x_n\}$  в  $X$  и последовательность  $\{x'_n\}$  в  $X'$ , для которых выполняются следующие свойства:

1.  $3 \cdot 4^n x_n \in V_n \cap X$  и  $x_n \in \bar{U}$  (замыкание в топологии  $\tau_X$ );
2.  $x'_n(x_n) = 1$ ,  $|x'_n(x)| \leq 1$  при  $x \in U$ ;



$$3. \left| \sum_{k=1}^{n-1} \frac{1}{4^k} x'_k(x_n) \right| < \frac{1}{3 \cdot 4^n} \text{ при } n > 1.$$

Пусть при некотором  $n \geq 1$  уже построены  $x_1, \dots, x_{n-1}, x'_1, \dots, x'_{n-1}$ , удовлетворяющие этим условиям; построим  $x_n, x'_n$ . Так как функционал

$$f_n = \sum_{k=1}^{n-1} \frac{1}{4^k} x'_k$$

непрерывен в топологии  $\tau_X$  (при  $n=1$  принимаем  $f_n \equiv 0$ ), то по теореме 1 он имеет непрерывное продолжение (также обозначаемое через  $f_n$ ) на  $Y$ .

Пусть  $V_n^*$  — такая окрестность нуля в  $Y$ , что в ней непрерывный функционал  $f_n$  принимает значения, меньшие по модулю, чем  $\frac{1}{3 \cdot 4^n}$ . Так

как  $\left(\frac{1}{3 \cdot 4^n} V_n^*\right) \cap V_n^* \cap X$  не содержится в  $U$ , то существует такой элемент

$x_n \in X$ , что  $x_n \in \left(\frac{1}{3 \cdot 4^n} V_n^*\right) \cap V_n^*$  и  $x_n \notin U$ . При этом можно предполагать,

что  $x_n \in \bar{U}$ . Тогда  $|f_n(x_n)| < \frac{1}{3 \cdot 4^n}$  (поскольку  $x_n \in V_n^*$ ), т. е. выполнено

условие 3. Выполнено и условие 1 (поскольку  $x_n \in \frac{1}{3 \cdot 4^n} V_n^*$ ,  $x_n \in \bar{U}$ ).

Наконец, так как  $x_n \notin U$ ,  $x_n \in \bar{U}$ , то по теореме Хана—Банаха существует такой непрерывный линейный функционал  $x'_n \in X'$ , что  $x'_n(x_n) = 1$  и  $|x'_n(x)| < 1$  при  $x \in U$ . Следовательно,  $|x'_n(x)| \leq 1$  при  $x \in \bar{U}$ , т. е. выполнено и условие 2.

Итак,  $\{x_n\}, \{x'_n\}$  построены. Положим

$$f(x) = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{4^k} x'_k(x), \quad x \in X.$$

Этот ряд сходится для любого  $x \in X$  и является непрерывным линейным функционалом. Далее, в силу условий 1, 2 имеем  $x_p \in \bar{U}$  и потому  $|x'_n(x_p)| \leq 1$  при любых  $n, p$ . Теперь находим (учитывая условия 1, 2, 3)

$$\begin{aligned} f(x_n) &\geq - \left| \sum_{k=1}^{n-1} \frac{1}{4^k} x'_k(x_n) \right| + \frac{1}{4^n} x'_n(x_n) - \left| \sum_{k \geq n+1} \frac{1}{4^k} x'_k(x_n) \right| > \\ &> - \frac{1}{3 \cdot 4^n} + \frac{1}{4^n} - \sum_{k \geq n+1} \frac{1}{4^k} = \frac{1}{3 \cdot 4^n}, \end{aligned}$$

т. е.  $f(3 \cdot 4^n x_n) > 1$ .

По теореме 1 функционал  $f$  имеет непрерывное продолжение (также обозначаемое через  $f$ ) на  $Y$ . В силу доказанного  $f$  принимает в точке  $3 \cdot 4^n x_n \in V_n^*$  значение, большее 1, что противоречит его непрерывности. Полученное противоречие доказывает, что  $\tau_X$  совпадает с индуцированной топологией.



**Теорема 3.** Пусть  $X, Y$  — банаховы пространства и  $X$  вложено в  $Y$ , т. е.  $X \subset Y$  и существует такая константа  $m$ , что  $\|x\|_Y \leq m \|x\|_X$  для любого  $x \in X$ . Предположим, что это вложение плотно, т. е.  $\bar{X} = Y$ . Если  $X$  не содержит собственных замкнутых (в  $X$ ) подпространств, плотных в  $Y$ , то нормы  $\|\cdot\|_X$  и  $\|\cdot\|_Y$  эквивалентны на  $X$  (т. е.  $\|x\|_X \leq M \|x\|_Y$  для любого  $x \in X$ ), а сопряженные пространства  $X^*$  и  $Y^*$  естественно изоморфны.

Это непосредственно следует из теорем 1 и 2.

**Пример 1.** Пусть  $X=Y$  — гильбертово пространство,  $\tau_X$  — топология, определяемая нормой, а  $\tau_Y$  — слабая топология. Теорема 1 применима (любой непрерывный в топологии  $\tau_X$  линейный функционал непрерывен и в топологии  $\tau_Y$ ). В то же время топологии  $\tau_X$  и  $\tau_Y$  не эквивалентны, т. е. теорема 2 неприменима. Это связано с тем, что топология  $\tau_Y$  неметризуема.

**Пример 2.** Пусть  $Y$  — пространство всех действительных непрерывных функций  $x(t)$  на  $R$  в топологии  $\tau_Y$ , определяемой системой преднорм  $p_n(x) = \sup_{|t| < n} |x(t)|$ ,  $n=1, 2, \dots$ . Оно метризуемо, но не нормируемо [1]. Через  $X \subset Y$  обозначим подпространство всех ограниченных непрерывных функций в топологии  $\tau_X$ , определяемой нормой  $\|x\| = \sup_{t \in R} |x(t)|$ .

Эти топологии не эквивалентны на  $X$ . Неприменимость теоремы 2 связана с тем, что, например, ядро  $K$  непрерывного линейного функциона-

нала  $I(x) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{-t^2} x(t) dt$ , определенного на  $X$ , представляет собой собственное замкнутое подпространство пространства  $X$ , плотное в  $Y$ .

**Пример 3.** Положим  $Y = l_2$ ,  $X = l_1$ . Тогда  $X \subset Y$ , причем  $\|x\|_Y \leq \|x\|_X$  для любого  $x \in X$ . Кроме того, вложение  $X \subset Y$  плотно. Однако нормы  $\|\cdot\|_X$  и  $\|\cdot\|_Y$  не эквивалентны на  $X$ .

Неприменимость теоремы 3 связана здесь с тем, что  $X$  содержит собственные замкнутые подпространства, плотные в  $Y$ . Например, ядро  $K$

непрерывного линейного функционала  $I(x) = \sum_{k=1}^{\infty} x_k$  представляет собой собственное замкнутое подпространство пространства  $X$ , плотное в  $Y$ .

Новгородский политехнический институт

(Поступило 31.1.1986)

გათემატიკა

3. გოლტინასკი

ტოპოლოგიური ვექტორული სივრცეების მკვრივ ჩაღმატა შესახებ

რეზიუმე

განიხილება უწყვეტი  $i$  ჩაღმატა ტოპოლოგიური ვექტორული  $X \subset Y$  სივრცისა ტოპოლოგიურ ვექტორულ  $Y$  სივრცეში (ყველა სივრცეები განცალკევადი და ლოკალურად ამონუნქილია). პირველი თეორემით, თუ  $X$  მკვრივია

$Y$ -ში, მაგრამ  $X$  არ შეიცავს  $Y$ -ში მკვრივ ჩაკეტილ ვექტორულ სივრცეს, მაშინ შეუღლებული  $X'$  და  $Y'$  სივრცეები ბუნებრივად იზომორფულია. მეორე თეორემით, თუ  $Y$  მეტრიზებადია, მაშინ  $X$ -ის ტოპოლოგია ემთხვევა ინდუცირებულ ტოპოლოგიას. მოცემულია გამოყენებანი ბანახის სივრცეთა შემთხვევაში.

MATHEMATICS

V. V. BOLTYANSKY

ON DENSE IMBEDDINGS OF TOPOLOGICAL VECTOR SPACES

Summary

Continuous imbedding  $I$  of a topological vector space  $X \subset Y$  into a topological vector space  $Y$  is considered, the spaces being separable and locally convex. The first theorem states that if  $X$  is dense in  $Y$  but  $X$  contains no closed vector space which is dense in  $Y$ , then conjugate spaces  $X'$  and  $Y'$  are naturally isomorphic. If  $Y$  is metrizable, then (Theorem 2) the topology of  $X$  coincides with the induced topology. Applications in the case of Banach spaces are given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. О. Яндаров. ДАН СССР, 276, № 6, 1984, 576—578.
2. Н. Бурбаки. Топологические векторные пространства. М., 1959.

В. А. ПААТАШВИЛИ, Г. А. ХУСКИВАДЗЕ

## О ПРОИЗВОДНОЙ КОНФОРМНОГО ОТОБРАЖЕНИЯ

(Представлено академиком Б. В. Хведелидзе 17.4.1986)

Пусть  $\Gamma$  — простая, спрямляемая, замкнутая кривая, ограничивающая конечную область  $D$ , а  $z = \omega(\zeta)$  — функция, конформно отображающая единичный круг на  $D$ .

В работе рассматриваются вопросы принадлежности к классам Харди функции  $\omega'(\zeta)$  и к весовым классам Макенхаупта функции  $\omega'(e^{i\theta})$ .

1. Пусть  $t = t(s)$ ,  $0 \leq s \leq l$  — уравнение кривой  $\Gamma$  относительно дуговой абсциссы. Будем говорить, что кривая  $\Gamma$  принадлежит классу  $T(\mu)$ ,  $\mu \in (0, \pi]$ , если для каждой точки  $s \in [0, l]$  найдется окрестность, на которой значения функции  $t'(s)$  лежат внутри угла с вершиной в начале координат и раствора  $\mu$ .

Если  $\Gamma \in T(\pi)$ , то ее можно покрыть конечным числом дуг  $\Gamma_k = [t_k, t_{k+1}]$ ,  $k = \overline{1, n}$  так, что при  $t \in \Gamma_k$  значения  $t'(s)$  расположены в некоторой полуплоскости. Предположим, что в точке  $t_0 = \omega(1)$  кривая  $\Gamma$  имеет касательную и существует предел  $\lim_{\zeta \rightarrow 1} \arg \omega'(\zeta) = \beta_0$ .

Определим на  $[0, 2\pi]$  функцию  $\alpha(\vartheta)$  следующим образом. За значение  $\alpha(0)$  примем число  $\beta_0 + \frac{\pi}{2}$ , а в остальных точках  $\alpha(\vartheta)$  определим так, чтобы  $\exp i\alpha(\vartheta) = t'(s(\vartheta))$  и на каждом отрезке  $[\vartheta_k, \vartheta_{k+1}]$ , соответствующем дуге  $\Gamma_k$ ,  $k = \overline{1, n}$ , она удовлетворяла условию  $|\alpha(\vartheta') - \alpha(\vartheta'')| < \pi$ .

2. Лемма 1. Если  $\Gamma \in T(\pi)$ , то почти для всех  $\vartheta \in [0, 2\pi]$

$$\lim_{\zeta \rightarrow e^{i\vartheta}} \arg \omega'(\zeta) = \alpha(\vartheta) - \vartheta - \frac{\pi}{2}. \quad (1)$$

Это утверждение является распространением теоремы Линделефа для кривых класса  $T(\pi)$  (см., напр., [1, стр. 409—410]), где приведено доказательство в случае гладких кривых).

Лемма 2. Если  $\Gamma \in T(\pi)$ , то

$$\omega'(\zeta) = \overline{\omega'(0)} \exp \left\{ \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} \frac{\alpha(\vartheta) - \vartheta - \frac{\pi}{2}}{e^{i\vartheta} - \zeta} d e^{i\vartheta} \right\}. \quad (2)$$

3. Пусть  $H_p$  — класс Харди, аналитических в круге функций (см., напр., [1, с. 388]), а  $A_p$  — множество измеримых  $2\pi$ -периодических функций  $\rho$ , удовлетворяющих условию

$$\sup_{I, |I| < 2\pi} \left( \frac{1}{|I|} \int_I \rho^p(\vartheta) d\vartheta \right)^{1/p} \left( \frac{1}{|I|} \int_I \rho^{-p'}(\vartheta) d\vartheta \right)^{1/p'} < \infty.$$

С помощью леммы 2 и некоторых результатов из работы [2] доказывается

Теорема 1. Если  $\Gamma \in T \left( \frac{\pi}{\lambda} \right)$ ,  $\lambda > 1$ , то

$$[\omega'(\zeta)]^{\pm 1} \in H_\lambda, \quad [\omega'(e^{i\theta})]^{\pm 1} \in A_\lambda. \quad (3)$$

Представление (2) и привлечение результатов из [3, 4] дают возможность единым способом установить утверждения, обобщающие некоторые результаты из [5—7]. Так, например:

Если  $\Gamma$  — кривая с ограниченным вращением (т. е.  $t'(s)$  — функция с конечной вариацией) без точек возврата,  $\{c_k\}$  — множество точек разрыва  $t'(s)$ ,  $\delta_k \pi$  — угол, составленный правой касательной в  $c_k$  с левой, то

$$\omega'(\zeta) = \prod_{\delta_i > 0} (\zeta - c_i)^{\delta_i} \prod_{\delta_k < 0} (\zeta - c_k)^{-\delta_k} \omega_0(\zeta), \quad (4)$$

где

$$\omega_0^{\pm 1}(\zeta) \in \bigcap_{p > 1} H_p, \quad \omega_0^{\pm 1}(e^{i\theta}) \in \bigcap_{p > 1} A_p.$$

В частности, отсюда следует результат работы [5] о том, что в рассматриваемом случае  $\omega' \in H_\nu$  для любого  $\nu < \inf_{\delta_k < 0} \left\{ \frac{1}{|\delta_k|} \right\}$ , а  $[\omega']^{-1} \in H_\mu$  для любого  $\mu < \inf_{\delta_i > 0} \left\{ \frac{1}{\delta_i} \right\}$ ;

Если  $\Gamma$  — кусочно-гладкая кривая без точек заострения, а  $c$  — ее угловая точка, то

$$\omega'(\zeta) = (\zeta - c)^\nu \omega_0(\zeta), \quad (5)$$

где  $\nu \pi$  — угол, составленный правой касательной с левой, а  $\omega_0^{\pm 1} \in \bigcap_{p > 1} H_p$ .

Когда же в точке  $c$  сходятся ляпуновские дуги, то  $\omega_0^{\pm 1}$  непрерывны в окрестности  $c$ .

Случай кусочно-ляпуновских кривых рассмотрен в [5], случай кусочно-гладких и кривых с ограниченным вращением — в [6, 7].

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

(Поступило 22.5.1986)

მათემატიკა

3. პაატაშვილი, გ. ხუსკივაძე

კონფორმული ასახვის წარმოებულის შესახებ

რეზიუმე

განხილულია ერთეულოვანი წრის ცალადბმულ არეზე კონფორმულად ამსახველ ფუნქციის წარმოებულისა და მისი სასაზღვრო ფუნქციის, შესაბამისად, ჰარდისა და მაკენჰაუპტის კლასებისადმი მიკუთვნების საკითხები.

V. A. PAATASHVILI, G. A. KHUSKIVADZE

## ON A DERIVATIVE FUNCTION OF CONFORMAL MAPPING

## Summary

Questions are considered concerning the belonging of a derivative function conformally mapping a unit circle onto a simply-connected domain and its boundary function to the Hardy and Muckenhoupt weighted classes, respectively.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. М. Голузин. Геометрическая теория функций комплексного переменного. М., 1966.
2. И. Б. Симоенко. Изв. АН СССР, сер. мат., 28, № 2, 1964, 277—306.
3. И. И. Данилюк. Нерегулярные граничные задачи на плоскости. М., 1975.
4. В. М. Кокилашвили, В. А. Пааташвили. Диф. ур-я, XVI, № 9, 1980, 1650—59.
5. S. E. Warschawski. Math. Zeitschr., 35 № 3-4, 1932, 321-456.
6. S. E. Warshavski, G. E. Schober. Archive for Rational Mechanics and Analysis, vol. 22, № 3, 1966, 201-209.
7. А. А. Соловьев. Сиб. мат. ж., XXVI, № 3, 1985, 168—191.

V. A. PAATASHVILI, G. A. KHUSKIVADZE

## ON A DERIVATIVE FUNCTION OF CONFORMAL MAPPING

## Summary

Questions are considered concerning the belonging of a derivative function conformally mapping a unit circle onto a simply-connected domain and its boundary function to the Hardy and Muckenhoupt weighted classes, respectively.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. М. Голузин. Геометрическая теория функций комплексного переменного. М., 1966.
2. И. Б. Симоненко. Изв. АН СССР, сер. мат., 28, № 2, 1964, 277—306.
3. И. И. Данилюк. Нерегулярные граничные задачи на плоскости. М., 1975.
4. В. М. Кокилашвили, В. А. Пааташвили. Диф. ур-я, XVI, № 9, 1980, 1650—59.
5. S. E. Warschavski. Math. Zeitschr., 35 № 3-4, 1932, 321-456.
6. S. E. Warshavski, G. E. Schober. Archive for Rational Mechanics and Analysis, vol. 22, № 3, 1966, 201-209.
7. А. А. Соловьев. Сиб. мат. ж., XXVI, № 3, 1985, 168—191.



Н. Ш. ПИЛАУРИ

О КЛАССАХ НАСЫЩЕНИЯ ДЛЯ МЕТОДОВ ЧЕЗАРО ДВОЙНЫХ  
 ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИХ РЯДОВ ФУРЬЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Жижишвили 27.5.1986)

Пусть  $f \in C(T^2)$ ,  $T = [-\pi, \pi]$ . Функции (см. [1, с. 124])

$$\omega_1(f, \delta) = \sup_{|h| < \delta} \|f(x_1+h, x_2) - f(x_1, x_2)\|_C,$$

$$\omega_2(f, \delta) = \sup_{|\eta| < \delta} \|f(x_1, x_2+\eta) - f(x_1, x_2)\|_C,$$

называются частными модулями непрерывности функции  $f$ .

Как обычно, через  $\sigma_{n_1, n_2}^{\alpha_1, \alpha_2}(f, x_1, x_2)$ ,  $\alpha_1, \alpha_2 > -1$ , обозначаются средние Чезаро, определенные следующим образом:

$$\sigma_{n_1, n_2}^{\alpha_1, \alpha_2}(f, x_1, x_2) = \frac{1}{\pi^2} \int_{T^2} f(x_1+t_1, x_2+t_2) K_{n_1}^{\alpha_1}(t_1) K_{n_2}^{\alpha_2}(t_2) dt_1 dt_2,$$

где  $K_{\nu}^{\alpha}(\tau)$  — ядро Чезаро порядка  $\alpha$ , т. е.

$$K_{\nu}^{\alpha}(\tau) = \frac{1}{A_{\alpha}^{\nu}} \sum_{j=0}^{\nu} A_{\nu-j}^{\alpha-1} D_j(\tau),$$

$$D_j(\tau) = \frac{\sin\left(j + \frac{1}{2}\right)\tau}{2 \sin \frac{\tau}{2}},$$

$$A_{\nu}^{\alpha} = \frac{(\alpha+1)(\alpha+2)\cdots(\alpha+\nu)}{\nu!}.$$

Через  $\tilde{f}_1(x_1, x_2)$  и  $\tilde{f}_2(x_1, x_2)$  обозначаются соответственно (см. [2, с. 123]) сопряженные функции по переменному  $x_1$  и по переменному  $x_2$ , определенные следующим образом:

$$\tilde{f}_1(x_1, x_2) = -\frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x_1+t_1, x_2) \operatorname{ctg} \frac{t_1}{2} dt_1,$$

и

$$\tilde{f}_2(x_1, x_2) = -\frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x_1, x_2+t_2) \operatorname{ctg} \frac{t_2}{2} dt_2.$$



Пусть даны треугольные матрицы

$$\Lambda_i = (\lambda_{n_i, k_i}^{(i)}), \quad i=1, 2$$

и

$$K_{n_i}(\Lambda_i, t_i) = \frac{1}{2} \lambda_{n_i, 0}^{(i)} + \sum_{k_i=1}^{n_i} \lambda_{n_i, k_i}^{(i)} \cos k_i t_i, \quad i=1, 2.$$

Рассмотрим следующие линейные средние:

$$L_{n_1, n_2}(f, x_1, x_2, \Lambda_1, \Lambda_2) = \frac{1}{\pi^2} \int_{T^2} \tilde{f}(x_1+t_1, x_2+t_2) \prod_{i=1}^2 K_{n_i}(\Lambda_i, t_i) dt_i.$$

Пусть  $B \subset \{1, 2\}$ .

Определение 1. Линейный метод суммирования назовем сильно насыщенным по переменным  $x_i, i \in B$ , если существует стремящаяся к нулю при  $n_1, n_2 \rightarrow \infty$  положительная функция  $\varphi(n_1, n_2)$  такая, что

а) если

$$\|f - L_{n_1, n_2}(f, \Lambda_1, \Lambda_2)\|_C = o(\varphi(n_1, n_2)),$$

то

$$\omega_i(f, \delta) = 0, \quad \forall i \in B,$$

б) существует функция  $\tilde{f} \in C(T^2)$ , для которой

$$\omega_1(\tilde{f}, \delta) \neq 0, \quad \omega_2(\tilde{f}, \delta) \neq 0$$

и

$$\|f - L_{n_1, n_2}(f, \Lambda_1, \Lambda_2)\|_C = O(\varphi(n_1, n_2)). \quad (1)$$

Множество всех функций, удовлетворяющих условию (1), назовем классом сильного насыщения данного метода по переменным  $x_i, i \in B$ , а функцию  $\varphi(n_1, n_2)$  — порядком его сильного насыщения по переменным  $x_i, i \in B$ .

Определение 2. Линейный метод суммирования назовем слабо насыщенным по переменным  $x_i, i \in B$ , если существует стремящаяся к нулю при  $n_1, n_2 \rightarrow \infty$  положительная функция  $\varphi(n_1, n_2)$  такая, что

а) если

$$\|f - L_{n_1, n_2}(f, \Lambda_1, \Lambda_2)\|_C = o(\varphi(n_1, n_2)),$$

то

$$\omega_i(f, \delta) = 0, \quad \forall i \in B,$$

б) существует функция  $\tilde{f} \in C(T^2)$ , для которой

$$\omega_i(\tilde{f}, \delta) \neq 0 \quad (\forall i \in B)$$

и

$$\|f - L_{n_1, n_2}(f, \Lambda_1, \Lambda_2)\|_C = O(\varphi(n_1, n_2)). \quad (2)$$

Множество всех функций, удовлетворяющих условию (2), назовем классом слабого насыщения данного метода по переменным  $x_i, i \in B$ , а функцию  $\varphi(n_1, n_2)$  — порядком его слабого насыщения по переменным  $x_i, i \in B$ .

Из приведенных определений видно, что если линейный метод сильно насыщен по переменной  $x_j, (j=1 \text{ или } j=2)$ , то он и слабо насыщен по переменной  $x_j$ . Кроме того, слабое и сильное насыщение линейного метода по переменным  $x_j, j \in \{1, 2\}$  совпадает.

Пусть  $\xi_1, \xi_2 \in ]0, 1]$ . Определим классы функций

$$\tilde{H}(\xi_1, \xi_2) = \{f : f \in C(T^2), \omega_i(\tilde{f}_i, \delta) = O(\delta^{\xi_i}), i=1, 2\}$$

$$\tilde{h}(1) = \{f : f \in C(T^2), \omega_1(\tilde{f}_1, \delta) = O(\delta), \omega_2(\tilde{f}_2, \delta) = 0\}$$

и

$$\tilde{h}(2) = \{f : f \in C(T^2), \omega_2(\tilde{f}_2, \delta) = O(\delta), \omega_1(\tilde{f}_1, \delta) = 0\}.$$

Справедливы следующие теоремы:

**Теорема 1.** Метод Чебырево  $(c, \alpha_1, \alpha_2)$ ,  $\alpha_1, \alpha_2 > 0$  является сильно насыщенным по переменным  $x_i$ ,  $i \in \{1, 2\}$ , причем классом сильного насыщения по переменным  $x_i$ ,  $i \in \{1, 2\}$  является  $\tilde{H}(1, 1)$ , а порядком сильного насыщения

$$\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}.$$

**Теорема 2.** а) Метод Чебырево  $(c, \alpha_1, \alpha_2)$ ,  $\alpha_1, \alpha_2 > 0$  является сильно насыщенным по переменной  $x_2$ . Классами сильного насыщения по переменной  $x_2$  являются  $\tilde{H}(\xi_1, 1)$  ( $0 < \xi_1 < 1$ ), а порядками сильного насыщения

$$\frac{1}{n_1^{\xi_1}} + \frac{1}{n_2}.$$

б) Метод Чебырево  $(c, \alpha_1, \alpha_2)$ ,  $\alpha_1, \alpha_2 > 0$ , является сильно насыщенным по переменной  $x_1$ . Классами сильного насыщения по переменной  $x_1$  являются

$$\tilde{H}(1, \xi_2), 0 < \xi_2 < 1, \text{ а порядками сильного насыщения } \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2^{\xi_2}}.$$

Из теоремы 2 видно, что классы сильного (стало быть, и слабого) насыщения по переменной  $x_i$  ( $i=1$  или  $i=2$ ) и соответствующие порядки насыщения определяются не единственным образом. В следующей теореме найден еще один класс слабого насыщения.

**Теорема 3.** а) Метод Чебырево  $(c, \alpha_1, \alpha_2)$ ,  $\alpha_1, \alpha_2 > 0$  является слабо насыщенным по переменной  $x_1$ . Классом слабого насыщения по переменной

$$x_1 \text{ является } \tilde{h}(1), \text{ и порядком слабого насыщения } \frac{1}{n_1}.$$

б) Метод Чебырево  $(c, \alpha_1, \alpha_2)$ ,  $\alpha_1, \alpha_2 > 0$  является слабо насыщенным по переменной  $x_2$ . Классом слабого насыщения по переменной  $x_2$  является

$$\tilde{h}(2), \text{ а порядком слабого насыщения } \frac{1}{n_2}.$$

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 30.5.1986)

• მათემატიკა

ბ. ფილაური

გაზეთის კლასები ფურცელს ორჯერადი ტრიგონომეტრიული  
მწკრივების ჩეზაროს მეთოდებისათვის

რეზიუმე

ფურცელს ორჯერადი ტრიგონომეტრიული მწკრივების ჩეზაროს მეთოდებისათვის ნაპოვნია გაჭერების კლასები და რიგები.

N. Sh. PILAURI

SATURATION CLASSES FOR CESARO METHODS OF DOUBLE  
TRIGONOMETRIC FOURIER SERIES

## Summary

For the Cesaro methods of double trigonometric Fourier series classes and orders of saturation are given.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Ф. Тиман. Теория приближения функций действительного переменного. М., 1960.
2. Л. В. Жижнашвили. Сопряженные функции и тригонометрические ряды. Тбилиси, 1969.

В. В. ШЕВЧИК

ДЕЙСТВИЕ ОПЕРАТОРА С НЕЗАМКНУТОЙ ОБЛАСТЬЮ  
ЗНАЧЕНИЙ НА ОРТОГОНАЛЬНЫХ БАЗИСАХ  
В ГИЛЬБЕРТОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ

(Представлено академиком Б. В. Хведелидзе 3.6.1987)

Пусть  $A$  — линейный ограниченный оператор, действующий в сепарабельном гильбертовом пространстве  $H$ , такой, что  $\text{Ker } A = 0$ , область значений  $R(A)$  оператора  $A$  незамкнута в  $H$  и  $\overline{R(A)} = H$ . Если  $\{x_n\}$  — ортонормированный базис пространства  $H$ , то через  $\{y_n\}$  обозначим последовательность, полученную в результате действия  $A$  на  $\{x_n\}$ , т. е.  $y_n = Ax_n$  ( $n=1, 2, \dots$ ).

Нас будет интересовать вопрос о существовании ортонормированного базиса  $\{x_n\}$ , для которого  $\{y_n\}$  — базис  $H$ , обладающий теми или иными свойствами. Различные понятия теории базисов в гильбертовом пространстве, которые будут использованы нами, можно найти в [1].

**Теорема 1.** *Существует ортонормированный базис  $\{x_n\}$  пространства  $H$ , для которого  $\{y_n\}$  — безусловный базис в  $H$ .*

Как показывает пример оператора умножения на независимую переменную  $t$  в  $H=L_2[0,1]$ , замена в утверждении теоремы 1 „безусловный“ базис на „ортogonalный“ невозможна. Однако имеет место

**Предложение 2.** В  $H$  существует ортонормированный базис  $\{x_n\}$  такой, что  $\{y_n\}$  — ортогональный базис тогда и только тогда, когда спектр оператора  $B=A^*A$  чисто точечный.

Легко видеть, что если  $\{y_n\} = \{Ax_n\}$  — безусловный базис в  $H$ , то  $\inf_n \|y_n\| = 0$ . Отказавшись от требования, что  $\{y_n\}$  — безусловный базис в  $H$ , естественно поставить вопрос о существовании такого ортонормированного базиса  $\{x_n\}$ , для которого  $\{y_n\}$  — последовательность, ограниченная от 31. „მეცნიერებათა“, ტ. 127, № 3, 1987



нуля, т. е.  $\inf_n \|y_n\| > 0$ . В соответствии с определением в случае банахового пространства [2] полная минимальная последовательность  $\{l_n\}$  в  $H$  называется  $M$ -базисом, если последовательность  $\{f_n\}$  биортогональная к  $\{l_n\}$ , полная в  $H$ .

**Теорема 2.** *В  $H$  существует ортонормированный базис  $\{x_n\}$  такой, что  $\{y_n\}$   $M$ -базис, обладающий свойством  $\inf_n \|y_n\| > 0$  тогда и только тогда, когда оператор  $A$  некомпактный.*

Метод доказательства анонсированных нами утверждений основывается на использовании спектральной теоремы и примыкает к методу работы [3], где исследовался вопрос о существовании ортонормированного базиса  $\{x_n\}$  такого, что  $\{y_n\}$  — базис (условный) пространства  $H$ , отграниченный от нуля.

Запорожский государственный университет

(Поступило 12.6.1987)

МАТЕМАТИКА

### 3. შიშვიტი

აბრეშვიტი მონიშნულია ოპერატორის მოქმედება  
ორთოგონალურ ბაზისზე ჰილბერტის სივრცეში

### რეზიუმე

ვთქვათ  $A$  წრფივი შემოსაზღვრული ოპერატორია  $H$  სეპარაბელურ სივრცეში.  $\text{Ker } A = 0$ ,  $R(A)$  არაჩაკეტილია და  $\overline{R(A)} = H$ . განხილულია  $H$  სივრცეში ისეთი  $\{x_n\}$  ორთოგონალური ბაზისის არსებობის საკითხი, რომ  $\{Ax_n\}$  იყოს ბაზისი სპეციალური თვისებებით

MATHEMATICS

V. V. SHEVCHIK

## THE ACTION OF AN OPERATOR WITH NON-CLOSED RANGE OF THE ORTHOGONAL BASES IN HILBERT SPACES

### Summary

Let  $A$  be a linear bounded operator in separable Hilbert space  $H$ , such that  $\text{ker } A = 0$  and  $R(A)$  is non-closed and  $\overline{R(A)} = H$ . Some problems are



considered concerning the existence in  $H$  space of an orthogonal basis  $\{x_n\}$ , such that  $\{y_n\}=\{Ax_n\}$  is the basis with special properties.

ՄԵԾԵՐՈՒԹՅՈՒՆ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Ц. Гохберг, М. Г. Крейн. Введение в теорию несамосопряженных операторов. М., 1965.
2. I. Singer. Bases in Banach Spaces II, Springer-Verlag, 1981.
3. А. М. Олевский. Математические заметки, 12, № 1, 1972, 73.



А. Б. ХАРАЗИШВИЛИ

## О БОРЕЛЕВСКИХ ОТОБРАЖЕНИЯХ МЕТРИЧЕСКИХ ПРОСТРАНСТВ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 3.10.1986)

В настоящей статье приводятся некоторые результаты о борелевских отображениях множеств, лежащих в метризуемых топологических пространствах.

**Теорема 1.** Пусть  $E$  — полное метрическое пространство, имеющее мощность континуума и содержащее несчетное множество точек, плотное в себе. Тогда в пространстве  $E$  найдется подмножество  $X$ , обладающее следующими свойствами:

- 1) множество  $X$  несчетно;
- 2) пространство  $E$  не является образом множества  $X$  при каком-либо борелевском отображении.

**Замечание.** Требование, чтобы пространство  $E$  содержало несчетное множество точек, плотное в себе, существенно в формулировке приведенной теоремы, поскольку (в предположении справедливости гипотезы континуума) для всякого другого полного метрического пространства мощности континуума утверждение этой теоремы перестает быть верным (что доказывается с помощью операции Монтгомери [1]).

Доказательство сформулированной теоремы основывается на ряде вспомогательных предложений.

**Лемма 1.** Каждое несчетное полное метрическое пространство без изолированных точек содержит в себе некоторое подмножество, гомеоморфное канторову дисконтинууму.

Эта лемма хорошо известна (см., например, [1]).

**Лемма 2.** Пусть  $\omega_0$  — первое бесконечное кардинальное число,  $\omega_1$  — первое несчетное кардинальное число и пусть выполняется соотношение  $2^{\omega_0} < 2^{\omega_1}$ , которое, в частности, вытекает из гипотезы континуума. Далее, предположим, что  $E$  — произвольное топологическое пространство, удовлетворяющее второй аксиоме счетности, а  $f$  — произвольное борелевское отображение пространства  $E$  на некоторое метризуемое топологическое пространство  $E'$ . Тогда можно утверждать, что и пространство  $E'$  удовлетворяет второй аксиоме счетности.

**Замечание.** Требование метризуемости пространства  $E'$  является существенным в формулировке леммы 2. Действительно, пусть  $R$  — вещественная прямая, наделенная обычной евклидовой топологией  $T$ . Определим в  $R$  другую топологию  $T^*$ , строго мажорирующую топологию  $T$ . Пусть класс  $T^*$  состоит из всевозможных множеств вида  $U \setminus Z$ , где  $U$  — любое открытое подмножество в  $R$  (относительно евклидовой топологии



$T$ ), а  $Z$  — любое не более чем счетное подмножество в  $R$ . Легко проверяется, что класс  $T^*$  на самом деле представляет собой топологию в  $R$ , строго мажорирующую исходную топологию  $T$ . С другой стороны, очевидно, что класс всех борелевских множеств пространства  $(R, T^*)$  совпадает с классом всех борелевских множеств пространства  $(R, T)$ . Рассмотрим отображение

$$\varphi: (R, T) \rightarrow (R, T^*),$$

задаваемое с помощью равенства

$$\varphi(x) = x \quad (x \in R).$$

Ясно, что отображение  $\varphi$  является борелевским изоморфизмом пространства  $(R, T)$  на пространство  $(R, T^*)$ . В то же время пространство  $(R, T)$  метризуемо и сепарабельно, а пространство  $(R, T^*)$  неметризуемо и несепарабельно.

Лемму 2 можно в значительной степени обобщить. Имеет место следующая

**Теорема 2.** Пусть  $\omega_\alpha$  — начальное порядковое число, для которого выполняется соотношение

$$2^{\omega_\alpha} < 2^{\omega_\alpha + 1},$$

и пусть  $E$  — произвольное топологическое пространство, топологический вес которого не превосходит  $\omega_\alpha$ , а  $f$  — произвольное борелевское отображение пространства  $E$  на метризуемое топологическое пространство  $E'$ . Тогда топологический вес пространства  $E'$  также не превосходит  $\omega_\alpha$ .

**Лемма 3.** Пусть  $E$  — несчетное полное сепарабельное метрическое пространство и пусть в этом пространстве задано двойное семейство множеств

$$(E_{\xi, \zeta})_{\xi < \omega_1, \zeta < \omega_1},$$

удовлетворяющее приводимым ниже соотношениям:

- 1) каждое множество  $E_{\xi, \zeta}$  обладает свойством Бэра в  $E$ ;
- 2) каков бы ни был индекс  $\xi < \omega_1$  и каковы бы ни были отличные друг от друга индексы  $\zeta < \omega_1$  и  $\eta < \omega_1$ , пересечение  $E_{\xi, \zeta} \cap E_{\xi, \eta}$  является пустым.

Тогда существует  $\omega_1$ -последовательность  $(\gamma(\xi))_{\xi < \omega_1}$ , которая состоит из ординальных чисел, строго меньших  $\omega_1$ , и для которой справедливо неравенство

$$\text{card}(E \setminus \bigcup_{\xi < \omega_1} E_{\xi, \gamma(\xi)}) \geq \omega_1.$$

Доказательство этой леммы имеется в работе [1].

**Лемма 4.** Пусть  $E$  — произвольное метрическое пространство,  $Z$  — некоторое подмножество этого пространства, наделенное индуцированной метрикой, и пусть задано борелевское отображение

$$f: Z \rightarrow [0, 1]^{\omega_0},$$

где  $[0, 1]^{\omega_0}$  — бесконечномерный гильбертов куб, снабженный тихоновской топологией произведения. Тогда найдутся множество  $Z^* \subset E$  и отображение

$$f^*: Z^* \rightarrow [0, 1]^{\omega_0},$$

для которых будут выполняться следующие соотношения:



- 1)  $Z \subset Z^*$ ;
- 2) множество  $Z^*$  является борелевским в пространстве  $E$ ;
- 3)  $f^*$  представляет собой борелевское отображение множества  $Z^*$  в гильбертов куб  $[0, 1]^{\omega_0}$ ;
- 4)  $f^*$  служит продолжением данного отображения  $f$ .

Доказательство сформулированной леммы осуществляется с помощью метода трансфинитной индукции (до порядкового числа  $\omega_1$ ).

**Лемма 5.** Пусть  $E$  — произвольное несчетное полное сепарабельное метрическое пространство, в котором выделено семейство  $L$  подмножеств этого пространства, удовлетворяющее приводимым ниже соотношениям:

- 1)  $\text{card}(L) \leq \omega_1$ ;
- 2)  $(\forall Y) (Y \in L \Rightarrow \text{card}(Y) \geq \omega_1)$ .

Если справедлива гипотеза континуума, то в пространстве  $E$  существует несчетное множество  $X$ , обладающее тем свойством, что никакой элемент из семейства  $L$  не является образом множества  $X$  при борелевском отображении. Более того, можно утверждать, что

$$\text{card}(Y \setminus g(X)) = \omega_1$$

для любого множества  $Y \in L$  и для любого борелевского отображения  $g$  множества  $X$  в пространство  $E$ .

Отметим, что в процессе доказательства леммы 5 основную роль играет известная теорема Урысона о топологической вложимости сепарабельного метрического пространства  $E$  в гильбертов куб  $[0, 1]^{\omega_0}$ .

С помощью сформулированных выше вспомогательных утверждений уже легко получается и доказательство самой теоремы 1. Аналогично доказываемся

**Теорема 3.** Пусть  $E$  — полное метрическое пространство, имеющее мощность континуума и содержащее несчетное множество точек, плотное в себе. Далее, пусть  $(Y_j)_{j \in J}$  — какое-нибудь семейство континуальных подмножеств пространства  $E$ , где  $\text{card}(J) \leq 2^{\omega_0}$ . Тогда в пространстве  $E$  найдется множество  $X$ , обладающее следующими свойствами:

- 1)  $\text{card}(X) \geq \omega_1$ ;
- 2) для всякого индекса  $j \in J$  множество  $Y_j$  не является образом множества  $X$  относительно борелевского отображения.

Теорема 3 обобщает один результат Серпинского (см. [1]).

В формулировке теоремы 1 требование полноты пространства  $E$  весьма существенно, в чем можно убедиться, рассмотрев следующий пример.

**Пример.** Пусть  $I$  — континуальное множество индексов и пусть для каждого индекса  $i \in I$  символ  $E_i$  обозначает метрическое пространство, изоморфное множеству всех рациональных точек промежутка  $[0, 1]$ . Далее, обозначим символом  $E$  метрическое пространство, являющееся суммой семейства пространств  $(E_i)_{i \in I}$ . Тогда пространство  $E$  несепарабельно, имеет мощность континуума и не содержит изолированных точек. Кроме того, выполняются соотношения:

- 1) пространство  $E$  локально сепарабельно;
- 2) всякое сепарабельное подмножество в  $E$  не более чем счетно;

3) любое подмножество в  $E$  есть множество типа  $F_\sigma$ .  
 Следовательно, если справедлива гипотеза континуума, то можно утверждать, что каждое несчетное подмножество в  $E$  борелевски изоморфно пространству  $E$ .

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

(Поступило 30.10.1986)

მათემატიკა

ბ. ხარაზიშვილი

მეტრიკული სივრცეების ბორელიანული გადასახვევის შესახებ

რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია მეტრიკული სივრცეების ქვესიმრავლეთა ბორელიანული გადასახვევის ზოგიერთი თვისება.

MATHEMATICS

A. B. KHARAZISHVILI

ON THE BOREL MAPPINGS OF METRIC SPACES

Summary

Some properties of the Borel mappings of the subsets of metric spaces are considered in the paper.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

I. К. Куратовский. Топология, т. I. М., 1966.



З. Ш. ПУТУРИДЗЕ, Ю. А. НИАУРИ

## ЛИНЕЙНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ НЕСТРУКТУРНЫХ КОМПЛЕКСОВ КОМАНД Р-ГРАФОВ

(Представлено академиком В. К. Чичинадзе 2.4.1986)

В статье [1] было описано, как представить в памяти ЭВМ в сжатой форме информацию о нагрузке и структуре комплексов команд Р-графа. Эта структура в своем внутреннем представлении содержит коды, которые не имеют символьного аналога при пробивке на перфокартах или с клавиатуры дисплея. Естественно, это требует разработки специального текстового редактора. Но, как показала практика, ввод исходного текста программы самым высококвалифицированным программистом не всегда оправдан. Поэтому необходимо иметь возможность представлять структуры Р-графа в линейной форме, чтобы готовить исходный текст программы на линейных носителях, таких как перфокарты, файлы с прямой организацией доступа и т. д. Решению этой задачи и посвящена данная статья.

Целью разработки является создание входного языка, который имел бы линейную форму, но позволил бы представлять исходный текст программы, написанный на графическом языке. Естественно, язык должен был быть прост в освоении, иметь свободный формат ввода и однозначно описывать как структуры исходного модуля, так и структуру отдельных комплексов команд.

Основная схема представления исходного модуля. Подготовленный пакет исходного модуля имеет следующую структуру на линейных носителях информации:

1. Код базового языка программирования;
2. Описательная часть (совокупность описательных операторов базового языка программирования);
3. Исполнительная часть модуля, представленная в форме последовательности комплексов команд, нагруженных операторами базового языка программирования;
4. Признак конца.

Рассмотрим в отдельности синтаксис записи частей основной схемы.

1. Код базового языка программирования представляет собой название базового языка программирования в латинском алфавите и пробивается на отдельной перфокарте с первой позиции. Допустимо сокращение названия языка до четырех первых букв. Например:



| Полное название | Сокращенное название |
|-----------------|----------------------|
| FORTRAN         | FORT                 |
| PL/I            | PL/I                 |
| RTRAN           | RTRA                 |
| STASSEMBLER     | STAS                 |
| BASIC           | BASI                 |
| ALGOL-6         | ALGO                 |
| PASCAL          | PASC                 |

2. Описательная часть состоит из последовательности описательных операторов базового языка. Формат пробивки свободный.

Признаки продолжения для конкретных базовых языков зависят от реализации этого языка программирования. Конец описательной части отмечается специальным символом  $\omega$  (конец структуры), который пробивается на отдельной перфокарте.

3. Исполнительная часть состоит из последовательности комплексов команд, нагруженных операторами базового языка. Порядок следования комплексов во входном пакете несуществен. Конец каждого комплекса команд отмечается признаком конца структуры ( $\omega$ ). Линейный аналог комплекса команд имеет следующий синтаксис записи:

|            |            |              |
|------------|------------|--------------|
| HM         | предикат 1 | МП1          |
| группа     | линейных   | операторов 1 |
| !          |            |              |
| предикат 2 | МП 2       |              |
| группа     | линейных   | операторов 2 |
| !          |            |              |
| ⋮          |            |              |
| предикат n | МП n       |              |
| группа     | линейных   | операторов n |
| $\omega$   |            |              |

где HM — начальная метка или имя комплекса команд, предикат  $i$  — условный оператор, или текст, или признак отсутствия \*; МП $i$  — метка перехода; группа линейных операторов  $i$  — это группа линейных операторов базового языка, группа может быть пустой, т. е. не содержать никаких операторов; ! — признак конца составного ребра, пробивается в любой позиции перфокарты.

Формат пробивки предикатов и линейный оператор базового языка свободный.

Если предикат не помещается на одной перфокарте, то его можно перенести. Тогда его представление имеет следующий вид:

|      |                |        |
|------|----------------|--------|
| [HM] | предикат $i_1$ |        |
|      | предикат $i_2$ |        |
|      | ⋮              |        |
|      | предикат $i_m$ | МП $m$ |

где # — признак конца предиката, тоже пробивается в любой позиции перфокарты.



Конец модуля отмечаем признаком конца, который следует сразу же за последним комплексом команд.

Разработана программа, которая переводит исходную информацию о модуле, представленную в вышеописанной форме, в сжатую запись R-графа и в его внешнюю память ЭВМ. Программа универсальна, не зависит от базового языка нагрузки R-графа.

Программа диагностирует все синтаксические ошибки, допущенные в представлении исходного модуля в вышеописанной форме. Она производит корректирующие действия так, чтобы восстановить синтаксически верную конструкцию каждой структурной части. Диагностические сведения об этих действиях тоже печатаются.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт вычислительной математики  
им. И. И. Мухелишвили

(Поступило 4.4.1986)

კიბერნეტიკა

ზ. ფუტურიძე, ი. ნიაური

არასტრუქტურირებული R-გრაფის ბრძანებათა კომპლექსების წარმოდგენა

რეზიუმე

მოყვანილია ბაზური პროგრამირების ენით დატვირთული R-გრაფის სტრუქტურების წარმოდგენის ენა, რომელიც აადვილებს საწყისი მოდულის შესახებ ინფორმაციის მომზადების პროცესს.

CYBERNETICS

Z. Sh. PUTURIDZE, Yu. A. NIAURI

## LINIEAR REPRESENTATION OF NO-STRUCTURED COMPLEXES OF R-GRAPH COMMANDS

### Summary

The language of the linear representation of R-graph structures loaded by basic programming language is presented, which facilitates the process of data preparation on the initial module.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. В. Вельбицкий, В. Н. Ходаковский, Л. И. Шолмов. Технологический комплекс производства программ на машинах ЕС ЭВМ и БЭСМ-6. М., 1980.
2. В. М. Глушков, И. В. Вельбицкий. Управляющие системы и машины, № 6, 1976.
3. З. Ш. Путуридзе. Р-технология программирования. Тез. докл. I Всесоюз. конф. II. Опыт применения. Киев, 1983.



А. Г. ГАБЕЛАЯ

ЧАСТОТНЫЙ КРИТЕРИЙ СТАБИЛИЗИРУЕМОСТИ ЛИНЕЙНЫХ  
 АВТОНОМНЫХ СИСТЕМ С НЕПОЛНОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ

(Представлено академиком В. К. Чичинадзе 22.4.1986)

Будем изучать задачу стабилизации [1] систем вида

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

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

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

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

Мы будем рассматривать случай, когда характеристическое уравнение замкнутой системы (1) — (2) зависит лишь от одного скалярного управляющего параметра.

Начнем с наиболее простого варианта этого случая  $m = l = 1$ , т. е.

$$B = \bar{b}; \quad H = \bar{h}^T; \quad (\bar{b} \neq 0; \quad \bar{h}^T \neq 0), \quad (3)$$

где  $\bar{b}$  и  $\bar{h}$  — вектор столбца, а  $c$  — скалярный управляющий параметр. Характеристическое уравнение замкнутой системы в этом случае примет вид (см. [2])

$$|A - pE + c\bar{b}\bar{h}^T| = |A - pE| + d(p)c = 0, \quad (4)$$

где  $d(p) = \bar{h}^T |\bar{\Delta}(p)|$ , а  $|\bar{\Delta}(p)|$  — вектор столбец размерности  $n$ ,  $i$ -й элемент которого  $|\Delta_i(p)|$  представляет собой определитель матрицы, получаемой из матрицы  $A - pE$  заменой  $i$ -го столбца на столбец  $\bar{b}$ .

Перепишем уравнение (4) в виде

$$\frac{1}{dc} = \bar{W}_c(p), \quad (5)$$

где  $d$  — некоторая постоянная;  $\bar{W}_c(p) = \frac{p^s \bar{P}(p)}{p^{s_0} \bar{Q}(p)}$ ,  $\bar{P}(p)$  и  $\bar{Q}(p)$  — полиномы от  $p$ , притом  $\bar{P}(0) = 1$ ;  $\bar{Q}(0) = 1$ , а  $s_c$  и  $s_a$  одновременно не могут быть отличными от нуля.

Более того, мы будем предполагать, что числитель и знаменатель  $\bar{W}_c(p)$  (т. е.  $d(p)$  и  $|A - pE|$ ) не имеют общих делителей.

Действительно, если это не так и числитель и знаменатель  $\bar{W}_c(p)$  делятся на некоторый полином от  $p$ ,  $K(p)$ , то характеристическое уравнение замкнутой системы будет фактически состоять из двух уравнений

$$K(p) = 0$$



$$\text{и} \quad \frac{1}{\partial c} = \overline{W}'_c(p),$$

где  $\overline{W}'_c(p)$  — уже несократимая дробно-рациональная функция.

Так что мы опять получим уравнение вида (5), с несократимой  $\overline{W}'_c(p)$  только уже для подсистемы исходной системы (при том лишь эта подсистема будет содержать управляющий параметр  $c$ ).

Подставив в уравнение (5) чисто мнимое значение комплексного параметра  $p = j\omega$ , получим частотное уравнение вида

$$\frac{1}{\partial c} = \overline{W}'_c(j\omega) \quad (6)$$

В дальнейшем  $\eta = \overline{W}'_c(j\omega)$ ;  $(-\infty \leq \omega \leq +\infty)$  будем называть нормированной частотной характеристикой, обратной связи по выходу.

Заметим, что уравнение (6) совершенно аналогично уравнению

$$-\frac{1}{k} = \overline{W}(j\omega),$$

на котором основывается частотный критерий устойчивости Найквиста (см. [3]). Разница лишь в том, что у нас  $\partial c$ , в отличие от  $k$  ( $k \geq 0$ ), может принять как положительные, так и отрицательные значения.

Из этого очевидно, что для решения вопроса о стабилизируемости системы с неполной информацией (в рассматриваемом случае) могут быть использованы те же соображения, которые лежат в основе применения частотного критерия устойчивости.

Введем предварительно следующее определение. Будем называть индексом неустойчивости замкнутой системы вблизи нулевого значения управляющего параметра  $c$  величину  $s_{He}^c(\text{sign } \eta_0)$ , определяемую следующим образом:  $s_{He}^c(-) = s_{He}^c(+)$  — индекс неустойчивости матрицы  $A$  (т. е. число собственных значений  $A$  в правой полуплоскости [3]), если  $A$  не имеет собственных значений на мнимой оси. В противном случае  $s_{He}^c(\text{sign } \eta_0)$  равняется индексу неустойчивости матрицы  $A + c\overline{b}\overline{b}^T$  для значения  $c = \text{sign}(x\eta_0) \cdot \epsilon$ , где  $\epsilon > 0$  — достаточно малое число, которое может быть выбрано из условий

$$\eta = \frac{1}{\partial c} < \eta_*^{\min}, \text{ если } \eta_0 < 0,$$

или

$$\eta = \frac{1}{\partial c} > \eta_*^{\max}, \text{ если } \eta_0 > 0,$$

где  $\eta_*^{\min}$  и  $\eta_*^{\max}$  обозначают минимальные и максимальные значения абсциссы точек пересечения графика  $\overline{W}'_c(j\omega)$  с вещественной осью комплексной плоскости  $\eta$ . (В тех случаях, когда  $\eta_*^{\min} = -\infty$  и (или)  $\eta_*^{\max} = +\infty$ , соответствующее значение  $s_{He}^c(\text{sign } \eta_0)$  будем приравнивать  $s_H$ .)

Перейдем сейчас к формулировке основного результата работы.

**Теорема.** Система с неполной информацией, характеристическое уравнение которой приводимо к виду (4), стабилизируема тогда и только тогда, когда существует вещественное значение  $\eta = \eta_0$  (притом такое, что точка  $(\eta_0; 0)$  не является точкой пересечения графика нормированной частотной характеристики по выходу  $\eta = \overline{W}'_c(j\omega)$  с вещественной осью), и



при движении на вещественной оси комплексной плоскости  $\eta$  от  $(\text{sign } \eta_0) \infty$  до  $\eta_0$  разность числа пересечений графика  $\bar{W}_c(j\omega)$  с незаштрихованной и заштрихованной стороны равняется  $s_{He}^c(\text{sign } \eta_0)$ .

Притом в случае стабилизируемости, управление вида

$$u = c_0 y = \frac{1}{\delta \eta_0} y = \frac{1}{\delta \eta_0} \bar{h}^T x$$

будет стабилизировать систему.

Таким образом, для выяснения стабилизируемости системы с неполной информацией по параметру необходимо проверять выполнение условий теоремы (с помощью графика  $\bar{W}_c(j\omega)$ ) как при изменении  $\eta$  от  $-\infty$  до 0, так и при изменении  $\eta$  от  $+\infty$  до  $\eta=0$  значения (т. е. при движении к нулю на действительной оси как слева, так и справа).

Замечание 1. В формулировке теоремы предполагается, что  $\bar{W}_c(p)$  — несократимая дробно-рациональная функция. Если же это не так, теорема остается в силе лишь для подсистемы, соответствующей  $\bar{W}_c'(p)$ , получаемой из  $\bar{W}_c(p)$  в результате сокращений. Притом корни общего множителя  $K(p)$  оказываются инвариантными [2] собственными значениями исходной системы, так что задача стабилизации сводится к задаче стабилизации указанной выше подсистемы.

Замечание 2. Результаты теоремы могут быть применены и в более общем случае, важно только, чтобы характеристическое уравнение замкнутой системы содержало единственный скалярный управляющий параметр. Так, например, характеристическое уравнение замкнутой системы вида (1) ( $n=3$ ;  $m=1$ ;  $l=2$ ), где

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}; \quad \bar{b} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix};$$

$$H = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}; \quad c = \bar{c}^T = (c_1, c_2) \text{ имеет вид}$$

$$-p^3 + 3p^2 - 4 + (2p^2 - 5p + 2)c_2 = 0,$$

т. е. для нее могут быть использованы результаты теоремы.

Замечание 3. Абсциссы точек пересечения  $(\eta_0; 0)$  графика  $\eta = W_c(j\omega)$  с действительной осью (кроме начала координат) определяют значения

$c_0 = \frac{1}{\delta \eta_0}$ , для которых замкнутая система будет иметь собственные значения на мнимой оси.

Замечание 4. Необходимость введения индексов  $s_{He}^c(\text{sign } \eta_0)$  связана с тем, что индекс неустойчивости матрицы замкнутой системы  $A + c\bar{b}\bar{h}^T$  может претерпевать разрыв в точке  $c=0$  (т. е. в точках  $\eta = -\infty$  и  $\eta = +\infty$ ) в случае, когда матрица  $A$  имеет собственные значения на мнимой оси.

Институт управления  
народным хозяйством  
при ГКНТ СССР

ბ. ბაბელაია

სტაბილიზებადობის სიხშირული კრიტერიუმი წრფივი ავტონომიური  
 სისტემებისათვის არასრული ინფორმაციით

რეზიუმე

შემოთავაზებულია სტაბილიზაციის ამოცანის ამოხსნის სიხშირული მეთო-  
 დი წრფივი ავტონომიური სისტემებისათვის არასრული ინფორმაციით იმ შემ-  
 თხვევაში, როცა ჩაკეტილი სისტემის მახასიათებელი განტოლება შეიცავს ერ-  
 თადერთ მმართველ პარამეტრს.

CYBERNETICS

A. G. GABELAYA

THE FREQUENCY STABILIZABILITY CRITERION OF LINEAR  
 AUTONOMOUS SYSTEMS WITH INCOMPLETE  
 INFORMATION

Summary

A method of frequency stabilization of linear autonomous systems with  
 incomplete information is proposed in the case when a closed-loop characte-  
 ristic equation depends on a single control parameter.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. И. Гальцерин, Е. И. Дергачева. Автоматика и телемеханика, № 8, 1968.
2. А. Г. Габелая. Сообщения АН ГССР, 99, № 2, 1980.
3. Я. З. Цыпкин. Основы теорий автоматических систем. М., 1977.



Р. Л. ХОМЕРИКИ

## ОБ ОЦЕНКАХ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 14.5.1986)

Регрессионный анализ часто используется для аппроксимации экспериментальных данных и определения значений параметров математической модели, для статистического предсказывания. Чтобы вывести способ оценивания объекта по одной переменной  $Y$  на основе другой  $X$ , должны знать как связаны между собой  $X$  и  $Y$ . Оцениваемая переменная  $Y$  называется откликом, а переменная, используемая для ее оценки,  $X$ -фактором.

В проведенном исследовании предварительно изучалась связь двух типов интеллектуальных способностей при обучении математике: способность к запоминанию математических теорем ( $X$ ) и способность к решению математических задач ( $Y$ ). Для определения этих склонностей были разработаны два теста.

Эксперимент проводился над слушателями подготовительной группы из 20 человек в возрасте 18—20 лет. Для определения переменной  $X$  им было предложено запомнить 15 теорем, предусмотренных учебной программой. С частотой 3—4 раза в месяц испытуемые подвергались письменным опросам. Оценки в психологических тестах часто получаются в результате подсчета количества правильных (или неправильных) ответов, которые дает испытуемый. В эксперименте предпочтнее было отдано оценке памяти по среднему числу незапоминаний до полного запоминания. Как показал анализ, эта простая статистика не уступает другим более сложным характеристикам с точки зрения информативности. Таким образом, каждый  $i$ -й индивид по  $X$  оценивался баллом  $X_i$ , равным среднему количеству незапоминаний до полного запоминания.

|       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $i$   | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
| $X_i$ | 1,80 | 0,93 | 4,47 | 0,93 | 3,27 | 1,20 | 1,47 | 1,00 | 1,33 | 1,13 |
| $Y_i$ | 1,50 | 0,75 | 2,00 | 1,00 | 2,25 | 1,50 | 0,75 | 0,25 | 1,50 | 0,50 |
| $i$   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20   |
| $X_i$ | 3,20 | 1,20 | 2,13 | 0,66 | 1,00 | 3,07 | 1,27 | 1,13 | 3,20 | 1,66 |
| $Y_i$ | 1,25 | 1,25 | 1,75 | 1,25 | 1,25 | 2,00 | 1,50 | 1,25 | 1,50 | 0,75 |

Для определения переменной  $Y$  фиксировались показатели испытуемых на контрольных работах, где решались задачи, предусмотренные программой. Оценкой служило среднее число оценок контрольных работ.





ных работ при следующей системе баллов: отличная работа — 5 баллов, хорошая — 1 балл, удовлетворительная — 2 балла, неудовлетворительная — 3 балла. Средняя оценка для каждого  $i$ -го испытуемого  $Y_i$  являлась характеристикой переменной  $Y$ .

Из этой таблицы было выведено уравнение линейной регрессии, связывающее  $X$  и  $Y$  в группе. В дальнейшем уравнение использовалось для прогнозирования значения  $Y$  по известным значениям  $X$ . В общем случае уравнение имеет вид  $\widehat{Y}_i = b_1 X_i + b_0$ , где  $X_i$  — известное значение, а  $\widehat{Y}_i$  — предсказанное значение  $Y$  для  $i$ -го объекта. Коэффициенты  $b_0$ ,  $b_1$  определяются по критерию наименьших квадратов

$$b_1 = \frac{n \cdot A - B \cdot C}{n \cdot D - B^2}, \quad b_0 = \frac{1}{n} (C - b_1 \cdot B),$$

где  $A = \sum X \cdot Y$ ,  $B = \sum X$ ,  $C = \sum Y$ ,  $D = \sum X^2$ ,  $n$  — количество наблюдаемых объектов.

Проведенные исследования [1] позволяют предполагать, что случайные величины  $X$  и  $Y$  имеют двумерное нормальное распределение, и допускать следующее: 1) выборочные средние  $Y$  для каждого значения  $X$  лежат на прямой, 2) для любого значения  $X$  соответствующие значения  $Y$  распределены нормально, 3) для каждого значения  $X$  соответствующие значения  $Y$  имеют равные дисперсии (гомоскедастичность для больших совокупностей). В этом случае измерение точности предсказания можно произвести посредством дисперсии ошибки оценивания

$$S_e^2 = \frac{\sum e_i^2}{n - 1}, \quad e_i = Y - \widehat{Y}.$$

Соответствующими преобразованиями можно получить стандартную ошибку оценки

$$S_e = S_y \sqrt{1 - r_{xy}^2},$$

где  $S_y$  — среднее квадратичное отклонение  $Y$ .

Проведенные вычисления (на ЭВМ) дали значения

$$b_0 \approx 0,72, \quad b_1 \approx 0,32, \quad S_y \approx 0,26, \quad r_{xy} \approx 0,65.$$

При уровне значимости  $\alpha = 0,05$  и точечной оценке  $r_{xy} = 0,65$  получаем

$$Z_r = 0,77 \pm 0,48 \quad \text{и} \quad z = Z_r \sqrt{n - 3} = 0,77 \cdot 4,1 = 3,157.$$

С применением преобразования Фишера статистическая гипотеза о существовании линейной связи принимается и доверительный интервал для  $\rho_{xy}$  является (0,28; 0,85).

Следует отметить, что выборочная корреляция была определена и по ранговому коэффициенту Спирмена  $r_s$ , но его значение мало отличалось от  $r_{xy}$  и в дальнейшем не рассматривалось.

Согласно данным  $\widehat{Y} = 0,72 + 0,32 \cdot X$ ,  $S_e = 0,37$ .

Стандартную ошибку оценки можно применить для определения пределов в окрестности предсказанного значения  $\widehat{Y}$ , в которые, вероятно, попадает фактическое значение для объекта. В большой группе объектов, для которых используется уравнение предсказания, 69%

объектов будут иметь фактические значения, лежащие в пределах 0,37 от предсказанного  $\bar{Y}$ . Соответственно, 95% отклоняются на 0,74 и 99% на I, II.

Единство естественного и искусственного в деятельности человека подводит нас к проблеме сопоставления двух предметов: психологии и кибернетики. Общность предметов двух наук послужила основой определенного влияния кибернетических и математических методов на психологические концепции [2]. Сущность проведенного исследования состоит в реализации на ЭВМ алгоритма, который воспроизводит процесс прогнозирования успеваемости человека. Построение уравнения предсказания имеет практическое значение в управлении процессом обучения и представляет интерес с точки зрения педагогической психологии, задач оценки эффективности переработки информации, оказывая влияние на построение моделей обработки информации.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 23.5.1986)

კიბერნეტიკა

რ. ხომერიკი

ინფორმაციის გადამუშავების პროცესების შეფასებათა შესახებ

რეზიუმე

შრომში აღწერილია ექსპერიმენტი, სადაც რეგრესიის წირის გამოყენებით წარმოებს მათემატიკის სწავლების პროცესში მოსწრების პროგნოზირება.

CYBERNETICS

R. L. KHOMERIKI

## ON THE ESTIMATION OF DATA HANDLING PROCESSES

Summary

The paper describes an experiment in which prediction for successful learning of mathematics is carried out using the regression curve.

ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. Р. Л. Хомерики. Труды Тбилисского гос. университета, 248. 1984.
2. Г. Е. Журавлев. Вопросы кибернетики, вып. 50, 1979.



Ю. Б. ВАЙНШТЕЙН

## УЧЕТ ОРИЕНТАЦИИ ВЫВОДОВ КОМПОНЕНТОВ В АЛГОРИТМЕ ПЛАНАРИЗАЦИИ ГРАФОВ СХЕМ

(Представлено академиком В. К. Чичинадзе 2.6.1986)

В работе [1] разработан алгоритм полной укладки графов схем на плоскость (сокращенно—АП). В АП предполагалось, что ориентации выводов компонентов схем не фиксированы заранее. Такой алгоритм подходит для проектирования топологий биполярных интегральных схем, однако в гибридных интегральных схемах часть элементов дана с фиксированными или с частично фиксированными ориентациями выводов. Известные алгоритмы учета ориентаций [2] сложны, и результат их работы состоит лишь в получении максимальной планарной части графа схемы. Покажем, как АП позволяет решить задачу полной планаризации графов схем с заданными ориентациями выводов некоторых компонентов.

Пусть  $G=(X, Y, E)$ —двудольный граф схемы. Множество вершин  $X$  соответствует компонентам схемы, множество вершин— $Y$ -цепям схемы. Ориентацию всех или некоторых выводов элемента  $x_i \in X$  можно задать циклически упорядоченным множеством  $OR(x_i) = \{y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{i,n(i)}\}$ , где  $y_{ij}$ —вершины, смежные с  $x_i$ , а  $n(i)$ —число ориентированных выводов компонента  $x_i$ . Пусть  $X_{OR}$ —это множество вершин с фиксированными ориентациями. Мы предполагаем, что для  $I = \{i | x_i \in X_{OR}\}$  выполняется условие

$$\bigcap_{i \in I} OR(x_i) = \emptyset. \quad (1)$$

Выполнения (1) можно всегда достичь следующим методом. Пусть  $y \in OR(x_i) \cap OR(x_j)$ . Тогда введем две дополнительные фиктивные вершины  $x^*$  и  $y^*$ . В списке смежности  $x_i$  и в  $OR(x_i)$  заменим  $y$  на  $y^*$ , в списке



смежности вершины  $y$  заменим  $x_i$  на  $x^*$ , смежными с  $x^*$  будут  $y^*$  и  $y$ , смежными с  $y^*$  будут  $x_i$  и  $x^*$ . Теперь  $OR(x_i) \cap OR(x_j) = \emptyset$ .

Пусть условие (1) выполнено. Опишем  $ISM$  — начальное множество граней, учитывающее все ориентации:

$$\begin{aligned}
 & |y_{i1}, x_i, y_{i2}, x_i, y_{i3}, \dots, y_{in(i)}, x_i, y_{i1}| \quad i = \overline{1, m} \\
 & |y_{11}, y_{12}, \dots, y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{m1}, y_{m2}| \\
 & |y_{m2}, y_{m3}, \dots, y_{m(n(m))}, y_{m1}, \dots, y_{i2}, y_{i3}, \dots, y_{in(i)}, \\
 & \quad y_{i1}, \dots, y_{i2}, y_{i3}, \dots, y_{in(i)}, y_{i1}|.
 \end{aligned} \tag{2}$$

В (2) вертикальной чертой разделены различные грани, а  $m = |I|$ . Связи в гранях между последовательно расположенными элементами  $y_{ij}$  в действительности отсутствуют и информацию об этом необходимо сохранять при последующей укладке графа  $G$ .

Алгоритм АП в [1] начинал работу с выделения цикла из графа  $G$ . Если выделение цикла заменить на выделение  $ISM$  из  $G$ , то в результате работы АП получим полностью планаризованное представление графа  $G$  с заранее заданными ориентациями компонентов.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт вычислительной математики  
 им. Н. И. Мухелишвили

(Поступило 30.5.1986)

კიბერნეტიკა

ი. შაინშტეინი

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ალგორითმული კომპონენტების  
 გამოყვანის ორიენტირების ბათვალისწინება

რეზიუმე

აღწერილია სქემების გრაფების მთლიანად პლანარიზებული წარმოდგენის  
 მიღების მეთოდი კომპონენტების გამოყვანების მოწესრიგებულობის გათვა-  
 ლისწინებით.

Yu. B. WEINSTEIN

CONSIDERATION OF COMPONENT PIN ORIENTATIONS IN THE  
ALGORITHM OF PLANARIZATION OF CIRCUIT GRAPHS

## Summary

A method is described for obtaining a complete planar representation of circuit graphs, with regard to the order of component pins.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ю. Б. Вайнштейн. Сообщения АН СССР, 122, № 1, 1986.
2. В. А. Селютин. Автоматизированное проектирование топологий БИС. М., 1983.





С. А. ШАВГУЛИДZE, М. Г. ШАНИДZE

АСИМПТОТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СВЕРТОЧНЫХ КАСКАДНЫХ КОДОВ В СИСТЕМАХ С  $q$ -ПОЗИЦИОННЫМИ СИГНАЛАМИ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 26.6.1987)

Обобщенные сверточные каскадные коды с единичной памятью порядка  $m$  (сокращенно СКЕП( $m$ )-коды) были предложены и исследованы в [1]. Однако в указанной работе рассматривались только двоичные коды и их корректирующие свойства изучались для дискретных каналов, образованных с помощью двухпозиционных сигналов. Целью настоящей работы является исследование асимптотических характеристик  $q$ -ичных СКЕП( $m$ )-кодов в системах с  $q$ -позиционными сигналами, где  $q \geq 2$ —целое число. Причем, учитывая, что среди систем с простыми сигналами и постоянной огибающей наиболее эффективными и распространенными на практике являются системы  $q$ -позиционной фазовой модуляции (ФМ $_q$ ), ограничимся их рассмотрением.

Опишем кратко  $q$ -ичные СКЕП( $m$ )-коды. Они построены на базе внешних кодов Рида—Соломона (РС)  $B_i[n_b, r_{b,i}, q^a]$ ,  $i = \overline{1, m}$ , над полем  $GF(q^a)$  длины  $n_b$  и со скоростью передачи (безразмерной)  $r_{b,i}$  и внутренних сверточных кодов с единичной памятью (СЕК-кодов)  $A_{j,1}[n_a, R_{a,1}, q]$ ,  $j = \overline{1, n_b}$ , над полем  $GF(q)$  с длиной кодового ограничения  $n_a$  и со скоростью передачи (измеряется в натах)  $R_{a,1}$ . Ограничимся случаем, когда все коды  $A_{j,1}$ ,  $j = \overline{1, n_b}$ , одинаковы и опустим индекс  $j$ . Код  $A_1$  разбивается на вложенную систему внутренних кодов

$$A_1[n_a, R_{a,1}, q] \supset A_2[n_a, R_{a,2}, q] \supset \dots \supset A_m[n_a, R_{a,m}, q],$$

где  $R_{a,1} > R_{a,2} > \dots > R_{a,m}$  — скорости передачи кодов.

Построенный на базе приведенных внешних и внутренних кодов  $q$ -ичный СКЕП( $m$ )-код имеет длину кодового ограничения

$$n_{ab} = n_a n_b$$

и скорость передачи в натах

$$R_{ab} = \sum_{i=1}^m (R_{a,i} - R_{a,i+1}) r_{b,i},$$

где  $R_{a,m+1} = 0$ .

Будем изучать асимптотический случай, т. е.  $n_a \rightarrow \infty$ ,  $n_b \rightarrow \infty$  и, следовательно  $n_{ab} \rightarrow \infty$ . При этом представляют интерес случаи  $m = \text{const}$  и  $m \rightarrow \infty$ . В последнем случае СКЕП( $\infty$ ) будем называть кодами бесконечного порядка и считать, что  $\lim_{m \rightarrow \infty} a_i = \infty$ ,  $\lim_{m \rightarrow \infty} \frac{a_i}{n_a} = 0$ ,  $i = \overline{1, m}$ . Исследуем ситуацию, когда все величины  $a_i$ ,  $i = \overline{1, m}$ , равны.



В дальнейшем будем считать, что все последовательности СКЕП ( $m$ )-кода передаются с одной и той же вероятностью и что  $q$ -ичные символы передаются по  $q$ -ичному симметричному дискретному каналу без памяти (ДКБП). В качестве непрерывного канала связи между модулятором и демодулятором используем канал с аддитивным белым гауссовским шумом (АБГШ) [2]. Пусть демодулятор устроен так, что может принимать только «жесткое» решение о переданном сигнале по полученному из канала связи зашумленному сигналу. Очевидно, что назначением системы модуляции является создание наиболее эффективного ДКБП для данной системы кодирования, а назначением системы кодирования—передача символов через этот ДКБП при фиксированной скорости передачи  $R_{ab}$  с наименьшей вероятностью ошибочного декодирования. Будем считать, что модулятор  $\Phi M_q$  вырабатывает все сигналы (независимо от  $q$ ) с одинаковым отношением энергии сигнала к спектральной плотности мощности шума,  $h = \frac{E_c}{N_0}$ . Тогда, учитывая, что с увеличением числа сигналов  $\Phi M_q$  и, следовательно, алфавита кода —  $q$ , с одной стороны, увеличивается количество передаваемой одним сигналом информации, но, с другой стороны, возрастает вероятность ошибки при демодуляции, возникает проблема выбора оптимального  $q$  при заданном  $R$  для того или иного кода.

Исследуем эту проблему для СКЕП( $m$ )-кодов. Для этого воспользуемся алгоритмом каскадного декодирования, описанным и проанализированным в [1]. Аналогичными рассуждениями можно показать, что вероятность неправильного декодирования ограничена сверху выражением

$$P_{н.д.} \leq \exp\{-n_{ab} E(R_{ab}, m)\}, \quad 0 \leq R_{ab} < C, \quad (1)$$

где  $E(R_{ab}, m)$  — показатель экспоненты вероятности неправильного каскадного декодирования СКЕП( $m$ )-кодов [1], а  $C$  — пропускная способность  $q$ -ичного симметричного ДКБП [2].

Можно также установить, что автоматная сложность реализации каскадного декодирования СКЕП( $m$ )-кодов оценивается выражением

$$W \leq cn_{ab}^{2m+1}/n_a^{2n}, \quad (2)$$

где  $c$  — постоянное число.

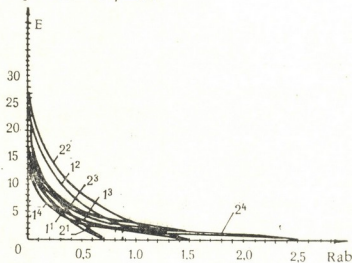
Для проведения вычислений по формуле (1) необходимо определить  $E(\cdot)$ , которая является однозначной функцией матрицы переходных вероятностей ДКБП, образованного с помощью  $\Phi M_q$ . Расчетные формулы указанных переходных вероятностей были получены для наиболее распространенных на практике систем сигналов  $\Phi M_2$ ,  $\Phi M_4$ ,  $\Phi M_8$ ,  $\Phi M_{16}$ .

На рис. 1, 2 представлены графические зависимости показателей экспонент вероятности неправильного декодирования  $q$ -ичных СКЕП( $m$ )-кодов ( $m=1, 5, \infty$ ) и  $q$ -ичных СЕП-кодов (алгоритмом Витерби [2]) в ДКБП, образованных с помощью  $\Phi M_q$ , от скорости передачи при  $h=64$ . Кривые  $1^1, 1^2, 1^3, 1^4$  соответствуют коду СКЕП (1), кривые  $2^1, 2^2, 2^3, 2^4$  — коду СКЕП (5), кривые  $3^1, 3^2, 3^3, 3^4$  — коду СКЕП ( $\infty$ ), а кривые  $4^1, 4^2, 4^3, 4^4$  —



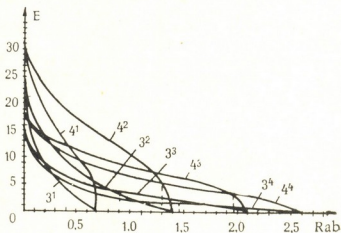
СЕК-коду соответственно для  $q=2, 4, 8, 16$ . Результаты расчетов показывают, что среди идентичных систем кодирования  $\bar{V}$  всюду при малых скоростях наилучшими являются системы с  $q=4$ , при средних скоростях — с  $q=8$ , а при больших скоростях — с  $q=16$ .

Рис. 1



Следует особо отметить, что не существует такой скорости передачи, при которой система с  $q=2$  была бы оптимальной. С ростом порядка СКЕП( $m$ )-кода улучшаются его корректирующие возможности

Рис. 2



при незначительном повышении сложности декодирования (2), которая является существенно малой по сравнению со сложностью алгоритма Витерби декодирования СЕК-кодов [2].

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 26.6.1987)

კომპიუტერული

ს. შამგულიძე, მ. შანიძე

ხვევადი კასკადური კოდების ასიმპტოტიკური მახასიათებლები  
სისტემებში  $q$ -პოზიციური სიგნალებით

რეზიუმე

გამოკვლეულია სხვადასხვა კასკადური სიგნალურ-კოდური კონსტრუქციები, რომლებიც აგებულია  $q$ -პოზიციურ ფაზა-მოდულირებული სიგნალების,

ერთეულოვანი მესხიერების მქონე ხვევადი კოდების და რიდ — სოლომონის ბლოკური კოდების ბაზაზე. მოყვანილია არასწორი დეკოდირების ალბათობის ექსპონენტის მახასიათებლისა და დეკოდირების სიძნელის შეფასებები.

CYBERNETICS

S. A. SHAVGULIDZE, M. G. SHANIDZE

ASYMPTOTIC CHARACTERISTICS OF CONVOLUTIONAL  
 CONCATENATED CODES IN THE SYSTEMS WITH  
 $q$ -POSITIONAL SIGNALS

Summary

Various concatenated signal-code constructions are investigated. They are formed on the basis of  $q$ -positional phase-shift keying signals, unit memory convolutional codes, and Reed—Solomon block codes. Incorrect decoding probability exponent and code decoding complexity are estimated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Зяблов, С. А. Шавгулидзе. Проблемы передачи и информации, т. 22, вып. 4, 1986, 9—28.
2. А. Д. Витерби, Дж. К. Омура. Принципы цифровой связи и кодирования. М., 1982.

ФИЗИКА

А. А. БУРЧУЛАДЗЕ, Г. И. ТОГОНИДЗЕ, С. В. ПАГАВА,  
 М. В. АВТАНДИЛАШВИЛИ, Н. Е. КИРИКАШВИЛИ,  
 К. Г. ХУЛОРДАВА, Д. В. ЧАЛАТАШВИЛИ

РАДИОУГЛЕРОДНОЕ ДАТИРОВАНИЕ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ  
 ОБРАЗЦОВ ОРГАНИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 4.3.1986)

Представленные ниже результаты радиоуглеродной лаборатории Тбилисского государственного университета получены за 1976—1985 гг.

Для датировок радиоуглеродным методом образцов органического происхождения в лаборатории используется жидкостной сцинтилляционный метод регистрации радиоактивности  $^{14}\text{C}$  с помощью трехканального жидкостного сцинтилляционного спектрометра типа SL-30 фирмы «Интертехник». Определяемый максимальный абсолютный возраст — до 45000 лет. Конечные данные приводятся в таблице.

| № обр. и<br>лаб. шифр | Местоположение образца, кем представлен        | Возраст<br>в годах |
|-----------------------|--|--------------------|
| 1                     | 2  | 3                  |
| ТБ-89                 | «Арахло I», 0,7 м, р-н Болниси, Т. Чубинишвили | 2030±40            |
| ТБ-92                 | «Арахло I»; 0,9 м, Т. Чубинишвили              | 6720±60            |
| ТБ-277                | «Арахло I», 1,6 м, Т. Чубинишвили              | 6970±60            |
| ТБ-300                | «Арахло I», 5,6 м, Д. Гогелия                  | 7350±70            |
| ТБ-309                | «Арахло I», 4,85 м, Д. Гогелия                 | 6975±65            |
| ТБ-331                | «Арахло I», 1,85 м, Д. Гогелия                 | 6555±140           |
| ТБ-90                 | Гона, 1 м, дер. Геби, Т. Муджири и др.         | 2880±40            |
| ТБ-91                 | Гона, 1 м, дер. Геби, Т. Муджири и др.         | 2905±45            |
| ТБ-255                | Зопхито, дер. Геби, Т. Муджири и др.           | 2950±40            |
| ТБ-302                | Зопхито, дер. Геби, Т. Муджири и др.           | 3180±170           |
| ТБ-304                | Твибашери, 20 м, Т. Муджири и др.              | 3100±70            |
| ТБ-310                | Сагеби, дер. Геби, Т. Муджири и др.            | 3625±50            |
| ТБ-333                | Урави, 0,7 м, дер. Урави, Т. Муджири и др.     | 1470±45            |
| ТБ-334                | Сагеби, 1 м, дер. Геби, Т. Муджири и др.       | 3590±55            |
| ТБ-335                | Хирхи, дер. Геби, Т. Муджири и др.             | 3115±50            |
| ТБ-244                | «Самтавро I», 1 м, г. Мцхета, А. Апакидзе      | 3005±45            |
| ТБ-245                | «Самтавро I», 2 м, г. Мцхета, А. Апакидзе      | 2950±45            |
| ТБ-258                | «Самтавро I», 1,5 м, г. Мцхета, А. Апакидзе    | 3025±45            |
| ТБ-259                | «Самтавро I», 2,5 м, г. Мцхета, А. Апакидзе    | 2555±45            |
| ТБ-271                | «Самтавро I», 2 м, г. Мцхета, А. Апакидзе      | 2565±40            |
| ТБ-290                | «Самтавро I», 0,6 м, г. Мцхета, А. Апакидзе    | 2610±60            |
| ТБ-278                | «Гартискари», 1,8 м, г. Мцхета, А. Апакидзе    | 2425±40            |
| ТБ-327                | «Гартискари», 2 м, г. Мцхета, А. Апакидзе      | 2230±50            |
| ТБ-418                | «Гартискари», 2 м, г. Мцхета, А. Апакидзе      | 2590±50            |
| ТБ-224                | «Нареквави» 1,7 м, г. Мцхета, А. Апакидзе      | 2425±40            |
| ТБ-339                | «Нареквави-10», 1,3 м, г. Мцхета, А. Апакидзе  | 2450±50            |
| ТБ-94                 | «Самадло I», 3 м, дер. Дзегви, А. Апакидзе     | 2300±40            |
| ТБ-95                 | «Самадло I», 1 м, дер. Дзегви, А. Апакидзе     | 2280±40            |



| 1      | 2  | 3        |
|--------|--|----------|
| ТБ-196 | «Самадло III», 0,7 м, дер. Дзегви, А. Апакидзе   | 2390±40  |
| ТБ-305 | «Цилкани», 2,2 м, дер. Цилкани, А. Апакидзе      | 1890±50  |
| ТБ-221 | Шенако, 0,8 м, Тушети, Р. Долаберидзе            | 1675±50  |
| ТБ-222 | Шенако, 0,6 м, Тушети, Р. Долаберидзе            | 1635±50  |
| ТБ-229 | Шенако, 1,3 м, Тушети, Р. Долаберидзе            | 1965±40  |
| ТБ-267 | Шенако, 1,7 м, Тушети, Р. Долаберидзе            | 2140±40  |
| ТБ-268 | Шенако, 2 м, Тушети, Р. Долаберидзе              | 1985±45  |
| ТБ-269 | Шенако, 1,4 м, Тушети, Р. Долаберидзе            | 2085±45  |
| ТБ-270 | Шенако, 2 м, Тушети, Р. Долаберидзе              | 2030±40  |
| ТБ-311 | Шенако, 1,3 м, Тушети, Р. Долаберидзе            | 1710±40  |
| ТБ-312 | Шенако, 0,3 м, Тушети, Р. Долаберидзе            | 760±40   |
| ТБ-313 | Шенако, 0,3 м, Тушети, Р. Долаберидзе            | 830±40   |
| ТБ-314 | Шенако, 1,5 м, Тушети, Р. Долаберидзе            | 995±45   |
| ТБ-231 | «Испани», 1,3 м, г. Кобулети, Д. Хахутайшвили    | 3380±45  |
| ТБ-232 | «Испани», 2,4 м, г. Кобулети, Д. Хахутайшвили    | 4130±50  |
| ТБ-233 | «Испани», 2,8 м, г. Кобулети, Д. Хахутайшвили    | 4585±60  |
| ТБ-230 | «Намчедური», 4,5 м, г. Кобулетი, Д. Хахутайшвили | 3130±45  |
| ТБ-306 | «Намчедური», Д. Хахутайшвили                     | 3440±60  |
| ТБ-307 | «Намчедური», Д. Хахутайшвили                     | 2960±60  |
| ТБ-319 | «Намчедური», 2,5 м, Д. Хахутайшвили              | 2710±40  |
| ТБ-320 | «Намчедური», 3,5 м, Д. Хахутайшвили              | 2960±45  |
| ТБ-321 | «Намчедური», 4 м, Д. Хахутайшвили                | 2890±50  |
| ТБ-323 | «Намчедური», 7 м, Д. Хахутайшвили                | 3345±50  |
| ТБ-324 | «Намчедური», 8 м, Д. Хахутайшвили                | 3000±60  |
| ТБ-332 | «Намчедური», 5 м, Д. Хахутайшвили                | 2915±50  |
| ТБ-234 | «Аскана II», 0,5 м, Д. Хахутайшвили              | 3175±45  |
| ТБ-235 | «Аскана II», 0,5 м, Д. Хахутайшвили              | 3080±45  |
| ТБ-401 | «Мзиани II», 0,3 м, Д. Хахутайшвили              | 2525±50  |
| ТБ-402 | «Мзиани II», 0,5 м, Д. Хахутайшвили              | 2890±50  |
| ТБ-403 | «Мзиани II», 1,2 м, Д. Хахутайшвили              | 3230±50  |
| ТБ-404 | «Мзиани III», 0,8 м, Д. Хахутайшвили             | 2535±50  |
| ТБ-405 | «Мзиани III», 0,9 м, Д. Хахутайшвили             | 2850±50  |
| ТБ-406 | «Мзиани III», 0,3 м, Д. Хахутайшвили             | 250±45   |
| ТБ-407 | «Мзиани IV», 0,5 м, Д. Хахутайшвили              | 2510±50  |
| ТБ-408 | «Мзиани IV», 0,3 м, Д. Хахутайшвили              | 3170±45  |
| ТБ-286 | «Чарнали II», 1,5 м, Д. Хахутайшвили             | 2670±50  |
| ТБ-287 | «Чарнали II», 1,4 м, Д. Хахутайшвили             | 2720±50  |
| ТБ-288 | «Чарнали III», 1,4 м, Д. Хахутайшвили            | 2750±50  |
| ТБ-242 | «Храмеби», 3 м, дер. Цукриани, Ш. Дедабришвили   | 4150±50  |
| ТБ-243 | «Гора-1» 2,5 м, р-н Цнори, Ш. Дедабришвили       | 4105±50  |
| ТБ-247 | «Певреби», 2 м, дер. Мелаани, К. Пицхелаური      | 3230±45  |
| ТБ-248 | «Певреби», 1 м, К. Пицхелаური                    | 3250±45  |
| ТБ-249 | «Певреби», 1,7 м, К. Пицхелаური                  | 2195±40  |
| ТБ-250 | «Певреби», 1,7 м, К. Пицхелаური                  | 2875±40  |
| ТБ-251 | «Певреби», 1,5 м, К. Пицхелаური                  | 2885±40  |
| ТБ-252 | «Певреби», 1 м, К. Пицхелаური                    | 2910±40  |
| ТБ-253 | «Певреби», 1, 5 м, К. Пицхелаური                 | 2950±40  |
| ТБ-254 | «Певреби», 1, 5 м, К. Пицхелаური                 | 3175±45  |
| ТБ-256 | «Певреби», 1, 5 м, К. Пицхелаური                 | 3120±45  |
| ТБ-293 | «Певреби», 0,3 м, К. Пицхелаური                  | 2540±60  |
| ТБ-294 | «Певреби», 1 м, К. Пицхелаური                    | 3050±80  |
| ТБ-296 | «Певреби», 0,4 м, К. Пицхелаური                  | 3270±110 |
| ТБ-297 | «Певреби», 2 м, К. Пицхелаური                    | 3160±60  |
| ТБ-298 | «Певреби», дер. Мелаани, К. Пицхелаური           | 3080±90  |
| ТБ-308 | «Удабно», 2 м, дер. Удабно, К. Пицхелаური        | 3030±50  |
| ТБ-328 | «Зенани», 4 м, дер. Манавი, К. Пицхелаური        | 3940±80  |



## Продолжение таблицы

| 1      | 2  | 3           |
|--------|--|-------------|
| ТБ-329 | «Зенани», 3,5 м, К. Пицхелаури               | 4740 ± 75   |
| ТБ-261 | «Накалакеви», 1 м, П. Закарая                | 1770 ± 35   |
| ТБ-280 | «Накалакеви», 1 м, П. Закарая                | 1630 ± 40   |
| ТБ-424 | «Накалакеви», 3,2 м, П. Закарая              | 1500 ± 45   |
| ТБ-425 | «Накалакеви», 2,8 м, П. Закарая              | 1855 ± 45   |
| ТБ-426 | «Накалакеви», 3,5 м, П. Закарая              | 1885 ± 40   |
| ТБ-279 | «Шхепи», 0,5 м, р-н Цакая, П. Закарая        | 90 ± 40     |
| ТБ-284 | «Шхепи», 1 м, р-н Цакая, П. Закарая          | 120 ± 40    |
| ТБ-262 | «Ноджихеви», 1 м, дер. Ноджихеви, П. Закарая | 1100 ± 30   |
| ТБ-263 | «Ноджихеви», 1 м, П. Закарая                 | 1100 ± 30   |
| ТБ-264 | «Ноджихеви», 0,5—1,5 м, П. Закарая           | 975 ± 30    |
| ТБ-265 | «Ноджихеви», 0,5—1,5 м, П. Закарая           | 990 ± 30    |
| ТБ-281 | «Ноджихеви», 0,6 м, П. Закарая               | 195 ± 40    |
| ТБ-282 | «Ноджихеви», 0,5—0,7 м, П. Закарая           | 825 ± 40    |
| ТБ-283 | «Ноджихеви», 1 м, П. Закарая                 | 900 ± 40    |
| ТБ-272 | «Трелигореми», 5 м, Р. Абрамишвили           | 2890 ± 40   |
| ТБ-273 | «Трелигореми», 3,5 м, Р. Абрамишвили         | 2710 ± 40   |
| ТБ-410 | «Трелигореми», 0,8 м, Р. Абрамишвили         | 2505 ± 45   |
| ТБ-274 | «Диха-гудзуба II», 8 м, Д. Мухелишвили       | 2870 ± 50   |
| ТБ-275 | «Диха-гудзуба II», 7,5 м, Д. Мухелишвили     | 3940 ± 50   |
| ТБ-276 | «Диха-гудзуба II», 7,7 м, Д. Мухелишвили     | 3755 ± 50   |
| ТБ-93  | «Дедоплис мидორи», 2 м, И. Гагошидзе         | 2220 ± 40   |
| ТБ-223 | Тетри-Цкаро, И. Сивсвадзе                    | 110 ± 30    |
| ТБ-227 | Бани, 0,45 м, О. Лорткипанидзе               | 2305 ± 40   |
| ТБ-246 | «Бамбеби», 4 м, Д. Хахутайшвили              | 2635 ± 45   |
| ТБ-266 | «Цалка», дер. Цалка, Д. Амيرانашвили         | 615 ± 40    |
| ТБ-285 | «Хорши», 0,5—0,6 м, Г. Григолиа              | 3650 ± 50   |
| ТБ-289 | «Жинвали», 3 м, Р. Рамишвили                 | 3740 ± 70   |
| ТБ-326 | «Жинвали», 3,2 м, Р. Рамишвили               | 6250 ± 130  |
| ТБ-291 | «Кобулет», 3—4 м, И. Микеладзе               | 480 ± 40    |
| ТБ-292 | «Джигети», 2,5 м, Дж. Надирадзе              | 2700 ± 50   |
| ТБ-299 | «Уреки», дер. Уреки, Т. Микеладзе            | 2595 ± 200  |
| ТБ-301 | «Храмис диди гора», 4,2 м, Д. Гогелиа        | 6630 ± 60   |
| ТБ-322 | Качагани, 5,4 м, Т. Кигурадзе                | 6700 ± 60   |
| ТБ-315 | «Дзудзуани мвгиме», Л. Жоржикашвили          | 5680 ± 130  |
| ТБ-316 | «Дзудзуани мвгиме», Л. Жоржикашвили          | 4605 ± 130  |
| ТБ-317 | «Марткопи», 0,8 м, О. Джапаридзе             | 3890 ± 50   |
| ТБ-325 | «Марткопи», 1,2 м, О. Джапаридзе             | 4130 ± 80   |
| ТБ-318 | Чалагантене, 1 м, Азерб. ССР, И. Нариманов   | 6580 ± 60   |
| ТБ-330 | «Намашеви-цихе», 1 м, В. Джапаридзе          | 1650 ± 90   |
| ТБ-336 | «Цихна-гора», 1,2 м, Г. Цкитишвили           | 2220 ± 80   |
| ТБ-337 | «Цихна-гора», 1,2 м, Г. Цкитишвили           | 2175 ± 60   |
| ТБ-411 | «Хриоки мицеби», 1,5 м, К. Кахиани           | 1000 ± 45   |
| ТБ-412 | «Хриоки мицеби», 1,6 м, К. Кахиани           | 1525 ± 45   |
| ТБ-413 | «Сацхурис гора», дер. Цагли, А. Рамишвили    | 3310 ± 50   |
| ТБ-414 | Квинцихис гора В. Джапаридзе                 | 2520 ± 50   |
| ТБ-415 | Квинцихис гора В. Джапаридзе                 | 2510 ± 50   |
| ТБ-416 | Сачхере, 1,1 м, дер. Аргвети, Г. Пхакадзе    | 4340 ± 60   |
| ТБ-417 | Сачхере, 2 м, Г. Пхакадзе                    | 4060 ± 40   |
| ТБ-420 | «Сацхурис гора», дер. Цагли, Г. Барабидзе    | 3380 ± 50   |
| ТБ-421 | Гали, 0,6 м, дер. Пичори, Г. Барабидзе       | 2910 ± 50   |
| ТБ-422 | «Ортвала», 1,5 м, дер. Годовани, М. Ниорадзе | 15740 ± 120 |
| ТБ-423 | Патардзеули, р-н Сагареджо, Р. Ахаладзе      | 340 ± 40    |
| ТБ-427 | Наакаргама, 0,8 м, дер. Ергета, Т. Микеладзе | 2520 ± 50   |
| ТБ-428 | дер. Габчиого, 30 м, ЧССР, П. Повинец        | 8420 ± 55   |
| ТБ-429 | дер. Габчиого, 30 м, ЧССР, П. Повинец        | 7990 ± 45   |





| 1      | 2  | 3       |
|--------|--|---------|
| ТБ-430 | дер. Габчиного, 30 м, ЧССР, П. Повинец         | 8230±55 |
| ТБ-433 | «Мшвидобаური II», дер. Аскана, Д. Хахутайшвили | 3270±50 |
| ТБ-436 | «Мшвидобаური IV», 0,8 м, Д. Хахутайшвили       | 3190±45 |
| ТБ-437 | «Нагомари I», 0,2 м, Д. Хахутайшвили           | 2780±35 |
| ТБ-438 | «Нагомари I», 0,4 м, Д. Хахутайшвили           | 3410±50 |
| ТБ-439 | «Нагомари I», 0,6 м, Д. Хахутайшвили           | 3450±50 |
| ТБ-441 | Квишиxis гора дер. Сахана, В. Джапаридзе       | 2570±50 |
| ТБ-442 | Квишиxis гора В. Джапаридзе                    | 1630±50 |
| ТБ-443 | «Нацар-гора», 2,5 м, А. Рамшвили               | 5280±55 |
| ТБ-444 | «Цихиа гора», дер. Кавтисхеви, Г. Цкитишвили   | 2310±50 |
| ТБ-445 | «Цихиа гора», Г. Цкитишвили                    | 2350±50 |
| ТБ-446 | Кетилари, 2 м, р-н Абаша, Т. Микеладзе         | 2290±50 |
| ТБ-447 | Ергета, 1 м, р-н Зугдиди, Т. Микеладзе         | 2870±55 |
| ТБ-448 | Ергета, 6 м, р-н Зугдиди, Т. Микеладзе         | 3380±55 |
| ТБ-449 | Гали, 1 м, дер. Пичори, М. Барамидзе           | 3380±50 |
| ТБ-450 | Гали, дер. Пичори, М. Барамидзе                | 3545±59 |
| ТБ-451 | «Накалакари», 0,6 м, П. Закарая                | 425±45  |
| ТБ-452 | «Накалакари», 3,4 м, П. Закарая                | 2640±45 |

В настоящих расчетах абсолютного возраста для периода полураспада  $^{14}\text{C}$  применялось значение  $T = (5730 \pm 40)$  лет.

Радиоуглеродные даты, приведенные в таблице, дают возможность повысить достоверность релятивной хронологии памятников археологических культур Грузии и по-новому осветить ряд этногенетических, культурно-исторических и социально-экономических явлений в истории Грузии.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 10.4.1986)

ფიზიკა

ა. ბურჭულაძე, გ. ტოგონიძე, ს. ფაღავა, ვ. ავთანდილავილი,  
 ბ. კირიკაშვილი, ძ. ხულორდავა, დ. ჩალათაშვილი

ორბანული წარმოშობის არქეოლოგიური ნიმუშების დათარიღება  
 რადიონახშირბადის მეთოდით

რეზიუმე

1976—1985 წწ. რადიონახშირბადის აქტივობის რეგისტრაციის სცინტილაციური მეთოდის გამოყენებით განესაზღვრეთ ორბანული წარმოშობის განამარბებული ნიმუშების აბსოლუტური ასაკი არქეოლოგიაში სხვადასხვა პრობლემის გადაჭრის მიზნით.

PHYSICS

A. A. BURCHULADZE, G. I. TOGONIDZE, S. V. PAGAVA,  
 M. V. AVTANDILASHVILI, N. E. KIRIKASHVILI, K. G. KHULORDAVA,  
 D. V. CHALATASHVILI

RADIOCARBON DATING OF ARCHAEOLOGICAL SAMPLES  
 OF ORGANIC ORIGIN

Summary

In 1976-1985, using the method of liquid scintillation for the registration of radiocarbon activity, the absolute ages of the buried samples were determined with a view to solving various archaeological problems.



Р. В. КАНТАРИЯ, Н. П. КЕКЕЛИДZE, А. А. МИРЦХУЛАВА,  
 Г. И. ГОДЕРДЗИШВИЛИ, И. В. ПАПИДZE, А. Н. ИВАНИШВИЛИ

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОГЛОЩЕНИЯ В СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ НА ОСНОВЕ $GaAs_{1-x}P_x - Cu_{2-y}S$

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 4.4.1986)

Ранее [1] мы предложили простой и технологически хорошо воспроизводимый прием изготовления солнечных элементов (СЭ) на основе сильно вырожденных поликристаллических (П) пленок сульфида меди и монокристаллических (М) полупроводниковых соединений  $A^3B^5$  с шириной запрещенной зоны  $1,0 \leq \mathcal{E}_g \leq 2,0$  эВ. В статье изложены новые экспериментальные результаты исследований системы ПМ на основе гетеропереходов  $GaAs_{1-x}P_x - Cu_{2-y}S$  ( $X \leq 0,4$ ;  $Y = 0,2 \pm 0,03$ ). В частности, проанализирована и оценена эффективность поглощения СЭ, знание которой необходимо при выборе просветляющих покрытий, а также при определении вклада отдельных участков в общую токовую чувствительность системы.

В целях решения поставленной задачи обратимся к зонной энергетической диаграмме ГП  $GaAs_{1-x}P_x - Cu_{2-y}S$ , представленной на рис. 1. Введем понятие эффективности поглощения  $H_\lambda$  и определим ее как отношение носителей в единице объема за единицу времени к числу падающих фотонов с длиной волны в диапазоне  $(\lambda; \lambda + \Delta\lambda)$ :

$$H_\lambda = \frac{I_d(\lambda) + I_w(\lambda) + I_{d+w}(\lambda)}{eN_\lambda} = \frac{I_\Phi(\lambda)}{eN_\lambda}. \quad (1)$$

Здесь  $I_d(\lambda)$ ,  $I_w(\lambda)$ ,  $I_{d+w}(\lambda)$  и  $I_\Phi(\lambda)$  — фототоки, генерируемые в  $p^+Cu_{2-y}S$ -слое, ОПЗ, толще полупроводника и в системе;  $N_\lambda$  — число падающих перпендикулярно поверхности ГП квантов в диапазоне волн  $(\lambda; \lambda + \Delta\lambda)$  на  $1 \text{ см}^2$  площади;  $R_\lambda$  — полный рефлекс отражения  $p^+Cu_{2-y}S$ -слоев ГП.

Таким образом, задача нахождения  $H_\lambda$ , согласно уравнению (1), включает в себя обязательное определение трех составляющих фототока системы:  $I_d(\lambda)$ ,  $I_w(\lambda)$  и  $I_{d+w}(\lambda)$ . Поскольку барьер  $\Delta E_c$  для электронов, генерируемых в  $p^+Cu_{2-y}S$ -полупроводнике, резко ограничивает возможность диффузии в  $n$ -составляющем ГП:  $\Delta E_c = \Theta_n - \Theta_p = 4,07 - 4,35^{[2]} = -0,3\text{эВ}$ , из уравнения (1) при  $X = d^-$  сразу выпадает член

$$I_d(\lambda) = eD_n \frac{d\Delta n}{dx}, \quad (2)$$

из которого может быть определен фототок, генерируемый в сульфиде меди  $\Delta n$  неосновными носителями ( $D_n$  — коэффициент диффузии электронов). Таким образом, световой поток, частично ослабленный поглощением в сульфиде меди с энергией  $\hbar\omega \geq \mathcal{E}_g(GaAs_{1-x}P_x \text{ с } X \leq 0,4)$  генерирует



электронно-дырочные пары в  $n$ -составляющем ГП согласно функции возмущения

$$G(x) = \alpha e^{-\beta d} N_0 e^{-\alpha x}, \quad (3)$$

в которой  $\beta$  и  $\alpha$  — коэффициенты поглощения сульфида меди и  $nGaAs_{1-x}P_x$ -полупроводников;  $d$  — толщина тонких пленок  $p^+Cu_{2-y}S$ .

Уравнение неразрывности для дырок в  $nGaAs_{1-x}P_x$  может быть представлено как

$$D_p \frac{d^2 \Delta p}{dx^2} + G(x) - \frac{\Delta p}{\tau_p} = 0, \quad (4)$$

где  $\Delta p$  — неравновесные неосновные носители заряда с временем жизни  $\tau_p$ ;  $D_p$  — коэффициент диффузии.

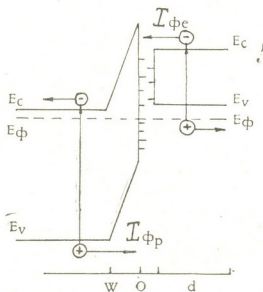


Рис. 1. Зонная энергетическая диаграмма ГП  $GaAs_{1-x}P_x - Cu_{2-y}S$  в равновесии

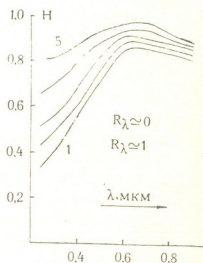


Рис. 2. Расчетная эффективность поглощения ГП  $GaAs_{1-x}P_x - Cu_{2-y}S$  в зависимости от толщины пленки  $p^+Cu_{2-y}S$ : 1— $d=500 \text{ \AA}$ ; 2— $d=400 \text{ \AA}$ ; 3— $d=300 \text{ \AA}$ ; 4— $d=200 \text{ \AA}$ ; 5— $d=100 \text{ \AA}$

Теперь предположим [3], что фотогенерируемые в толще  $n$ -полупроводника дырки не успевают рекомбинировать в обедненном слое (т. е.  $\tau_p \gg \tau_{\text{онз}}$ ), поскольку выносятся оттуда сильным электрическим полем  $\mathcal{E}_{\text{онз}} \approx 2V_d/W \approx \approx 10^5 \text{ В}\cdot\text{см}^{-1}$ . В таком случае в пренебрежении в кинетическом уравнении дырок диффузионным составляющим тока ( $\mathcal{E}_{\text{инд}\Phi} \approx KT/e L_p \approx 800 \ll \mathcal{E}_{\text{онз}} \sim \sim 10^5 \text{ В}\cdot\text{см}^{-1}$ ) решение уравнения (4) можно привести к следующим приближениям для фототока:

$$I_w(\lambda) = eN_d \cdot e^{-\beta d} \cdot (1 - e^{-\alpha w}), \quad (5)$$

$$I_{w+d}(\lambda) = eN_d \alpha L_p \frac{e^{-\beta d - \alpha w}}{\alpha L_p + 1}, \quad (6)$$

что позволяет с учетом (1) и (2), (4), (5) и (6) определить  $H_\lambda$ :

$$H_\lambda = e^{-\beta d} \left( 1 - \frac{e^{-\alpha w}}{\alpha L_p + 1} \right), \quad (7)$$

где  $w$  — толщина ОПЗ;  $L_p$  — длина диффузии дырок.

В уравнении эффективности поглощения  $H_\lambda$  члены, стоящие в скобках, представляют квантовую эффективность  $n$ -фотоактивных составляющих системы  $h_\lambda$ , так что при реализации в высококачественных эпитаксиальных слоях  $GaAs_{1-x}P_x$  ( $X \leq 0,4$ ) условий  $\alpha L_p \gg 1$  [4] эффективность поглощения исследуемых СЭ окажется ограниченной только пропускательной способностью пленок сульфида меди, т. е. в любом случае, согласно уравнению (7),  $H_\lambda < e^{-\beta d}$ .

На рис. 2 представлены расчетные кривые эффективности поглощения  $H_\lambda$  ГП  $GaAs_{1-x}P_x - Cu_{2-y}S$  для различных толщин сульфида меди<sup>1</sup>. Закономерно, что по мере утончения пленок  $p^+Cu_{2-y}S$  растет пропускательная способность последних (т. е. квантовая эффективность ГП).

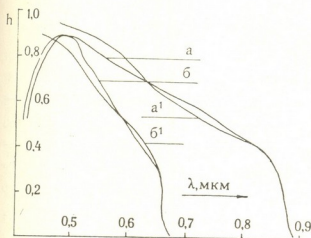


Рис. 3. Зависимость квантовой эффективности  $n$ -фотоактивных составляющих ГП  $GaAs_{1-x}P_x - Cu_{2-y}S$  от длины волны падающего излучения; а, б—экспериментальные результаты; а', б'—расчетные кривые для случая  $L_d=0,30$  мкм;  $W=0,15$  мкм (уравнение (5))

В уравнении (1) в линейном приближении фототок СЭ может быть заменен экспериментально измеряемой величиной тока короткого замыкания  $I_{к.з} \approx -|I_\Phi|$  [3]. Такое приближение дает возможность в неявном виде учитывать все присущие системе и замаскированные в уравнении (1) характерные рекомбинационные потери и одновременно сравнивать расчетные экспериментальные результаты исследований (рис. 3). Хорошее совпадение кривых  $H_\lambda$  СЭ (кривые а, б и а', б' соответственно), несомненно, указывает на удовлетворительность вышесделанных допущений.

Таким образом, согласно полученным экспериментальным результатам, фотоактивная поглощательная способность ГП  $GaAs_{1-x}P_x - Cu_{2-y}S$ , даже для идеальных случаев  $h_\lambda=1$ , оказывается ограниченной поглощением в сульфиде меди. Ограничение накладывается и на плотность  $I_\Phi$  фототока системы ГП согласно уравнениям (1) и (7) в функции от длины волны

$$I_\Phi(\lambda) = eN_\lambda \cdot e^{-\beta d} \cdot h_\lambda, \quad (8)$$

а также на КПД СЭ. Так что, только принимая во внимание сказанное, а также учитывая роль слоевого сопротивления  $R_c = \rho/d$  [Ом/□] в формировании последовательного сопротивления системы и возможные просветляющие способности пленки сульфида меди (т. е. правильный подбор  $d$ ), можно оптимизировать  $p^+Cu_{2-y}S$ -составляющую СЭ. В частности, при

<sup>1</sup> В настоящей работе впервые рассчитан коэффициент поглощения [оптимальных ( $d \approx 500 \text{ \AA}$ ,  $p_p \approx 10^{21} \text{ см}^{-3}$ )  $p^+Cu_{2-y}S$ -составляющих ГП  $GaAs_{1-x}P_x - Cu_{2-y}S$  со стехиометрией  $Y=0,21 \div 0,25$ .



просветлении  $C\bar{S}$  на длине волны  $\lambda_0=0,5$  мкм были определены следующие параметры  $p^+Cu_{2-y}S:d \simeq 550 \text{ \AA}$ ,  $R_c \simeq 130 \cdot \text{Ом}/\square$  при  $n_\lambda \simeq 2,2$  и  $N_a \simeq 5 \cdot 10^{21} \text{ см}^{-3}$ .

Тбилисский государственный университет

(Поступило 16.4.1986)

ფიზიკა

რ. ძანთარიას, ნ. კეკელიძის, ა. მირცხულავას, გ. გოდერძიშვილის,  
ი. პაპიძის, ა. ივანიშვილის

შთანთქმის ეფექტურობა მზის ელემენტებში  $GaAs_{1-x}P_x-Cu_{2-y}S$   
საფუძველზე

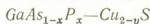
რეზიუმე

პირველად შესწავლილი 10% მეტი მ. ქ. კ. მქონე პეტეროგადასაცვლელ  $GaAs_{1-x}P_x-Cu_{2-y}S$  ( $x \leq 0,4$ ;  $y = 0,2 \pm 0,03$ ) აგებული მზის ელემენტის შთანთქმის ეფექტურობა. მიღებული ექსპერიმენტული შედეგები შედარებულია შესაბამისი თეორიიდან გამომდინარე გათვლებთან. ნაჩვენებია  $\approx 38 GaAs_{1-x}P_x-Cu_{2-y}S$  კვანტური ეფექტურობის შემოსახვლერულობა, ე. ი. მზის ელემენტის მ. ქ. კ. დამოკიდებულობა სპილენძის სულფიდის თხელი ფირების სისქეზე.

PHYSICS

R. V. KANTARIA, N. P. KEKELIDZE, A. A. MIRTSKHULAVA,  
G. I. GODERDZISHVILI, I. V. PAPIDZE, A. N. IVANISHVILI

ABSORPTION EFFECTIVENESS IN SOLAR CELLS BASED ON



Summary

A study has been made of the absorption effectiveness of solar cells based on  $GaAs_{1-x}P_x-Cu_{2-y}S$  heterojunction with more than 10% efficiency.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. В. Кантария, С. Ю. Павелец, А. А. Мирцхулава, Г. В. Сигуа, Ю. В. Чхартишвили, Д. Ш. Заридзе. Сообщения АН ГССР, 124, № 3, 1986.
2. Р. В. Кантария, С. Ю. Павелец. ФТП, 12, 1978, 1214—1217.
3. А. Фаренбрух, Дж. Аранович. Преобразование солнечной энергии. М., 1982, 227—233.
4. H. C. Gasey, B. I. Miller, E. Pinkas. J. Appl. Phys. 44, 827, 1973.
5. М. М. Колтун. Селективные оптические поверхности преобразователей энергии. М., 1979, 48.



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

## ЭЛЕКТРОННО-ДЫРОЧНЫЙ МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ ТОЧЕЧНЫХ ДЕФЕКТОВ В КОВАЛЕНТНЫХ КРИСТАЛЛАХ

Предлагаемый механизм дефектообразования базируется на концепции, объясняющей фазовый переход первого рода, в основе которой лежит факт изменения квантовых состояний связывающих электронов, которое может достигаться разными способами (теплом, светом, ионизирующей и т. д.).

Переход электрона из валентной зоны в зону проводимости означает изменение его квантового состояния со связывающего на антисвязывающее, т. е. появление двух антисвязывающих частиц: свободного электрона и дырки [1]. Поскольку свободные электроны и дырки движутся хаотически по кристаллу со скоростью, обусловленной температурой, то около данного атома с определенной вероятностью может находиться разное число антисвязывающих электронов и дырок (дырка около атома означает отсутствие одного связывающего электрона) и сила связи этого атома с окружающими атомами будет зависеть от соотношения числа связывающих электронов и антисвязывающих квазичастиц около него. Максимальная сила связи у данного атома с соседями будет при наличии около него четырех связывающих электронов. В том случае, когда около данного атома отношение антисвязывающих квазичастиц к числу связывающих электронов будет равно половине, остаются только две связи и вследствие перераспределения электронной плотности атом сдвигается в ту сторону, в которой плотность отрицательного заряда больше [2] и образуется междоузельный атом и вакансия. Но образованная пара точечных дефектов не будет стабильной, т. к. находящийся на ближайшем расстоянии от вакансии междоузельный атом при захвате связывающих электронов будет втягиваться в узел из-за восстановления плотности связывающих электронов. Следовательно, для некоторой стабилизации образованной пары необходим перескок соседнего атома за время  $\tau$  в вакантный узел. Для перескока соседнего атома в вакансию необходимо, чтобы связь данного атома с атомами следующей координационной сферы, которая увеличена из-за перераспределения связывающего заряда [2], должна быть ослаблена минимум до значения нормальной связи, чтобы с помощью фононов осуществился перескок. При этом необходимо наличие фононов с максимальной энергией в количестве, равном их среднему числу при температуре плавления, поскольку наибольшее изменение структуры происходит при температуре плавления [3, 4].

Выход атома в междоузелье и перескок соседнего атома в вакансию являются последовательными событиями и вероятность  $W$  образования дефекта по Френкелю будет произведение их вероятностей

$$W = W_{\text{вых}} W_{\text{пер}}, \quad (1)$$

где  $W_{\text{вых}}$  — вероятность выхода атома из узла, а  $W_{\text{пер}}$  — вероятность перескока.  $W_{\text{вых}}$  обуславливается одновременным наличием у данного атома





двух антисвязывающих квазичастиц в объеме  $V_A = 1/N_A$ , где  $N_A$  — число атомов в единице объема.

Для определения вероятности  $W_{\text{вых}}$  необходимо отметить, что условием независимости попадания антисвязывающего электрона и дырки в объем  $V_A$  является  $\frac{2\hbar\varepsilon V_T}{e^2} e^{r/r_D} \gg 1$  [5]. Здесь  $\hbar = \frac{h}{2\pi}$ ,  $h$  — постоянная

Планка;  $\varepsilon$  — диэлектрическая постоянная;  $e$  — заряд;  $v_T = \sqrt{\frac{3KT}{m^*}}$  — средняя тепловая скорость;  $m^*$  — эффективная масса проводимости носителей заряда;  $K$  — постоянная Больцмана;  $T$  — абсолютная температура;  $r < r_A = \left(\frac{3V_A}{4\pi}\right)^{1/3}$  и  $r_D = \left(\frac{\varepsilon KT}{4\pi e^2 n_{\text{кр}}}\right)^{1/2}$  — радиус Дебая. Значение критической концентрации  $n_{\text{кр}}$  дается в работе [3]. Подставляя значения параметров из [6], получаем  $\frac{2\hbar\varepsilon v_T}{e^2} e^{r/r_D} \gg 1$ . Исходя из вышесказанного, вероятность попадания квазичастиц можно считать независимыми событиями, если их последовательность такова, что не происходит накопления заряда (например, электрон-дырка — благоприятное, а электрон-электрон — неблагоприятное событие).

Вероятность попадания одной квазичастицы в объем  $V_A$ , приходящийся на один атом, будет  $\frac{2n_i}{N_A}$ , при этом  $n_e = n_h = n_i$ , где  $n_{e,h}$  — концентрация электронов и дырок соответственно, а вероятность одновременного попадания квазичастицы в  $V_A$  за время  $\tau$  получается умножением этой вероятности на число атомов, у которых побывает эта квазичастица за время  $\tau$ , т. е. на величину  $n_{\text{об}} = \frac{\tau}{t}$ . Здесь  $t = \frac{t_e + t_h}{2}$  — среднее время пребывания квазичастицы в объем  $V_A$ ;  $t_{e,h} = \frac{2r_A}{v_{e,h}}$  и  $v_{e,h} = \sqrt{\frac{3KT}{m_{e,h}^*}}$ ;  $m_{e,h}^*$  — эффективная масса проводимости электронов и дырок соответственно. Вероятность одновременного попадания за время  $\tau$  двух квазичастиц в  $V_A$  при условии, что одна квазичастица ждет в  $V_A$  другую в течение среднего времени  $t$ , будет

$$W_{\text{вых}} = \frac{1}{4} n_{\text{об}}^2 \left(\frac{2n_i}{N_A}\right)^2 p(t), \quad (2)$$

где  $p(t) = 1 - \frac{(\tau - t)^2}{\tau^2}$  [7].

В выражении (2) учтено, что квазичастицы могут иметь противоположные заряды.

Если учесть малость параметра  $t/\tau$ , что вытекает из  $v_T \gg v_A$ , где  $v_T$  — скорость квазичастицы, а  $v_A = \sqrt{\frac{KT}{M_A}}$  — скорость атома, окончательно получаем

$$W_{\text{вых}} = \frac{1}{2} n_{\text{об}} \left(\frac{2n_i}{N_A}\right)^2. \quad (3)$$

Корректный расчет  $W_{\text{вых}}$  более трудоемкий, и его не воспроизводим, а конечный результат при  $m_e^* = m_h^*$  совпадает с (3).



Вероятность  $W_{\text{пер}}$  определяется, как указано выше, приходом анти-связывающей квазичастицы за время  $\tau$  в объем  $V_A$  при наличии у атома фононов максимальной энергии, в количестве, равном их среднему числу при  $T=T_{\text{пл}}$ . Эти события считаем независимыми.

В условиях высоких температур  $T \gg T_D$ , где  $T_D$  — температура Дебая, вероятность наличия  $n_{\Phi}$  числа фононов у каждого атома дается формулой Пуассона

$$W_{\Phi} = \frac{(\bar{n}_{\Phi})^{n_{\Phi}}}{n_{\Phi}!} e^{-\bar{n}_{\Phi}}, \quad (4)$$

где  $n_{\Phi} = \frac{3T_{\text{пл}}}{T_D}$  — число фононов, приходящихся на атом при  $T=T_{\text{пл}}$ ;  $\bar{n}_{\Phi}$  —

среднее число фононов, приходящихся на атом,  $\bar{n}_{\Phi} = \frac{3T}{T_D}$ . В интересующей нас области температур ( $T_{\text{пл}} \geq T \gg T_D$ )  $n_{\Phi}$ ,  $\bar{n}_{\Phi} \gg 1$ , и, воспользовавшись формулой Стирлинга, можно записать вероятность (4) в виде

$$W_{\Phi} = \left(2\pi \frac{3T_{\text{пл}}}{T_D}\right)^{-1/2} \exp \frac{3T_{\text{пл}}}{T_D} \left(1 - \frac{T}{T_{\text{пл}}} - \ln \frac{T_{\text{пл}}}{T}\right), \quad (5)$$

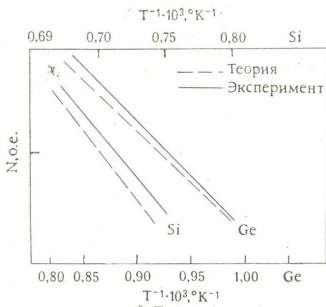
а вероятность прихода одной квазичастицы равна  $\frac{2n_i}{N_A} n_{\text{об}}$ . Учитывая формулу (5), для  $W_{\text{пер}}$  получаем

$$W_{\text{пер}} = \frac{3}{2} \frac{n_i}{N_A} n_{\text{об}} W_{\Phi}. \quad (6)$$

Подставляя (3) и (6) в (1) и принимая во внимание, что  $N_{\text{деф}} = \frac{N_A W}{\tau} \tau_{\text{ж}}$ , получаем

$$N_{\text{деф}} = 3 \left(6\pi \frac{T_{\text{пл}}}{T_D}\right)^{-1/2} n_{\text{об}} N_A \frac{\tau_{\text{ж}}}{t} \left(\frac{n_i}{N_A}\right)^3 \exp \frac{3T_{\text{пл}}}{T_D} \left(1 - \frac{T}{T_{\text{пл}}} - \ln \frac{T_{\text{пл}}}{T}\right). \quad (7)$$

Здесь  $\tau_{\text{ж}}$  — время жизни междоузельного атома и вакансии, которая сильно зависит от исходного дефектного состава кристалла, и ее опре-



деление является сложной проблемой, поэтому равновесная концентрация точечных дефектов по величине может меняться в зависимости от



исходного дефектного состава полупроводника, однако ее температурная зависимость меняется слабо [8].

На рис. 1 приведены температурные зависимости концентраций точечных дефектов в относительных единицах, измеренных на опыте и рассчитанных по формуле (7), где все параметры взяты из [6].

Тбилисский государственный университет

(Поступило 5.12.1986)

ფიზიკა

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

კოვალენტურ კრისტალებში სტიქიომეტრული დეფექტების გარეგანი  
ელემენტარული მექანიზმი

რეზიუმე

სრომაში მოცემულია Ge და Si ტიპის კოვალენტურ კრისტალებში წერტილოვანი დეფექტების წარმოშობის მექანიზმი, რომელიც ემყარება მბმელი ელემენტარების კვანტური მდგომარეობის ცვლილებას. წონასწორული მდგომარეობიდან ატომის გამოსვლის ელემენტარული აქტი წარმოდგენილია როგორც ბმის შემცირებისა და იზოტროპიზაციის ერთდროული მოქმედების შედეგი. მიღებულია ფორმულა, რომელიც აღწერს წერტილოვანი დეფექტების კონცენტრაციის ტემპერატურაზე დამოკიდებულებას.

PHYSICS

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

## ELECTRON-HOLE MECHANISM OF STOICHIOMETRIC DEFECT FORMATION IN COVALENT CRYSTALS

Summary

A point defect formation mechanism based on the variation of bonding electron quantum state is described for Ge and Si-type covalent crystals, and the elementary act of disturbing an atom from the equilibrium state is presented as a result of simultaneous action of bond weakening and isotropism. The formula is obtained describing temperature dependence of point defect concentration.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. У. Харрисон. Электронная структура и свойства твердых тел. I. М., 1983.
2. U. Lindfelt. Forces around defects; M. Tcheffer, C. B. Bachelet, J. P. Vigneron. Electronic structure and lattice distributions around simple defects in Si and Ge. Fourth "Lund" International Conference on deep level impurities in semiconductors. Eger, Hungary, 1983.
3. И. Г. Гвердцители, А. Б. Герасимов, М. Г. Пхაკაძე, А. А. Церцвадзе. Сообщения АН ГССР, 115, № 3, 1984, 315.
4. А. Р. Регель, В. М. Глазов. ФТП, 17, 10, 1983, 1729.
5. Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. Квантовая механика. М., 1963.
6. С. Зи. Физика полупроводниковых приборов. 1, 2. М., 1984.
7. В. С. Королюк, Н. И. Поргенок, А. В. Скороход, А. Ф. Турбин. Справочник по теории вероятностей и математической статистике. М., 1985.
8. Б. И. Болтакс, С. И. Бударина. ФТТ, 11, 2, 1969, 418.



С. А. ЮФИН, В. И. ТИТКОВ, Т. Л. БЕРДЗЕНИШВИЛИ

## ОПТИМИЗАЦИЯ РАСЧЕТНЫХ АЛГОРИТМОВ МКЭ ПРИ ПОВЫШЕНИИ ПОРЯДКА ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. А. Алексидзе 4.12.1985)

Метод конечных элементов (МКЭ) за 30 лет своего развития и широкого применения достиг определенного уровня разработки и в настоящее время является основным численным методом в решении обширного класса теоретических и прикладных задач. Корректная постановка многих задач геофизики, механики скальных пород, практических расчетов сложных подземных сооружений требует в расчетных схемах МКЭ подробного представления обширных областей массивов горных пород со сложным неоднородным геологическим строением, при этом, как правило, требуется детальный учет рельефа поверхности, очертания выработок и конструкций их крепления, что приводит к необходимости решения трехмерной (объемной) задачи, часто при динамических воздействиях на расчетную область. Ресурсы представляемой вычислительной системы (память, быстродействие, время счета) ограничены. Совмещение решения МКЭ с решением на границах рассматриваемой области, полученным методом граничных элементов (МГЭ) [1], снижает уровень задачи при корректной постановке граничных условий, но в условиях сложного геологического строения изучаемых массивов существенной экономии требуемых ресурсов ЭВМ не дает.

Существенно снизить число неизвестных в решении МКЭ без потери качества результатов можно за счет использования в расчетных схемах элементов высоких порядков. В соответствии с общепринятой терминологией под порядком элемента понимается степень многочленов, используемых в качестве функций формы и аппроксимации распределения неизвестных в пределах элемента [2]. Элементы второго порядка, используемые совместно с элементами первого порядка и симплекс-элементами, обеспечивают требуемую подробность решения при относительно небольшом их количестве в расчетной схеме. Стыковка элементов разных порядков осуществляется за счет переходных элементов [3]. В некоторых случаях целесообразно использование элементов третьего порядка. Уровень разработки программного комплекса в этой части определяется набором («библиотекой») элементов, использование которого возможно в пределах одной расчетной области.

Многоцелевой программный комплекс «STATAS» [4] в своей двумерной версии «STATAS-2D» содержит 24 типа элементов от одномерных (стержневых) до плоских четырехугольных элементов третьего порядка. «Бесконечные» элементы [5] используются на границах расчетных схем для корректного представления граничных условий, особенно в расчетах на динамические воздействия в волновой постановке. Обобщение всех этих элементов до их трехмерных аналогов не представляет формальных затруднений.

Оптимизация решения по затратам ресурсов может быть выполнена на трех уровнях — при подготовке исходной информации, ее редактировании, анализе и вводе; на уровне элементов, т. е. при формировании зависимостей для каждого элемента схемы — матриц жестко-



сти и матриц напряжений; на уровне системы элементов, т. е. при сборке и решении основной системы уравнений.

Оптимизация подготовительного этапа [4] в настоящей работе не рассматривается. Расчетный алгоритм оптимизируется следующим образом:

а) на элементном уровне при интегрировании основных зависимостей в численном виде с применением алгоритма Гаусса [2—8] используется тот факт, что в выбранных локальных координатах для элемента данного типа при выбранном порядке численного интегрирования функции формы и их производные — константы могут быть вычислены однократно, при этом за счет более подробного программирования исключаются операции над нулевыми или симметричными членами матриц;

б) оптимизация на уровне системы элементов рассматривается на одном из вариантов реализации версии комплекса «STATAS»; конкретные условия предполагают решение задач с размерами до 2000 узловых точек и 2000 элементов МКЭ при доступной оперативной памяти 0,5 мГб; на основе анализа статистических данных с учетом указанного ограничения производится и выбор максимальной «узловой ширины» приведенной матрицы жесткости, т. е.

$$M = \sup_{1 \leq K \leq N} \sup_{I, J \in K} |I - J| + 1 \leq 120$$

( $I, J$  — номера узлов, принадлежащих элементу  $K$ ;  $N$  — количество элементов модели). Кроме того, предполагалось, что получаемая матрица жесткости в общем случае несимметрична, а решение основной системы уравнений осуществляется методом Гаусса.

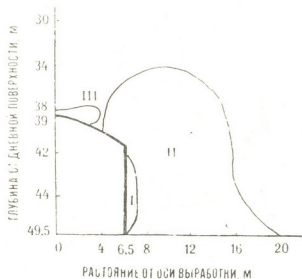


Рис. 1

Если конкретизировать поставленные цели, то кратко они могут быть сформулированы следующим образом: 1) свести к минимуму число обращений к внешним носителям, полностью исключив многократность и итеративность процессов записи и считывания информации; 2) минимизировать количество вычислений в оперативной памяти.

Для успешного решения этих двух задач необходимо выделение  $L = 4 \times (M+1) \times (M+K)$  слов дополнительной памяти ( $K \geq 0$  и определяется соображениями удобства блокирования). Особо следует отметить, что данная часть программы реализована на FORTRANe. Язык низкого уровня не мог быть использован не только при причине трудоемкости программирования, но и в силу того, что эксплуатация приводится на ЭВМ с различными ассемблерами и организациями оперативной памяти. Значительная часть вычислений, особенно касаю-



щихся процессов приведения, осуществляется над числами, расположенными в последовательных ячейках.

До начала процесса сборки в добавление к основным информационным массивам создается и вспомогательный, содержащий номера элементов, матрицы жесткостей которых должны находиться в оперативной памяти в момент получения строк коэффициентов соответствующих узлов. В первые  $4M$  ( $M+1$ ) слова матрицы системы заносятся нули. Под диагональные элементы отводятся следующие места:  $1, 2M+2, 4M+3, 6M+6, 8M+7, 10M+10, 12M+11, 14M+14, \dots$  И вообще индексация элементов массива производится по модулю  $L$ .

Алгоритм исполняется последовательно относительно узлов, начиная с первого. При рассмотрении  $i$ -го узла к основному массиву добавляются элементы матриц жесткостей (номера матриц берутся из вспомогательного массива). Затем производится приведение последующих строк относительно двух текущих ( $2(i-1) + n$  и  $2i$ ). Как только полностью обработаны  $2(K+1)$  строки, они записываются на внешний носитель. Вслед за каждым приведением (и записью) «обнуляются» элементы массива с индексами от  $4M(M+i-1)+1$  до  $4M(M+i)$ . Легко заметить, что адреса конца предыдущей и начала последующей строк непрерывно «приближаются» к диагональному элементу второй из указанных. При вспомогательном рассмотрении описанного алгоритма можно доказать, что «наполнение» строк друг на друга исключается. Правая часть матричного уравнения обрабатывается отдельно как столбец размерностью  $2 \times P$  ( $P$  — количество узлов схемы модели).

На рис. 1 представлены результаты расчета с использованием описанной методики зон разрушения и пластических деформаций тектонически-напряженного горного массива, вмещающего выработку подземного сооружения (I — зона растягивающих напряжений в массиве, II — зона возможных разрушений по плоскостям трещин в массиве, III — зона пластических деформаций в кровле выработки). Описанные алгоритмы позволяют решать и другие более сложные задачи с минимальными затратами ресурсов ЭВМ при высоком уровне и точности результатов.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт геофизики

(Поступило 10.4.1986)

გამოცემა

ს. იუზინი, ვ. ტიტაშვილი, თ. ბარბაქაძე

სასრულ ელემენტთა მეთოდის გამოთვლითი ალგორითმების  
 ოპტიმიზაცია ელემენტთა რიგის გაზრდისას

რეზიუმე

განხილულია სასრულ ელემენტთა მეთოდის გამოყენებით აგებულ მსხვილი პროგრამული კომპლექსის გამოთვლითი ალგორითმების ოპტიმიზაცია EC-ის ტიპის სამუალო შესაძლებლობის ეგმ-თვის. გამოთვლით სქემებში, მაღალი რიგის ელემენტების გამოყენების დროს, ოპერაციითა შემცირება ხორციელდება როგორც ცალკეულ ელემენტთა, ისე ელემენტთა სრული სისტემის დამოკიდებულებების აგების დონეზე.



S. A. YUFIN, V. I. TITKOV, T. L. BERDZENISHVILI

FINITE ELEMENT METHOD ALGORITHMS OPTIMIZATION ON  
INCREASING THE ORDER OF ELEMENTS USED

## Summary

Computer storage and time needed for the realization of computational process using the finite element method are minimized in large multipurpose computer codes. While implementing high-order elements in the FEM meshes, a decrease in the number of operations is achieved both on the element and system levels.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. А. Brebbia. The Boundary Element Method for Engineers, 2-nd., London, 1980.
2. О. С. Zienkiewicz. The Finite Element Method, London, 1977.
3. E. L. Wilson. Finite Elements for Foundations, Joints and Fluids in "Finite Elements in Geomechanics" N. Y., 1979, 319-350.
4. С. А. Юфин, Т. Л. Бердзенишвили. Сообщения АН ГССР, 79, № 3, 1980.
5. P. Bettis. J. Num. Meth. Eng., 11, 1977, 53-64.
6. Т. Л. Бердзенишвили, О. К. Постольская, В. И. Титков, С. А. Юфин. ГФАП СССР, ПОО4559, 1980.
7. Т. Л. Бердзенишвили, Г. М. Гелашвили, О. К. Постольская, С. А. Юфин. Сообщения АН ГССР, 104, № 1, 1981.
8. Т. Л. Бердзенишвили. Автореферат канд. дисс. Л., 1984.

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

И. Ш. ШАТИРИШВИЛИ, З. А. ИОРДАНИШВИЛИ

СХЕМА ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА РАВНОВЕСНОЙ  
ПАРОВОЙ И ЖИДКОЙ ФАЗ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. В. Цинцадзе 25.10.1986)

Газохроматографический анализ целого ряда объектов природного происхождения (вина, соки, сусло, физиологические жидкости) связан с трудностями ввода проб, содержащих дисперсные частицы или растворенные, но не кипящие в этих условиях вещества (сахара, красители, белки и т. д.). Эти вещества забивают колонку и выводят ее из строя.

Для решения вопросов газохроматографического анализа указанных объектов представляет интерес прием полной переконденсации систем в мягких условиях вакуума и прогрева, при которых не происходит разложение твердой фазы и веществ с высокими температурами кипения. При этом традиционные приемы анализа равновесной паровой фазы сохранили свое важное значение и легко реализовались [1].

Для решения этих задач применяли установку из кварцевого стекла с использованием стандартных шлифов. Часть деталей изготовлена из тефлона (рис. 1).

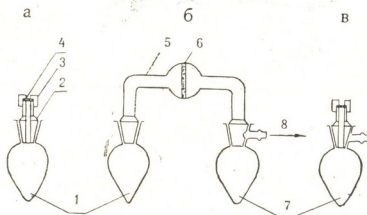


Рис. 1. Схема установки для хроматографического анализа сложных систем из одной пробы: 1—колба для исходного продукта, 2—пробка тефлоновая под шлиф, 3—колпачок, 4—мембрана из силиконовой резины, 5—соединительная трубка, 6—кварцевый фильтр № 4, 7—приемник, 8—к вакуумному насосу: а) для уравнивания и анализа паровой фазы, б) для перегонки пробы, в) для анализа конденсата, г) для анализа неперегонного остатка пробы

Схема проведения аналитической операции была следующей. Проба материала (сок, виноматериал, сусло, физиологическая жидкость), отбирающаяся в количестве 2—3 мл (или по весу) в кварцевую колбочку 1, закрывается тефлоновым шлифом сложной конфигурации 2 с силиконовой мембраной в верхней части 4.



Колбочка выдерживается в термостате необходимое время при данной температуре и затем из нее через мембрану 4 шприцем отбирается из паровой фазы проба для анализа либо напрямую, либо по одному из вариантов, описанных в работе [2]. На газовом хроматографе осуществляется анализ паровой фазы с необходимой идентификацией и получением количественных данных.

Далее колба 1 частично охлаждается и подсоединяется к приборчику согласно рис. 1,б, после чего охлаждается погружением в пары жидкого азота или другого приемлемого охладителя. После охлаждения колба 7 поворачивается в положение к вакуумному насосу и производится откачка системы в течение 5—20 мин. Затем колба 7 поворачивается и погружается в охлаждающую среду. Колба 1 медленно нагревается до температуры 20—40° и летучая часть из нее перемораживается без потерь в колбу 7.

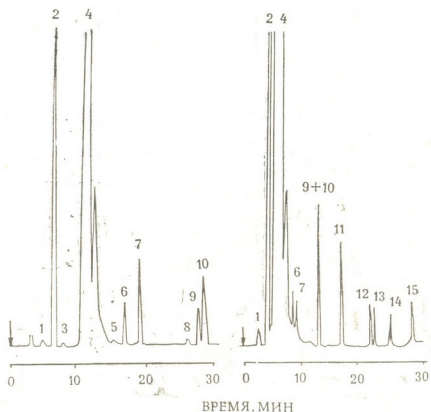


Рис. 2. Хроматограммы анализа типичного кахетинского вина: а) газовая хроматограмма паровой фазы, б) газовая хроматограмма перекоденсированного продукта; обозначения компонентов—в таблице, условия анализа—в тексте

Колба 7 отсоединяется от системы и закрывается колпачком 3 с отборным устройством (рис. 1,в). Далее микрошприцем из жидкой фазы производится отбор необходимого числа проб для анализа перекоденсированного продукта методом газовой хроматографии. В необходимых случаях можно повторить анализ равновесной паровой фазы над перекоденсированной пробой.

В колбе 1 остаются малолетучие и нелетучие вещества, сконцентрированные по сравнению с исходным образцом. Бóльшей частью получается сухой остаток, отложившийся в кончике колбы 1. Иногда это вязкая капелечка смеси не перегоняющихся при этих условиях соединений (менее 1% исходной массы).

Разработанная комплексная схема представляется удобной для анализа полифазных систем или систем, в которых содержатся нелетучие или малолетучие соединения.



Примером исследования предложенной комплексной системы является анализ соков или иных продуктов переработки винограда. Для анализа было взято типичное кахетинское вино домашнего производства, которое содержит достаточно большое количество сахара, белков и красящих веществ.

Результаты анализа паровой и жидкой фаз кахетинского вина домашнего производства

| №  | Компоненты        | Паровая фаза | Жидкая фаза |
|----|-------------------|--------------|-------------|
| 1  | Ацетальдегид      | 0,03         | 0,03        |
| 2  | Этилацетат        | 2,72         | 0,73        |
| 3  | Метанол           | 0,01         | <0,01       |
| 4  | Этанол            | 96,65        | 98,76       |
| 5  | n-Пропанол        | 0,01         | { 0,08      |
| 6  | Изоамилацетат     | 0,02         |             |
| 7  | 2-Метилпропанол   | 0,14         | { 0,11      |
| 8  | n-Бутанол         | 0,02         |             |
| 9  | n-Амиловый спирт  | 0,09         | { 0,19      |
| 10 | Изоамиловый спирт | 0,31         |             |
| 11 | Бутиленгликоль    |              | 0,06        |
| 12 | n-Гексанол        |              | 0,15        |
| 13 | Глицерин          |              | 0,005       |
| 14 | Фенилэтанол       |              | 0,005       |
| 15 | Этиллактат        |              | 0,01        |

Газохроматографический анализ равновесной паровой и жидкой перекоденсированной фаз проводили на кварцевых капиллярных колонках длиной 30 м в режиме программирования температуры в первом случае от 40 до 90°, во втором от 40 до 200°C. Неподвижная фаза в первой колонке была привитая ПЭГ 40, во втором ПЭГ 20 м, толщина пленки 0,2 мкм. Детектор — пламенно-ионизационный. Полученные хроматограммы приведены на рис. 2. При проведении экспериментов идентификация осуществлялась методом хромато-масс-спектрометрии на приборе фирмы «ЛКБ». В таблице приведены данные по содержанию различных соединений в кахетинском вине в паровой фазе и перекоденсированной жидкой фазе. Расчет концентрации проводили методом внутренней нормализации с выдержанием концентрации в массовых относительных процентах (без учета содержания воды [3]). Оставшийся в колбе 1 после перекоденсации концентрат может быть подвергнут анализу на содержание аминокислот, фенолкарбоновых кислот, сахаров и других соединений методами жидкостной хроматографии.

Из описанной комплексной схемы и приведенных результатов видны достоинства предлагаемой схемы, позволяющей провести все виды хроматографических анализов из одной пробы, что существенно упрощает сведение материальных балансов по всем веществам, содержащимся в исходной пробе.

Грузинский сельскохозяйственный институт

(Поступило 13.11.1986)

ი. შათირიშვილი, ზ. იორდანიშვილი

ფონასწორული ორთქლისა და თხევად ფაზათა ქრომატოგრაფიული  
ანალიზის სქემა

რეზიუმე

შემუშავებული კომპლექსური სქემა მოსახერხებელია როგორც პოლი-  
ფაზური, ისე ისეთი სისტემებისათვის, რომლებიც შეიცავენ არააქროლად და  
მცირედ აქროლად ნაერთებს.

ANALYTICAL CHEMISTRY

I. Sh. SHATIRISHVILI, Z. A. IORDANISHVILI

### CHROMATOGRAPHIC ANALYSIS PROCEDURE FOR BALANCED VAPOUR AND LIQUID PHASE

Summary

The comprehensive procedure developed is convenient for analysing  
the polyphase systems or systems containing nonvolatile or low-volatile  
compounds.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Г. Витенберг, Б. В. Иоффе. Газовая экстракция в хроматографическом анализе. Л., 1982.
2. И. Ш. Шатиришвили. Хроматография в энологии. Тбилиси, 1986.
3. К. И. Сакодынский и др. Приборы для хроматографии. М., 1973.



ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Р. В. КЕРЕСЕЛИДЗЕ, Л. Д. МЕЛИКАДЗЕ (академик АН ГССР),  
 Д. Б. РАЗМАДЗЕ, Т. Н. ШАТАКИШВИЛИ

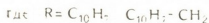
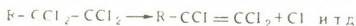
ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНАЯ КОНДЕНСАЦИЯ  
 ТЕТРАХЛОРЕТИЛЕНА С НАФТАЛИНОМ,  
 1- И 2-МЕТИЛНАФТАЛИНАМИ

Как известно, хлорорганические соединения находят широкое применение во многих областях народного хозяйства. Это промышленность пластических масс, нефтехимическая промышленность, машиностроительная, химико-фармацевтическая, сельское хозяйство и др.

Важное место среди этих соединений занимают хлорпроизводные ароматических углеводородов. Одним из методов их получения являются свободнорадикальные реакции различных ароматических углеводородов с полихлоролефинами, в частности с ди-, три- и тетрахлорэтиленами. Инициаторами этих реакций служат как перекисные соединения, так и высокая температура [1, 2]. Высокотемпературной конденсацией полихлоролефинов с различными углеводородами бензольного ряда синтезирован ряд ценных соединений, характеризующихся биологической активностью [3]. Вместе с тем, представляет интерес использовать в этих реакциях также полициклические ароматические углеводороды, богатым источником которых является нефть. Возможность использования и получения из конденсированных ароматических углеводородов нефти биологически активных веществ, ингибиторов микробиологического заражения топлив, пластификаторов, мономеров и др. представляется актуальной задачей [4]. Актуальным является также использование этих углеводородов и с точки зрения освоения малодобитных нефтей Грузии, так как все указанные продукты обычно находят мало- и микротоннажное применение [5].

В этом плане нами исследованы реакции высокотемпературной конденсации тетрахлорэтилена с нафталином, 1- и 2-метилнафталинами. Получены не описанные в литературе продукты конденсации. Они могут быть рекомендованы для изучения и внедрения в качестве выше-названных соединений.

Реакция в общем виде протекает по следующей схеме:



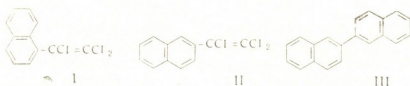
Процесс проводили в пустой кварцевой трубке длиной 700 мм, рабочей зоной 500 мм, диаметром 20 мм, помещенной в трубчатую печь. Температурный режим реакции поддерживали и контролировали термопарой, прикрепленной к трубке в средней части, терморегулятором и милливольтметром. Смесь тетрахлорэтилена и углеводорода в 34. „მეცნიერება“, ტ. 127, № 3, 1987



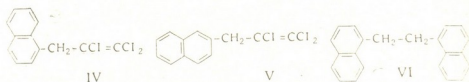


виде раствора подавали в трубку с нужной скоростью микропропусками. Перед началом реакции систему продували гелием. Конденсат при выходе из трубки охлаждали в водяном холодильнике и собирали в приемнике.

Из нафталина и тетрахлорэтилена при 540° получена смесь двух изомеров (выход 10,6% от теор.): 1,1,2-трихлор-2(нафтил-1)-этен (I), и 1,1,2-трихлор-2(нафтил-2)этен (II) — продуктов конденсации по  $\alpha$ - и  $\beta$ -углеродным атомам нафталина. Соотношение изомеров, по данным ГЖХ, равно 1:5. Препаративной адсорбционной хроматографией на  $Al_2O_3$  из этой смеси выделен в чистом виде находящийся в преобладающем количестве  $\beta$ -изомер (II). Из остатка конденсата в небольшом количестве отогнан также 2,2'-динафтил (III) — один из продуктов пиролиза нафталина.



Из тетрахлорэтилена и 1- и 2-метилнафталинов с выходом 20% от теор. синтезированы соответственно 1,1,2-трихлор-3(нафтил-1)пропен-1 (IV) и 1,1,2-трихлор-3(нафтил-2)пропен-1 (V):



Конденсацию тетрахлорэтилена с 1-метилнафталином провели также в колбе при 150°, где в качестве инициатора вместо высокой температуры брали перекись трет-бутила. Выход соединения IV составил 32% от теор. При разгонке конденсата выделено немного 1,2-динафтилэтана (VI) — продукта рекомбинации нафтилметильных радикалов.

Идентификацию синтезированных соединений проводили определением элементного состава, молекулярной массы эбулиоскопическим методом, УФ- и ИК-спектроскопией, ГЖХ.

УФ-спектры снимали на приборе «Spesord», ИК-спектры — на приборе UR-20. ГЖХ выполнена на приборе ЛХМ-8МД с ПИД в токе He, со стальной колонкой 250×0,3 см, с 10% Е-301 на хроматоне.

Реакция тетрахлорэтилена с нафталином. Смесь 99,48 г (0,6 моля) тетрахлорэтилена и 25,6 г (0,2 моля) нафталина пропускали через пустую кварцевую трубку в течение 4,6 часа при —540°. Из полученного конденсата (110 г) после отгонки не вступивших в реакцию исходных реагентов выделено 5,45 г (10,6%) фракции 133—135° (1 мм), кристаллизующейся при стоянии. По данным ГЖХ и ИКС, это смесь соединений I и II. ИК-спектр,  $cm^{-1}$ : 1610, 1520, 1480, 1400 (C=C), 3010 (=CH), 850 (один изолир. —CH), 825 (два соседних —CH), 800 (три соседних —CH), 760 (четыре соседних —CH), 910 (—C=C=CCl<sub>2</sub>). Найдено, %: С 55,8; Н 2,64; Cl 40,0. C<sub>12</sub>H<sub>7</sub>Cl<sub>3</sub>. Вычислено, %: С 55,8; Н 2,7; Cl 41,3. Адсорбционной хроматографией из смеси выделен 1,1,2-трихлор-2(нафтил-2)-этен (II); т. кип. 134° (1 мм); т. пл. 58°. УФ-спектр,  $\lambda_{max}$  (в спирте), нм.: 227, 255, 285 ( $\epsilon$  60576, 40384, 6200). ИК-спектр,  $cm^{-1}$ : 1610, 1530, 1480, 1400 (C=C), 3000 (=CH), 860 (один изолир. —CH), 830 (два соседних —CH), 760 (четыре соседних —CH), 910



(—ClC=CCl<sub>2</sub>). Найдено, %: С 56,20; Н 3,07; Cl 40,0. M=251. C<sub>12</sub>H<sub>7</sub>Cl<sub>3</sub>. Вычислено, %: С 55,80; Н 2,7; Cl 41,30. M=257,3. Из остатка отогнано также 2 г 2,2-динафтила (III) при т. кип. 208° (1,5 мм); т. пл. 187° [6]. Уф-спектр, λ<sub>max</sub> (в спирте), нм.: 213, 255, 308 (ε 2941, 5882, 294). Найдено, %: С 94,36; Н 5,58. C<sub>20</sub>H<sub>14</sub>. Вычислено, %: С 94,48; Н 5,51.

Реакция с 1-метилнафталином. Через описанный выше реактор пропускали смесь 33,16 г (0,2 моля) тетрахлорэтилена и 14,2 г (0,1 моля) 1-метилнафталина при 488° в течение 1,7 часа. При разгонке конденсата (46,6 г) при т. кип. 158° (1,5 мм) выделено 5,5 г (20%) 1,1,2-трихлор-3(нафтил-1)пропена-1 (IV); n<sub>D</sub><sup>20</sup> 1,6335. Уф-спектр, λ<sub>max</sub> (в спирте), нм.: 225, 263, 270, 283, 294, 315 (ε 86538, 6730, 8653, 9615, 7692, 1923). ИК-спектр, см<sup>-1</sup>: 1610, 1550 (C=C), 3075 (=CH), 2940, 2875, 1440 (—CH<sub>2</sub>—), 1660 (—C—C=C), 805 (три соседних—CH), 765 (четыре соседних—CH), 930 (—ClC=CCl<sub>2</sub>). Найдено, %: С 57,61; Н 3,39. Cl 39. M=278. C<sub>13</sub>H<sub>9</sub>Cl<sub>3</sub>. Вычислено, %: С 57,5; Н 3,3; Cl 39. M=271,3.

Реакцию с 1-метилнафталином, инициируемую перекисью трет-бутила, проводили в четырехгорлой колбе, снабженной мешалкой, капельницей, термометром и газоотводной трубкой. К перемешиваемой при 150—155° смеси 66,32 г (0,4 моля) тетрахлорэтилена и 227,2 г (1,6 моля) 1-метилнафталина прикапывали в течение 4 часов смесь 56,8 г (0,4 моля) 1-метилнафталина и 14,6 г (0,1 моля) перекиси трет-бутила. Далее смесь нагревали еще 1 час. После отгонки не вступившего в реакцию тетрахлорэтилена и избытка 1-метилнафталина выделено 34,5 г (32%) 1,1,2-трихлор-3(нафтил-1)пропена-1 (IV). Из остатка отогнано также при 205° (1 мм) 2,2 г 1,2-ди(нафтил-1)этана (VI); т. пл. 160° [6]. Уф-спектр, λ<sub>max</sub> (в спирте), нм.: 225, 265, 285, 300 (ε 87500, 4350, 5600, 4300). Найдено, %: С 93,4; Н 6,24. C<sub>22</sub>H<sub>18</sub>. Вычислено, %: С 93,61; Н 6,38.

Реакцию тетрахлорэтилена (0,2 моля) с 2-метилнафталином (0,1 моля) проводили в кварцевой трубке при 535—540° в течение 1,1 часа. При разгонке конденсата (28 г) выделено 5,5 г (20%) 1,1,2-трихлор-3(нафтил-2)пропена-1(V); т. кип. 155° (0,5 мм); т. пл. 43°. Уф-спектр, λ<sub>max</sub> (в спирте), нм.: 225, 260, 270, 280, 290 (ε 86538, 2939, 4054, 4358, 2331). ИК-спектр, см<sup>-1</sup>: 1610, 1560 (C=C), 3075 (=CH), 2940, 2875, 1440 (—CH<sub>2</sub>—), 1660 (C=C в замест.), 865 (один изолир.—CH), 825 (два соседних—CH), 765 (четыре соседних—CH), 920 (—ClC=CCl<sub>2</sub>). Найдено, %: С 56,41; Н 3,8; Cl 39,11. M=275. C<sub>13</sub>H<sub>9</sub>Cl<sub>3</sub>. Вычислено, %: С 57,5; Н 3,3; Cl 39. M=271,3.

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

(Поступило 10.4.1986)

ორბანული მიმია

რ. კერესელიძე, ლ. მილიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), დ. რაზმაძე,  
თ. შატაყიშვილი

ტეტრაქლორეთილენის მაღალტემპერატურული კონდენსაციის  
ნაფტალინთან, 1- და 2-მეთილნაფტალინებთან

რეზიუმე

შესწავლილია ტეტრაქლორეთილენის მაღალტემპერატურული კონდენსაციის რეაქცია ნაფტალინთან და 1- და 2-მეთილნაფტალინებთან. მიღებულია

ლიტერატურაში უცნობი 1,1,2-ტრიქლორ-2(ნაფტილ-2)ეთენი, 1,1,2-ტრიქლორ-3(ნაფტილ-1)პროპენ-1 და 1,1,2-ტრიქლორ-3(ნაფტილ-2)-პროპენ-1.

## ORGANIC CHEMISTRY

R. V. KERESOLIDZE, L. D. MELIKADZE, D. B. RAZMADZE,  
T. N. SHATAKISHVILI

HIGH-TEMPERATURE CONDENSATION OF TETRACHLOROETHYLENE  
WITH NAPHTHALENE AND 1-AND 2-METHYLNAPHTHALENES

## Summary

A study has been made of high-temperature condensation reaction of tetrachloroethylene with naphthalene and 1- and 2-methylnaphthalenes. 1, 1, 2-trichloro-2(naphthyl-2)-ethene, previously unknown in the literature of the subject, was obtained in the pure form as well as 1, 1, 2-trichloro-3(naphthyl-1) propene-1 and 1, 1, 2-trichloro-3(naphthyl-2)propene-1.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. L. Schmerling, J. P. West. J. Am. Chem. Soc., 75, 1953, 6216.
2. Г. И. Никишин, М. И. Дюсенов. Изв. АН СССР, сер. хим., № 4, 1967, 819.
3. М. И. Дюсенов. Автореферат канд. дисс. М., 1969.
4. В. З. Соколов, Г. Д. Харлампович. Производство и использование ароматических углеводов. М., 1980.
5. Л. Д. Меликадзе, Г. Ш. Хитири. Сообщения АН ГССР. 114, № 3, 1984, 537—539.
6. Beilsteins Handbuch der Org. Chem. Virte Auflage, Band V, Berlin, 1922, S. 727, 731.



ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

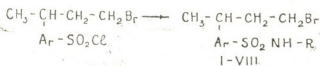
Д. Р. ЛАГИДЗЕ, Т. Н. РЕВАЗИШВИЛИ, Л. Я. ТАЛАКВАДЗЕ,  
 Н. С. САНИКИДЗЕ

СИНТЕЗ НОВЫХ СУЛЬФОНАМИДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА  
 ОСНОВЕ 3-(п-СУЛЬФОХЛОРИДФЕНИЛ)-1-БРОМБУТАНА,  
 3-(3-СУЛЬФОХЛОРИД-4-ЭТИЛФЕНИЛ)-1-БРОМБУТАНА  
 И АМИНОКИСЛОТ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Р. М. Лагидзе 29.1.1986)

Среди различных подходов, реализуемых в настоящее время в области поиска физиологически активных веществ, по своим результатам с точки зрения выхода в практику, по-видимому, все еще наиболее перспективным является синтез аналогов ряда важнейших биологически активных веществ и лекарственных средств. В этом плане особый интерес представляет привлечение в качестве ключевых продуктов различных витаминов, биогенных аминов, аминокислот и других природных веществ. С этой целью ранее на основе 3-аралкилгалогенидов был осуществлен синтез многих ценных соединений, в том числе антибластоматозных веществ [1].

Продолжая исследования в этом направлении, взаимодействием ранее синтезированных 3-(п-сульфохлоридфенил)-1-бромбутана и 3-(3-сульфохлорид-4-этилфенил)-1-бромбутана [2, 3] с глицином, β-аланином, валином, аспарагиновой и глутаминовой кислотами, триптофаном и лизинном, мы получили соответствующие сульфонамидные соединения (I—VIII) по схеме




I.  $\text{Ar} = \text{C}_6\text{H}_4$ ,  $\text{R} = -\text{CH}_2\text{COOH}$ ;

II.  $\text{Ar} = \text{p-C}_2\text{H}_5\text{C}_6\text{H}_3$ ,  $\text{R} = \text{CH}_2\text{COOH}$

III.  $\text{Ar} = \text{n-C}_2\text{H}_5\text{C}_6\text{H}_3$ ,  $\text{R} = -\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ ; IV.  $\text{Ar} = \text{n-C}_2\text{H}_5\text{C}_6\text{H}_3$ ,  $\text{R} = -\underset{\text{COOH}}{\text{CH}}-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$

V.  $\text{Ar} = \text{C}_6\text{H}_4$ ,  $\text{R} = -\underset{\text{COOH}}{\text{CH}}-\text{CH}_2\text{COOH}$ ;

VI.  $\text{Ar} = \text{C}_6\text{H}_4$ ,  $\text{R} = -\underset{\text{COOH}}{\text{CH}}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ ;

VII.  $\text{Ar} = \text{C}_6\text{H}_4$ ,  $\text{R} =$  ;

VIII.  $\text{Ar} = \text{C}_6\text{H}_4$ ,  $\text{R} = -(\text{CH}_2)_4-\underset{\text{COOH}}{\text{CH}}-\text{NH}-\underset{\text{SO}_2-\text{C}_6\text{H}_4}{\text{CH}}-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$

ИК-спектры сняты на спектрофотометре «DS-301» (прессованные таблетки с KBr и пленки для маслообразных веществ между пластинками из NaCl), масс-спектры — на масс-спектрометре «MX-1303» при ускоренном напряжении 70 эВ. Контроль за ходом реакции, а также чистотой полученных соединений осуществляли методом ТСХ на окиси алюминия (II степень активности по Брокману, бензол-ацетон 3:1).

Соединение (I). К раствору 5 г глицина в 30 мл воды и 7 г карбоната натрия при перемешивании добавляют по каплям 12 г



3-(*n*-сульфохлоридфенил)-1-бромбутана с т. кип. 148—150°/1 мм. Перемешивание продолжают в течение 5 часов при 30—40°. Затем раствор фильтруют, фильтрат подкисляют соляной кислотой, выпавший осадок промывают водой, растворяют в эфире и сушат над сульфатом натрия. Растворитель удаляют и сырой продукт очищают в хроматографической колонке с окисью алюминия (элюент—эфир). Получают 14 г хроматографически однородного маслообразного соединения (I),  $R_f=0,43$ . ИК-спектр,  $\text{см}^{-1}$ : 1320, 1160 ( $\text{SO}_2$ ), 1720 (CO), 3100—2500 (OH), 3290 (NH сульфонамидной группы).

Найдено: С 37,39; Н 4,32; Br 23,1; N 3,7; S 8,82 %.  $M^+$  349/351 (наличие дублетных пиков одинаковой интенсивности показывает, что молекула содержит один атом брома);  $m/e$  304/306 ( $M-\text{COOH}$ )<sup>+</sup>;  $m/e$  275/277 ( $M-\text{NHCH}_2\text{COOH}$ )<sup>+</sup>;  $m/e$  211/213 ( $M-\text{SO}_2\text{NHCH}_2\text{COOH}$ )<sup>+</sup>;  $m/e$  142 ( $M-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br}$ )<sup>+</sup>.  $\text{C}_{12}\text{H}_{16}\text{O}_4\text{BrNS}$ .

Вычислено: С 37,7; Н 4,5; Br 22,8; N 4,0; S 9,1 %.  $M$  350.

Соединение (II) получают взаимодействием 1,2 г глицина с 3-(3-сульфохлорид-4-этилфенил)-1-бромбутаном в воде в присутствии 1,5 г карбоната натрия с выходом 75%. Продукт представляет собой хроматографически однородное маслообразное вещество,  $R_f=0,4$ . ИК-спектр,  $\text{см}^{-1}$ : 1330, 1160 ( $\text{SO}_2$ ), 1720 (CO), 3200—2600 (OH), 3280 (NH). Найдено: С 44,58; Н 5,28; Br 21,30; N 3,59; S 8,36 %.  $M^+$  377/379;  $m/e$  332/334 ( $M-\text{COOH}$ )<sup>+</sup>;  $m/e$  303/305 ( $M-\text{NHCH}_2\text{COOH}$ )<sup>+</sup>;  $m/e$  239/241 ( $M-\text{SO}_2\text{NHCH}_2\text{COOH}$ )<sup>+</sup>;  $m/e$  270 ( $M-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br}$ )<sup>+</sup>.  $\text{C}_{14}\text{H}_{20}\text{O}_4\text{BrNS}$ .

Вычислено: С 44,44; Н 5,28; Br 21,17; N 3,70; S 8,42 %.  $M$  378.

Соединения (III—VIII) синтезированы аналогично соединению (I).

Соединение (III) получают путем взаимодействия 3-(3-сульфохлорид-4-этилфенил)-1-бромбутана с  $\beta$ -аланином с выходом 65%. Оно представляет собой хроматографически однородное маслообразное вещество,  $R_f=0,48$ . ИК-спектры,  $\text{см}^{-1}$ : 1340, 1150 ( $\text{SO}_2$ ), 1715 (CO), 3200—2600 (OH), 3300 (NH).

Найдено: С 46,02; Н 6,28; Br 20,55; N 3,71; S 8,26 %.  $M^+$  391/393;  $m/e$  346/348 ( $M-\text{COOH}$ )<sup>+</sup>;  $m/e$  313/315 ( $M-\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ )<sup>+</sup>;  $m/e$  239/241 ( $M-\text{SO}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ )<sup>+</sup>;  $m/e$  284 ( $M-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br}$ )<sup>+</sup>.  $\text{C}_{15}\text{H}_{20}\text{O}_4\text{BrNS}$ .

Вычислено: С 45,91; Н 6,12; Br 20,40; N 3,57; S 8,16 %.  $M$  392.

Соединение (IV), маслообразное вещество с  $R_f=0,45$ , получают реакцией взаимодействия вышеуказанного сульфохлорида с валином с выходом 60%. ИК-спектры,  $\text{см}^{-1}$ : 1334, 1168 ( $\text{SO}_2$ ), 1718 (CO), 3200—2600 (OH), 3270 (NH).  $M^+$  419/421;  $m/e$  374/376 ( $M-\text{COOH}$ )<sup>+</sup>;  $m/e$  303/305 ( $M-\text{NHCH}-\text{COOH}-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ )<sup>+</sup>;  $m/e$  239/241 ( $M-\text{SO}_2\text{NHCH}(\text{COOH})-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ )<sup>+</sup>;  $m/e$  312 ( $M-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br}$ )<sup>+</sup>.  $\text{C}_{17}\text{H}_{26}\text{BrO}_4\text{NS}$ .

Найдено: С 48,65; Н 6,27; Br 19,24; N 3,41; S 7,53 %.

Вычислено: С 48,58; Н 6,19; Br 19,04; N 3,33; S 7,61 %.  $M$  420.

Соединение (V). К смеси 1,3 г аспарагиновой кислоты и 1 г  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в 20 мл воды добавляют по каплям 2,2 г 3-(*n*-сульфохлоридфенил)-1-бромбутана. После обработки реакционной массы в вышеописанных условиях выделяют кристаллический продукт с т. пл. 170° (из этанола),  $R_f=0,35$ , выход 60%. ИК-спектры,  $\text{см}^{-1}$ : 1340, 1170 ( $\text{SO}_2$ ), 1718 (CO), 3300—2600 (OH), 3270 (NH).



Найдено: С 45,53; Н 4,70; Br 19,25; N 3,84; S 7,64 %.  $M^+$  407/409;  $m/e$  362/364 ( $M-COOH$ ) $^+$ ;  $m/e$  317/319 ( $M-(COOH)_2$ ) $^+$ ;  $m/e$  291/293 ( $M-CH(COOH)-CH_2COOH$ ) $^+$ ;  $m/e$  275/277 ( $M-NHCH(COOH)-CH_2COOH$ ) $^+$ ;  $m/e$  300 ( $M-CH_2CH_2Br$ ) $^+$ .  $C_{14}H_{18}O_6BrNS$ .

Вычислено: С 45,18; Н 4,41; Br 19,29; N 3,33; S 7,64 %.  $M$  408.

Соединение (VI), маслообразное вещество с  $R_f=0,36$ , получается, как и в предыдущем опыте, взаимодействием 3-(*n*-сульфохлоридфенил)-1-бромбутана с глутаминовой кислотой. ИК-спектр,  $cm^{-1}$ : 1340, 1165, ( $SO_2$ ), 1720 (CO), 3200—2500 (OH), 3280 (NH).

Найдено: С 42,41; Н 7,73; N 3,53; S 7,43; Br 19,00 %.  $M^+$  421/423;  $m/e$  376/378 ( $M-COOH$ ) $^+$ ;  $m/e$  331/333 ( $M-COOH_2$ ) $^+$ ;  $m/e$  291/293 ( $M-CH(COOH)-CH_2CH_2COOH$ ) $^+$ ;  $m/e$  275/277 ( $M-HCH(COOH)-CH_2CH_2COOH$ ) $^+$ ;  $m/e$  314 ( $M-CH_2CH_2Br$ ) $^+$ .  $C_{15}H_{20}O_6BrNS$ .

Вычислено: С 42,65; Н 4,74; Br 18,96; N 3,32; S 7,53 %.  $M$  422.

Соединение (VII) является продуктом взаимодействия 3,67 г триптофана с 4 г 3-(*n*-сульфохлоридфенил)-1-бромбутаном, выход 55 %, т. пл. 90—95° (из смеси этанола-эфира, 1:1),  $R_f=0,6$ . ИК-спектр,  $cm^{-1}$ : 1330, 1160 ( $SO_2$ ), 1720 (CO), 3000—2500 (OH), 3280 (NH), 3380 (NH индольного кольца).

Найдено: С 54,90; Н 4,70; Br 16,65; N 5,76; S 6,51 %.  $M^+$  478/480;  $m/e$  433/435 ( $M-COOH$ ) $^+$ ;  $m/e$  291/293 ( $M-CH(COOH)CH_2-Ind$ ) $^+$ ;  $m/e$  371 ( $M-CH_2CH_2Br$ ) $^+$ .  $C_{21}H_{23}O_4BrN_2S$ .

Вычислено: С 54,70; Н 4,84; Br 16,70; N 5,8; S 6,60 %.  $M$  479.

Соединение (VIII) с т. пл. 75—80° (из этанола) получают с 50%-ным выходом путем взаимодействия лизина с 3-(*n*-сульфохлоридфенил)-1-бромбутаном,  $R_f=0,55$ . ИК-спектр,  $cm^{-1}$ : 1335, 1170 ( $SO_2$ ), 1715 (CO), 3270 (NH).

Найдено: С 46,77; Н 5,44; Br 23,90; N 4,51; S 9,52 %.  $M^+$  663/655;  $m/e$  618/620 ( $M-COOH$ ) $^+$ .  $C_{26}H_{30}O_4Br_2N_2S_2$ .

Вычислено: С 46,98; Н 5,42; Br 24,10; N 4,21; S 9,63 %.  $M$  664.

Онкологический научный центр  
 МЗ ГССР

Грузинский политехнический институт  
 им. В. И. Ленина

(Поступило 31.1.1986)

ორგანული ქიმია

ჯ. ლაღიძე, თ. რევაზიშვილი, ლ. თაღაგაძე, ნ. სანაძიძე

ახალი სულფონამიდური ნაერთების სინთეზი 3-( $\beta$ -სულფოქლორიდფენილ)-1-ბრომბუტანის, 3-( $\beta$ -სულფოქლორიდ-4-ეთილფენილ)-1-ბრომბუტანის და ამინომჟავების სფუქცივლზე

### რეზიუმე

3-( $\beta$ -სულფოქლორიდფენილ)-1-ბრომბუტანისა და 3-( $\beta$ -სულფოქლორიდ-4-ეთილფენილ)-1-ბრომბუტანის ურთიერთქმედებით გლიცინთან,  $\beta$ -ალანინთან, ვალინთან, ასპარაგინისა და გლუტამინის მჟავებთან, ტრიფტოფანთან და ლიზინთან სინთეზირებულია შესაბამისი რვა ახალი სულფონამიდური ნაერთი.



J. R. LAGIDZE, T. N. REVAZISHVILI, L. I. TALAKVADZE, N. S. SANIKIDZE

SYNTHESIS OF NEW SULPHURYL AMIDE COMPOUNDS BASED  
ON 3-(SULPHONYLCHLORIDEPHENYL)-1-BROMOBUTANE,  
3-(3-SULPHONYLCHLORIDE-4-ETHYLPHENYL)-1-BROMOBUTANE

Summary

Interaction of 3-(p-sulphonylchloridephenyl)-1-bromobutane and 3-(3-sulphonylchloride-4-ethylphenyl)-1-bromobutane with glycine,  $\beta$ -alanine, valine, asparagic and glutaminic acids, lysine and tryptophan has yielded 8 new compounds.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. М. Лагидзе. Синтез и превращения замещенных дибензопентанов и аралкилгалогенидов. Тбилиси, 1984.
2. Д. Р. Лагидзе, Т. Е. Хоштария, Н. С. Саникидзе, Р. М. Лагидзе. Сообщения АН ГССР, 60, № 2, 1970, 105.
3. Р. М. Лагидзе, Д. В. Тавберидзе, А. И. Двалишвили. Сообщения АН ГССР, 53, № 3, 1969, 94.



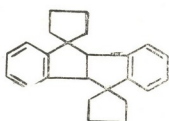
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Т. А. КОВЗИРИДZE, Д. Г. ЧАВЧАНИДZE, А. И. ДВАЛИШВИЛИ,  
 С. С. БЕРМАН, Р. М. ЛАГИДZE (член-корреспондент АН ГССР)

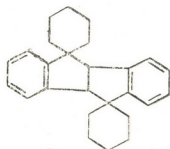
ИЗУЧЕНИЕ СТЕРЕОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЕРГИДРИУРОВ  
 ДИСПИРО[5,1',10,1''-ДИЦИКЛОПЕНТАН-4b,5,9b,  
 10-ТЕТРАГИДРОИНДЕНО (2,1-a)ИНДЕНА] И ДИСПИРО-  
 [5,1',10,1''-ДИЦИКЛОГЕКСАН-4b,5,9b,10-ТЕТРАГИДРОИНДЕНО  
 (2,1-a)ИНДЕНА]

В сообщениях [1, 2] рассмотрены результаты изучения стереохимического состава и термодинамическая стабильность эпимеров, продуктов исчерпывающего гидрирования 5,5,10,10-тетраметил-4b,5,9b,10-тетрагидроиндено(2,1-a)индена и 2-фенил-1,1-диэтил-3(3'-пентил)индена, по методике Ал. А. Петрова [3].

В настоящей статье представлены результаты изучения термодинамической устойчивости пергидриуров диспиро[5,1',10,1''-дициклопентан-4b,5,9b,10-тетрагидроиндено(2,1-a)индена] (I) и диспиро[5,1',10,1''-дициклогексан-4b,5,9b,10-тетрагидроиндено(2,1-a)индена] (II), описанных в работах [4—6]:

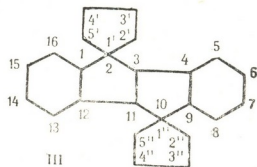


I

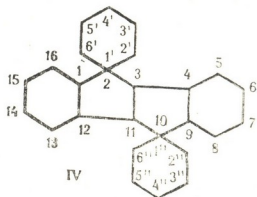


II

Гидрированием соединений (I) и (II) в автоклаве в присутствии Ni-Ренея, при 180°C и 120 ати, H<sub>2</sub> получены соответствующие гексациклические насыщенные углеводороды: диспиро[2,1',10,1''-дициклопентантетрацикло (10, 4, 0<sup>1,12</sup>, 0<sup>3,11</sup>, 0<sup>4,9</sup>) гексадекан] (III), т. кип. 170—172° (1—2 мм); n<sub>D</sub><sup>20</sup> 1,5290; d<sub>4</sub><sup>20</sup> 1,0093. Найдено, %: С 88,22, 87,95; Н 11,92; 11,94. (M<sup>+</sup>) 326. C<sub>24</sub>H<sub>38</sub>. Вычислено, %: С 88,34; Н 11,65; М 326, и диспиро-[2,1', 10,1''-дициклогексантетрацикло (10, 4, 0<sup>1,12</sup>, 0<sup>3,11</sup>, 0<sup>4,9</sup>) гексадекан] (IV), т. кип. 176—178° (1—2 мм); n<sub>D</sub><sup>20</sup> 1,5187; d<sub>4</sub><sup>20</sup> 0,9934. Найдено, %: С 88,03; 87,94; Н 11,88; 11,93. (M<sup>+</sup>) 354. C<sub>26</sub>H<sub>42</sub>. Вычислено, %: С 88,19; Н 11,80. М 354.



III



IV



Анализ методом ГЖХ проведен на приборе «Цвет-4» с пламенно-ионизационным детектором. Капиллярная колонка  $5000 \times 0,25$  мм, апизои- $L$ , газ-носитель— $H_2$ , изотермический режим при  $300^\circ C$ . Изамеризацию до состояния термодинамического равновесия проводили в автоклаве при  $570^\circ K$  [3] на  $Pt/C$  (15%) при 30 ати,  $H_2$ .

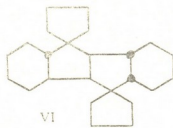
Масс-спектры изученных соединений получены на масс-спектрометре ЛКВ, на стеклянной капиллярной колонке  $3000 \times 0,25$  мм, с неподвижной фазой SP-2100, газ-носитель— $He$ , в изотермическом режиме при  $250^\circ C$ . Энергия ионизирующих электронов 70 эв, температура сепаратора и камеры ионизации  $250^\circ C$ .

Идентификация стереоизомеров и определение их термодинамической устойчивости расчетным способом, а также экспериментально проведены по методике, описанной в предыдущей работе для 2,2,10,10-тетраметилтетрацикло (10, 4, 0<sup>1-12</sup>, 0<sup>3-11</sup>, 0<sup>4-9</sup>) гексадекана [1].

По расчетным данным, равновесное распределение наиболее устойчивых пространственных изомеров соединения (III) для нижеприведенных конфигураций (V), (VI) и (VII) дает следующую картину: 62, 33 и 5% соответственно.



V  
ТРАНС.АНТИ.АНТИ.ТРАНС



VI  
ТРАНС.АНТИ.АНТИ.ЦИС



VII  
ЦИС.АНТИ.АНТИ.ЦИС

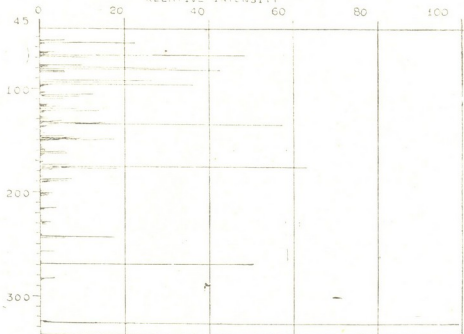
По литературным данным [7], указанная номенклатура включает порядок сочленения циклов А и В (транс), затем порядок сочленения А и С по отношению к циклу В (анти) и т. д. Порядок сочленения циклов В и С всегда цис, так как система пенталана устойчива только в этой конформации.

| Состав      | С т е р е о и з о м е р ы          |                                   |                                  |           |
|-------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------|
|             | транс, анти,<br>анти, транс<br>(V) | транс, анти,<br>анти, цис<br>(VI) | цис, анти,<br>анти, цис<br>(VII) | остальные |
| Расчетный   | 62,0                               | 33,0                              | 5,0                              | —         |
| Равновесный | 55,0                               | 37,0                              | 7,0                              | 1,0       |
| Исходный    | 3,0                                | 26,5                              | 67,5                             | 3,0       |

Состав смесей, полученных при гидрировании и в результате равновесной изамеризации для углеводорода (III), приведен в таблице.

Дан также спектр наиболее устойчивого изомера (V) — транс, анти, транс. Спектры стереоизомеров близки между собой.

RUN IDENTIFICATION 25-APR-85  
 SPECTRA FILE NAME KP1203  
 FILE POSITION 127  
 BACKGROUND 118  
 MAXIMUM INTENSITY 7286 % OF TOTAL ION 9.7  
 OUTPUT MASS RANGE 45 TO 492  
 SCAN SPEED 4  
 MASS 326 175 176 134 269 67 81 95 79 91  
 INTENSITY 10000 6478 5964 5811 5108 4899 3901 3686 3312 2686



В отличие от соединений (III), диспиро[2,1',10,1''-дициклогексантирацикло (10, 4, 0<sup>1,12</sup>, 0<sup>3,11</sup>, 0<sup>4,9</sup>) гексадекан] (IV) в условиях изомеризации претерпевает частичный распад, и определить термодинамическое равновесие стереоизомеров не удалось.

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

Академия наук СССР  
 ИГ и РГИ

(Поступило 7.3.1986)

ორგანული ქიმია

თ. კოვირიძე, დ. მავანაძე, ა. დვალისვილი, ს. ბერაძე, რ. ლალიძე  
 (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

დისპირო [5,1', 10,1''-დიციკლოპენტან-4b, 5,9b,10-ტატრაჰიდროინდენო-  
 (1,1-a) ინდენის] და დისპირო [5, 1', 10, 11''-დიციკლოპენტან-4b, 5, 9b,  
 10-ტატრაჰიდროინდენო (2,1-a) ინდენის] პირფორმების  
 სტერეოიზომების თერმოდინამიკური მდგრადობის გამოკვლევა

რეზიუმე

სათურში მოხსენებული ნახშირწყალბადების ჰიდრირებით მიღებულია შესაბამისი პერჰიდრირები და შესწავლილია მათი სტერეოიზომების თერმოდინამიკური სტაბილობა.

T. A. KOVZIRIDZE, D. G. CHAVCHANIDZE, A. I. DVALISHVILI, S. S. BERMAN,  
R. M. LAGIDZE

INVESTIGATION OF THERMODYNAMICAL STABILITY OF  
STEREISOMERS OF THE PERHYDRURES OF DISPIRO-  
[5,1',10,1''-DICYCLOPENTANE-4b,5,9b,10-TETRAHYDRO-  
INDENO (2,1-a)INDENE] AND DISPIRO[5,1',10,1''-  
DICYCLOHEXANE-4b,5,9b,10-TETRAHYDROINDENO  
2,1-a) INDENE]

Summary

By hydrogenation of the title hydrocarbons the corresponding perhydrures were synthesized and thermodynamical stability of their stereoisomers studied.

ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. Р. М. Лагидзе, Т. А. Ковзиридзе, Ш. Д. Куправа, С. С. Берман, Ал. А. Петров. Сообщения АН ГССР, 105, № 2, 1982, 313.
2. И. М. Сокслова, Т. А. Ковзиридзе, Д. Г. Чавчанидзе, Ш. М. Жвания, Р. М. Лагидзе. Сообщения АН ГССР, 116, № 2, 1984, 317.
3. Ал. А. Петров. Химия нафенов. М., 1971, гл. I.
4. Р. М. Лагидзе, А. И. Двалишвили. Сообщения АН ГССР, XVI, № 3, 1955, 205.
5. Р. М. Лагидзе, А. И. Двалишвили. Сообщения АН ГССР, XXII, № 6, 1959, 663.
6. Р. Ш. Каднашвили, Т. А. Ковзиридзе, С. Д. Сихарулидзе, Л. Г. Кандарели, Ш. Д. Куправа, Р. М. Лагидзе. Изв. АН ГССР, сер. хим., т. 9, № 3, 1983, 188.
7. Ал. А. Петров. Стереохимия насыщенных углеводородов. М., 1981, 205.



И. Д. МЧЕДЛИШВИЛИ, Л. Д. МЕЛИКАДЗЕ (академик АН ГССР),  
Э. А. УШАРАУЛИ

### АКТИВНОСТЬ ВЫСОКОКИПАЮЩИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ НОРИЙСКОЙ НЕФТИ В ОТНОШЕНИИ ФОТОХИМИЧЕСКОГО ОКИСЛЕНИЯ

Ранее было установлено, что высококипящие ароматические углеводороды норийской нефти обладают различной активностью в отношении окисления в темновых условиях [1].

Данные о поведении высококипящих ароматических углеводородов нефтей в процессе фотохимического окисления в литературе не встречаются. Вместе с тем, этот вопрос представляет определенный интерес с точки зрения выявления указанных углеводородов при воздействии на них света и кислорода. Цель настоящей работы — выяснение данного вопроса и относительная количественная оценка поглощения кислорода под действием света.

Нами было изучено фотохимическое окисление продуктов хроматографического деления высокомолекулярных ароматических фракций, ранее выделенных из норийской нефти комплексом методов [2, 3].

Образцы исследовали на установке [4], которая позволяет оценивать относительную скорость фотохимического окисления путем непосредственного определения количества поглощенного кислорода при облучении образца дозированным светом в желаемой области спектра. Исследуемые образцы в нашем случае облучали светом лампы ПРК-4.

В камеру окисления установки помещали кружок фильтровальной бумаги определенного диаметра ( $\varnothing=42$  мм) с нанесенным образцом. Нанесение проводили следующим образом: взвешенный кружок фильтровальной бумаги опускали в 10%-ный бензольный раствор образца на 5—10 мин, затем удаляли бензол в вакуумном шкафу и снова взвешивали. В результате предварительных опытов было установлено оптимальное, с точки зрения воспроизводимости результатов, количество образца — 20—25 мг. Через указанную камеру и присоединенную к ней микробюретку пропускали кислород, для изоляции системы в микробюретку вводили каплю жидкости (окрашенную дистиллированную воду) — жидкостную пробку и включали циркуляцию термостатирующей воды. Температуру термостатирующей воды брали равной комнатной температуре. При обработке материала производили пересчет объема поглощенного кислорода на  $t=20^\circ\text{C}$ . Затем к системе подключали маностат, который исключал влияние колебаний атмосферного давления в окружающей среде. Установка приводилась в режим в течение 1,5—2 часов, после чего перекрывали кран на впуске кислорода и одновременно включали счетчик импульсов, дозирующий энергию освещения. В процессе эксперимента периодически регистрировали время освещения образца (электромеханическим счетчиком) и величину перемещения капли жидкости в микробюретке (отсчетным микроскопом). Суммарное время облучения образцов — 1 час, что соответствует 300 импульсам электромеханического счетчика.





Объем поглощенного кислорода, приведенный к нормальным условиям, рассчитывали с учетом барометрического давления, рабочей температуры, внутреннего диаметра микробюретки и величины перемещения в ней капли жидкости при  $t = 20^\circ\text{C}$ .

Результаты фотохимического окисления высококипящих фракций норийской нефти

| № фракции   | № элюата | $n_D^{20}$ | $V_{O_2}$ мкл |
|-------------|----------|------------|---------------|
| Фракция I   | 15       | 1,5432     | 16,2          |
|             | 20       | 1,5488     | 58,2          |
|             | 25       | 1,5692     | 11,2          |
|             | 33       | 1,5986     | 41,8          |
|             | 40       | 1,6231     | 61,7          |
|             | 41       | 1,6250     | 58,1          |
|             | 45       | 1,6298     | 29,0          |
|             | 50       | 1,6344     | 26,5          |
| Фракция III | 55       | 1,6380     | 25,1          |
|             | 25       | 1,5602     | 19,3          |
|             | 33       | 1,5697     | 38,3          |
|             | 40       | 1,5677     | 13,0          |
|             | 45       | 1,5825     | 12,7          |
|             | 50       | 1,5892     | 12,8          |
|             | 55       | 1,6100     | 16,3          |
|             | 60       | 1,6343     | 36,2          |
|             | 65       | 1,6493     | 30,9          |
|             | 68       | 1,6530     | 36,9          |
|             | 75       | 1,6568     | 38,2          |
|             | 78       | 1,6598     | 56,8          |
| 85          | 1,6620   | 40,7       |               |
| 90          | 1,6632   | 28,5       |               |
| 100         | 1,6648   | 98,8       |               |
| 107         | 1,6603   | 37,9       |               |
| Фракция V   | 4        | 1,4951     | 16,9          |
|             | 20       | 1,5630     | 28,4          |
|             | 48       | 1,5988     | 26,3          |
|             | 53       | 1,6141     | 31,6          |
| Фракция VII | 5        | 1,4962     | 11,2          |
|             | 30       | 1,5910     | 22,8          |
|             | 54       | 1,6272     | 26,7          |
|             | 92       | 1,6648     | 18,2          |

Результаты исследования представлены в таблице. На основании полученных данных были построены графики зависимости между объемом поглощенного кислорода и временем облучения, выраженным в импульсах ( $i$ ). В данной работе для примера приведены кривые, характеризующие поглощение кислорода для элюатов I и V фракций (рис. 1, 2). Был построен также график зависимости объема поглощенного кислорода от номера элюата (рис. 3).

Из таблицы и графиков видно, что в пределах одной фракции по мере увеличения номера элюата количество поглощенного кислорода повышается. Так, при облучении образцов в течение одного и того же времени элюат № 15 I фракции ароматических углеводородов поглощает 16,2 мкл кислорода, тогда как элюаты № 20 и 40 той же фракции — 58,2 и 61,7 мкл кислорода соответственно. Также элюат № 25 III фракции ароматических углеводородов поглощает 19,3 мкл, а элю-



ат № 78 — 56,5 мкл кислорода. С переходом на фракции с более высокой температурой кипения различие между элюатами в отношении поглощения кислорода уменьшается. Например, для элюата № 4

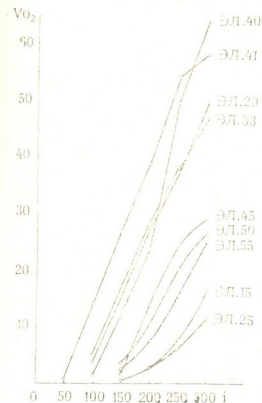


Рис. 1. Кривые зависимости количества поглощенного кислорода от времени облучения для элюатов I фракции высококипящих ароматических углеводородов норийской нефти

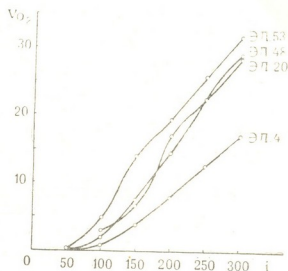


Рис. 2. Кривые зависимости количества поглощенного кислорода от времени облучения для элюатов V фракции высококипящих ароматических углеводородов норийской нефти

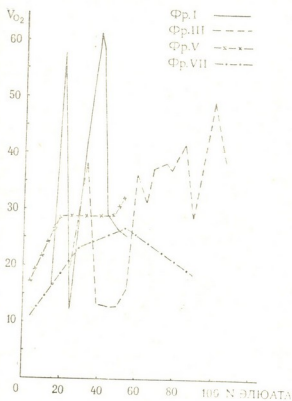


Рис. 3. Графики зависимости объема поглощенного кислорода от номера элюата для I, III, V и VII фракций высококипящих ароматических углеводородов норийской нефти

V фракции ароматических углеводородов объем поглощенного кислорода составляет 16,9 мкл, а для элюата № 48 той же фракции —



26,3 мкл. Также обстоит дело при сравнении объемов поглощенного кислорода элюатами VII фракции ароматических углеводородов: элюат № 5 поглощает 11,2 мкл  $O_2$ , а элюат № 92 — 18,2 мкл  $O_2$ .

При сравнении элюатов различных фракций видно, что по мере увеличения температуры кипения (номера) фракции ее активность в отношении поглощения кислорода падает (рис. 3).

Следует, однако, отметить, что в обоих случаях бывают разбросы и строгая закономерность не всегда наблюдается. Независимо от этого нами были выявлены наиболее фотохимически активные (в отношении поглощения кислорода) хроматографические элюаты высококипящих ароматических фракций норийской нефти, которые в дальнейшем были использованы для выяснения природы компонентов, обуславливающих их относительно высокую фотохимическую активность в отношении окисления.

Академия наук Грузинской ССР

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

(Поступило 28.3.1986)

ორგანული ქიმია

გ. მამულიაშვილი, ლ. მელიქაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი),  
ე. უშარაული

ნორიოს ნავთობის მაღალმდულარე არომატული ნახშირწყალბადების  
აქტივობა ფოტოქიმიური უანგვის თვალსაზრისით

რეზიუმე

შესწავლილია ნორიოს ნავთობის მაღალმდულარე ვიწრო არომატული ფრაქციების ქრომატოგრაფიული გაყოფით მიღებული ელუატების ფოტოქიმიური აქტივობა უანგადის შთანთქმის მიმართ. ნაჩვენებია, რომ ნათურით ნიმუშის დასხივების პირობებში გამოკვლეული ელუატები ხასიათდებიან განსხვავებული ფოტოქიმიური აქტივობით უანგვის მიმართ. შერჩეულია ფოტოქიმიურად მეტად აქტიური ელუატები მათი აქტივობის განმარტობებელი კომპონენტების შესწავლის მიზნით.

ORGANIC CHEMISTRY

I. J. MCHEDLISHVILI, L. D. MELIKADZE, E. A. USHARAULI  
PHOTOCHEMICAL OXIDATION INTENSITY OF HIGH-BOILING  
AROMATIC HYDROCARBONS OF NORIO CRUDE OIL

Summary

Photochemical activity of eluates obtained by the chromatographic separation of narrow high-boiling aromatic fractions of Norio crude oil has been studied from the viewpoint of their oxygen absorption. The eluates studied under the PRK-4 lamp irradiation revealed different photochemical activity to oxidation. Photochemically most active eluates were selected with a view to investigating the components conditioning their activity.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. А. Ушараули, Л. Д. Меликадзе. Труды Института химии им. П. Г. Меликишвили, т. XV, 1961.
2. Л. Д. Меликадзе, Т. А. Элиава, Э. А. Ушараули. К познанию природы флуоресцирующих компонентов нефти. Тбилиси, 1958.
3. Ш. Ш. Барабадзе, Л. Д. Меликадзе, А. Г. Сирюк, Г. Ш. Челидзе. Сообщения АН ГССР, 67, № 3, 1972.
4. Л. Д. Меликадзе, И. Л. Эдлашвили, З. И. Гургенидзе, Р. Я. Квициანი. Сообщения АН ГССР, 50, № 2, 1968.



ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Е. М. БЕНАШВИЛИ, О. С. БАИДОШВИЛИ

КАТАЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ МОДИФИЦИРОВАННЫХ  
КЛИНОПТИЛОЛИТ- И МОРДЕНИТСОДЕРЖАЩИХ ТУФОВ  
В РЕАКЦИИ ПРЕВРАЩЕНИЯ *o*- И *m*-КСИЛОЛОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Андроникашвили 21.3.1986)

Реакция изомеризации алкилбензолов состава  $C_8-C_9$  в присутствии модифицированных кислотой клиноптилолит- и морденитсодержащих туфов сравнительно мало исследована. В работах [1—4] изучены изомерные превращения ксилолов в присутствии водородно-декатонированных форм клиноптилолит- и морденитсодержащих туфов, полученных кислотной обработкой в различных условиях.

В отличие от работ [2—4], в настоящей статье представлены результаты исследования каталитических превращений *o*- и *m*-ксилолов на водородно-декатонированных формах природных клиноптилолита и морденита, полученных через соответствующие аммониевые формы. Указанные формы получены методом ионного обмена с 1 н. раствором хлористого аммония в течение 1 часа трехкратно, с последующей промывкой и сушкой. Перевод в водородные и декатонированные формы проведен прокаливанием аммониевых цеолитов соответственно при 350 и 550°. Результаты химического анализа полученных после прокаливания форм клиноптилолита месторождения Хекордзула (НКЛХ) и морденита месторождения Болниси (НМТ) в оксидной форме (масс.%) приводятся ниже:

НКЛХ:  $SiO_2-78,88$ ;  $Al_2O_3-12,86$ ;  $Fe_2O_3-1,19$ ;  $CaO-2,35$ ;  
 $MgO-1,18$ ;  $Na_2O+K_2O-3,54$ ;  $SiO_2/Al_2O_3-10,4$ .  
НМТ:  $SiO_2-78,66$ ;  $Al_2O_3-13,40$ ;  $Fe_2O_3-1,01$ ;  $CaO-2,99$ ;  
 $MgO-1,01$ ;  $Na_2O+K_2O-2,93$ ;  $SiO_2/Al_2O_3-10,0$ .

Исходные углеводороды — *o*- и *m*-ксилолы были хроматографически чистыми. Жидкие продукты катализа анализировались методом газо-жидкостной хроматографии на хроматографе ЛХМ-8МД, на колонке длиной 200 см, диаметром 0,2 см, заполненной 2,25 ДМОДА (диметилдоктадециламмоний)вермикулита и 7,4% вазелинового масла на хроматоне N-AW зернением 0,1—0,125 мм. Температура колонки 82°, испарителя 150°, газ-носитель—гелий, детектор по теплопроводности.

Каталитические превращения проводились в проточной атмосферной установке, в интервале 350—600°C, при объемной скорости 0,6 час<sup>-1</sup>, в течение 1 часа. Регенерация катализаторов осуществлялась выжиганием кокса в токе воздуха при 500—550° в течение 3—4 часов. Результаты эксперимента представлены в табл. 1, 2.

Из полученных экспериментальных данных следует, что НКЛХ является более активным катализатором изомеризации *o*- и *m*-ксилолов, чем НМТ. Одинаковая глубина превращения в случае НКЛХ достигается при более низкой (на ~ 100°) температуре. Кроме продуктов изомеризации, в присутствии НКЛХ в значительном количестве образуются и продукты диспропорционирования метильных групп в виде толуола и триметилбензолов — мезитилена и псевдокумола, вследствие чего селективность по изомеризации уменьшается (табл. 1).



Оптимальный выход продуктов изомеризации *m*-ксилола при 500° — 31,3% при селективности 63,3% и конверсии 49,4% (табл. 1). На НМТ такая же глубина превращения достигается при 600° и оптимальный выход равен 38,2% при селективности 77,8% (табл. 2).

Таблица 1  
Результаты изомеризации *m*- и *o*-ксилолов на катализаторе НКлХ

| Температура, °С                | Углеводородный состав жидкого катализата, масс. % |        |                       |                       |                       |                |                  | Конверсия, масс. % | Выход на пропущенный углеводород, масс. % |                            | Селективность по изомеризации, масс. % |
|--------------------------------|---|--------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------|------------------|--------------------|---|----------------------------|--|
|                                | Бензол  | Толуол | <i>n</i> -Кси-<br>лол | <i>m</i> -Кси-<br>лол | <i>o</i> -Кси-<br>лол | Мезити-<br>лен | Псевдо-<br>кумол |                    | Жидкий катализат                          | Продукты изомери-<br>зации |  |
| Изомеризация <i>m</i> -ксилола |   |        |                       |                       |                       |                |                  |                    |   |                            |  |
| 350                            | —   | 0,6    | 8,4                   | 85,7                  | 5,3                   | —              | —                | 16,2               | 97,8                                      | 13,4                       | 82,7                                   |
| 400                            | —   | 1,6    | 8,6                   | 77,3                  | 12,5                  | —              | —                | 24,7               | 97,4                                      | 20,6                       | 83,4                                   |
| 450                            | 0,9   | 3,8    | 16,0                  | 66,7                  | 10,4                  | 2,2            | —                | 36,0               | 95,9                                      | 25,3                       | 70,3                                   |
| 500                            | 1,1   | 5,0    | 17,0                  | 55,3                  | 17,2                  | 1,5            | 2,9              | 49,4               | 91,5                                      | 31,3                       | 63,3                                   |
| 550                            | 1,7   | 6,1    | 17,3                  | 52,0                  | 17,8                  | 1,8            | 3,3              | 53,8               | 88,8                                      | 31,2                       | 58,0                                   |
| 600                            | 3,0   | 8,5    | 16,7                  | 47,3                  | 18,0                  | 2,6            | 3,9              | 58,6               | 87,5                                      | 30,4                       | 51,8                                   |
| Изомеризация <i>o</i> -ксилола |   |        |                       |                       |                       |                |                  |                    |   |                            |  |
| 350                            | —   | —      | —                     | 5,3                   | 94,7                  | —              | —                | 7,2                | 98,0                                      | 5,2                        | 72,2                                   |
| 400                            | —   | 1,4    | 1,3                   | 8,2                   | 89,1                  | —              | —                | 13,1               | 97,5                                      | 9,3                        | 71,0                                   |
| 450                            | —   | 4,8    | 4,0                   | 25,1                  | 65,8                  | 0,3            | —                | 36,2               | 97,0                                      | 28,2                       | 77,9                                   |
| 500                            | —   | 6,8    | 8,0                   | 27,5                  | 52,0                  | 0,8            | 4,9              | 51,6               | 93,1                                      | 33,1                       | 64,1                                   |
| 550                            | —   | 11,2   | 11,9                  | 33,4                  | 37,4                  | 1,1            | 5,0              | 66,3               | 90,0                                      | 40,8                       | 61,5                                   |
| 600                            | 0,8   | 13,6   | 10,1                  | 32,0                  | 36,0                  | 1,8            | 5,7              | 67,9               | 89,2                                      | 37,6                       | 55,4                                   |

При изомеризации *o*-ксилола на НКлХ оптимальный выход продуктов изомеризации — 40,8% при селективности 61,5% и общей конверсии 66,3% получен в условиях 550°, в присутствии НМТ — в коли-

Таблица 2  
Результаты изомеризации *m*- и *o*-ксилолов на катализаторе НМТ

| Температура, °С                | Углеводородный состав жидкого катализата, масс. % |        |                       |                       |                       |                |                  | Конверсия, масс. % | Выход на пропущенный углеводород, масс. % |                            | Селективность по изомеризации, масс. % |
|--------------------------------|---|--------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------|------------------|--------------------|---|----------------------------|--|
|                                | Бензол  | Толуол | <i>n</i> -Кси-<br>лол | <i>m</i> -Кси-<br>лол | <i>o</i> -Кси-<br>лол | Мезити-<br>лен | Псевдо-<br>кумол |                    | Жидкий катализат                          | Продукты изомери-<br>зации |  |
| Изомеризация <i>m</i> -ксилола |   |        |                       |                       |                       |                |                  |                    |   |                            |  |
| 350                            | —   | —      | 3,5                   | 93,8                  | 2,7                   | —              | —                | 7,3                | 98,8                                      | 6,1                        | 83,6                                   |
| 400                            | —   | —      | 5,5                   | 90,3                  | 4,2                   | —              | —                | 11,1               | 98,4                                      | 9,5                        | 85,6                                   |
| 450                            | —   | —      | 7,7                   | 87,3                  | 5,0                   | —              | —                | 14,5               | 97,9                                      | 12,4                       | 85,5                                   |
| 500                            | —   | 2,1    | 17,2                  | 64,6                  | 16,1                  | —              | —                | 36,6               | 98,2                                      | 32,7                       | 89,3                                   |
| 550                            | —   | 4,5    | 18,4                  | 58,0                  | 18,1                  | 1,0            | —                | 44,0               | 96,5                                      | 35,2                       | 80,1                                   |
| 600                            | —   | 3,8    | 19,4                  | 53,1                  | 20,5                  | 3,2            | —                | 49,1               | 95,8                                      | 38,2                       | 77,8                                   |
| Изомеризация <i>o</i> -ксилола |   |        |                       |                       |                       |                |                  |                    |   |                            |  |
| 350                            | —   | —      | —                     | 2,3                   | 97,7                  | —              | —                | 3,4                | 98,9                                      | 2,3                        | 67,6                                   |
| 400                            | —   | —      | 1,8                   | 6,2                   | 92,0                  | —              | —                | 9,2                | 98,7                                      | 7,9                        | 85,9                                   |
| 450                            | —   | 2,9    | 0,9                   | 6,1                   | 90,1                  | —              | —                | 11,3               | 98,5                                      | 6,9                        | 61,1                                   |
| 500                            | —   | 3,1    | 6,6                   | 19,6                  | 70,7                  | —              | —                | 30,6               | 98,1                                      | 25,7                       | 84,0                                   |
| 550                            | 0,5   | 5,3    | 6,7                   | 27,3                  | 59,1                  | 1,1            | —                | 42,8               | 96,8                                      | 32,9                       | 76,9                                   |
| 600                            | 1,8   | 4,5    | 9,6                   | 25,9                  | 52,7                  | 5,5            | —                | 49,4               | 96,1                                      | 34,1                       | 69,0                                   |

честве 34,1% при селективности 69,0% и общей конверсии 49,4% в условиях 600° (табл. 1, 2).





Если сравнить вышеприведенные экспериментальные данные с полученными на водородно-декатинированных формах клиноптилолит- и морденитсодержащих туфов, модифицированных 10% соляной кислотой, — ДкКлХ и ДкМТ соответственно, можно сделать следующее заключение.

Водородно-декатинированная форма, полученная через аммонийную форму (НКлХ), является более активным, но менее селективным катализатором изомеризации *o*- и *m*-ксилолсв, чем ДкКлХ [4]. В одинаковых температурных условиях конверсия значительно выше в случае НКлХ.

В присутствии кислотномодифицированного клиноптилолита реакция изомеризации протекает с селективностью 80,8—90,9%, без осложнения побочной реакцией диспропорционирования метильных групп и высоким выходом продуктов изомеризации [4].

В случае кислотномодифицированного морденитсодержащего туфа (ДкМТ) наблюдается такая же картина селективной изомеризации *o*- и *m*-ксилолов [2], но по сравнению с НМТ значительно выше как конверсия, так и выход продуктов изомеризации.

Более высокую активность НКлХ в реакции превращения *o*- и *m*-ксилолов по сравнению с катализаторами ДкКлХ, ДкМТ и НМТ можно объяснить его общей высокой кислотностью и очень высокой концентрацией сильнокислотных центров, удерживающих аммиак при 350° и более высокой температуре (табл. 3). Кислотные свойства указанных катализаторов изучены методом термодесорбции аммиака в Институте физико-органической химии АН БССР в лаборатории Ю. Е. Егиазарова.

Таблица 3

Кислотность модифицированных клиноптилолит- и морденитсодержащих туфов (ммоль/г)

| Катализаторы | Интервал температур десорбции аммиака, °С |         |         |         | Общая кислотность |
|--------------|---|---------|---------|---------|-------------------|
|              | 100—250                                   | 250—350 | 350—450 | 450—550 |                   |
| ДкКлХ        | 0,940                                     | 0,360   | 0,070   | 0,014   | 1,384             |
| НКлХ         | 2,110                                     | 1,270   | 0,675   | 0,405   | 4,46              |
| ДкМТ         | 0,571                                     | 0,274   | 0,148   | 0,046   | 1,039             |
| НМТ          | 0,465                                     | 0,220   | 0,115   | 0,055   | 0,855             |

В связи с ростом сильной кислотности понижается температура для достижения определенной глубины превращения. По-видимому, этим объясняется и самая глубокая конверсия *o*- и *m*-ксилолов на НКлХ, сопровождающаяся диспропорционированием метильных групп.

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



ე. ბენაშვილი, ო. ბაიდოშვილი

გორდენიტირებაზე კლინოპტილოლიტ- და მორდენიტზემცველი ტუფების კატალიზური აქტივობა ორთო- და მეტა-ქსილოლების გარდაქმნის რეაქციაში

რეზიუმე

შესწავლილია ორთო- და მეტა-ქსილოლების იზომერიზების რეაქცია კლინოპტილოლიტ- და მორდენიტზემცველი ტუფების წყალბადურ-დეკათიონირებული ფორმების თანდასწრებით, რომლებიც მიღებულია შესაბამისი ამონიუმის ფორმებიდან. აღნიშნული ცეოლიტების მქაეათი მოდიფიცირებული ფორმებისაგან განსხვავებით 500—600°-ს პირობებში ქსილოლების იზომერიზების რეაქცია რთულდება მეთილის ჯგუფების ვადანაწილების თანამდე რეაქციით, რის გამოც სელექტიურობა ქსილოლების იზომერიზების მიმართ მცირდება.

PHYSICAL CHEMISTRY

E. M. BENASHVILI, O. S. BAIDOSHVILI

CATALYTIC ACTIVITY OF MODIFIED CLINOPTILOLITE- AND MORDENITE-CONTAINING TUFFS IN THE TRANSFORMATION REACTION OF ORTHO- AND METAXYLENES

Summary

A study has been made of isomerization reaction of ortho- and meta-xylenes in the presence of hydrogen-decationated forms of clinoptilolite- and mordenite-containing tuffs obtained from the corresponding ammonium forms. It is shown that, in contrast to the acid modified forms of the same zeolites, at 500-600°C xylene isomerization reaction is complicated by the side reaction of methyl group redistribution, which causes a decline in selectivity towards xylene isomerization.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. Papp, E. Miklosy, E. Gzaran. Acta Phys. et Chem., Szeged, 24, № 1, p. 2, 1979.
2. E. M. Бенашвили, О. С. Баидошвили. Сообщения АН ГССР, 101, № 2, 1981.
3. E. M. Бенашвили, О. С. Баидошвили. А. с. № 1037941. БИ, № 32, 1983.
4. E. M. Бенашвили, О. С. Баидошвили. Изв. АН ГССР, сер. хим., т. 9, № 1, 1983.



М. И. ГОЗАЛИШВИЛИ, З. Г. ДЗОЦЕНИДZE В. А. СОБОЛЕВ,  
Т. В. КОКОЧАШВИЛИ, Д. И. ПЕТВИАШВИЛИ

### О МЕХАНИЗМЕ ГЕТЕРОГЕННОЙ РЕКОМБИНАЦИИ НА ПОВЕРХНОСТИ АМОРФНОГО ОРТОФОСФАТА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. В. Цинцадзе 5.5.1986)

Основной предпосылкой при рассмотрении механизма гетерогенной гибели активных центров реакций горения (H, O, CH<sub>3</sub>) являются выведенные ранее [1], на основании данных о рекомбинации в кинетической области, интервалы значений эффективных коэффициентов гетерогенной гибели ( $\gamma^{\text{эфф}}$ ), которые составляют:

$$0,1 \leq \gamma_{\text{O,H}}^{\text{эфф}} \leq 0,5,$$
$$0,05 \leq \gamma_{\text{CH}_3}^{\text{эфф}} \leq 0,5. \quad (1)$$

По существу, условия (1) теоретически определяют требования к эффективным ингибиторам пламен метана и водорода. При этом важно разобраться в механизме тех стадий, которые вносят вклад в суммарный процесс гетерогенной гибели. Согласно [2—4], известны два механизма гибели активных центров на твердой поверхности:

механизм Ридила—Или, включающий адсорбцию атома или радикала (R') из газовой фазы на активный центр поверхности (П), за которой следует непосредственно акт рекомбинации



механизм Ленгмюра—Хиншельвуда, предполагающий рекомбинацию двух адсорбированных атомов (радикалов) путем поверхностной миграции



С такими представлениями согласуются данные квантово-химических расчетов, в результате которых подтверждено, что при химическом ингибировании пламен твердыми частицами снижение скорости реакций обусловлено непосредственным захватом активных центров твердой поверхностью (стадия 2), вероятность которого, согласно [5], может существенно превышать вероятность рекомбинации между газофазными и адсорбированными атомами. В то же время энергетически выгодные реакции цепного процесса горения водорода, в которых частицы пламени (O, H, H<sub>2</sub>, OH) из объемной фазы взаимодействуют с партнерами, адсорбированными на твердой поверхности, свидетельствуют о том, что наличие адсорбционно-активной поверхности ингиби-



торов позволило бы усилить вклад стадий 3 и 5 в общий механизм гетерогенной гибели.

На этом основании предполагается, что одним из путей повышения ингибирующей способности неорганических веществ является создание адсорбционно-активной поверхности частиц, не свойственной ионным кристаллам, но присущей высокодисперсным веществам с ковалентными связями. В этом случае увеличение эффективности возможно за счет адсорбции, а также поверхностного гидроксिलированной поверхности оксидов механизма поверхностной миграции протонов [6]. Такое предположение подтверждается работой [7], в которой установлена возможность прочной хемосорбции атомов Н на поверхности MgO при температуре горения.

Авторами настоящей статьи методами ЭПР и пределов воспламенения, описанными в [8], проведена оценка ингибирующей способности высокодисперсных оксидов с гидроксिलированной поверхностью, результаты чего рассмотрены в свете механизма гетерогенной гибели.

Моделью твердотельных ингибиторов с адсорбционно-активной поверхностью являются композиции на основе аморфных ортофосфатов металлов [9], обладающие величиной поверхности 270—300 м<sup>2</sup>/г, (по адсорбции метанола) и суммарным объемом пор 0,8—0,85 см<sup>3</sup>/г соответственно. Содержание солевых компонентов с ингибирующими свойствами составляет 20—40 масс. %.

Ингибирующая способность ортофосфатных композиций характеризуется довольно высокими значениями коэффициентов гетерогенной рекомбинации атомов кислорода ( $\gamma_0$ ). Например,  $\gamma_0$  на поверхности ортофосфата алюминия с включением 23 масс. % KCl составляет  $2,01 \times 10^{+2}$  (при 339 К). Смещение нижнего предела воспламенения ( $P_1$ ) в сторону более высоких значений, по сравнению с механической смесью менее активных компонентов, указывает на протекание рекомбинации в диффузионной области (рис. 1). Последнее предполагает

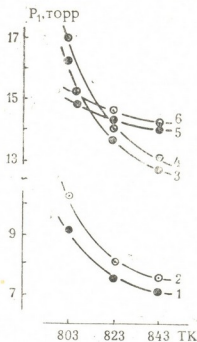


Рис. 1. Температурная зависимость нижних пределов воспламенения смесей  $2\text{CO} + \text{O}_2 + 1\% \text{H}_2$  (1, 3, 5) и  $2\text{H}_2 + \text{O}_2$  (2, 4, 6) в присутствии частиц ортофосфата меди с включением  $\text{K}_2\text{SO}_4$  (1, 2) и  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  (3, 4), а также смеси алюмосиликата с диаммонийфосфатом (5, 6)

наличие значительного количества активных центров рекомбинации на поверхности частиц. В свою очередь, это согласуется с представлениями



ми, высказанными на основании результатов квантово-химических исследований. В частности, структурные гидроксильные группы, обеспечивающие высокую реакционную способность поверхности частиц ортофосфатов (как показано в [9] на примере хемосорбции трихлорида фосфора и метилгидридихлорсилана), или иные адсорбционно-активные центры (напряженные связи, координационно-ненасыщенные атомы), образующиеся в результате термообработки, могут играть роль партнеров в реакциях рекомбинации, что повышает вклад стадий 3 и 5 в процессе гетерогенного обрыва реакций горения.

С практической точки зрения небезынтересно сопоставить ингибирующую способность (здесь — предельные концентрации  $W$  при подавлении горения метан-воздушных смесей) и значения  $\gamma_0$  ( $T \approx 300$  К) на поверхности частиц исследованных композиций:

| Состав композиции                                  | $\gamma_0 \times 10^3$ | $W$ , г/л |
|--|------------------------|-----------|
| Ортофосфат:  |                        |           |
| алюминия, с включением хлорида калия               | 2,00                   | 0,024     |
| меди, с включением сульфата аммония                | 0,35                   | 0,052     |
| алюминия, с включением сульфата и фосфатов аммония | 0,20                   | 0,095     |

Из приведенных данных очевидна определенная корреляция между  $W$  и  $\gamma_0$ , наличие которой для ряда солей показано и в [10]. Следует при этом учитывать возможные различия в характере участия указанных композиций в процессах ингибирования ввиду их различного химического состава. Тем не менее, можно полагать, что адсорбционная способность поверхности частиц является причиной повышения эффективности процесса гетерогенной рекомбинации, хотя более тонкие механизмы последней могут быть восстановлены лишь с позиций электронной теории взаимодействия на поверхности твердого тела. Следует отметить, что значения  $\gamma_0$  на поверхности индивидуальных солей и соответствующие величины  $P_1$  существенно ниже [1].

Таким образом, на примере аморфных ортофосфатов металлов с адсорбционно-активной поверхностью показана роль адсорбционных факторов в процессах гетерогенной гибели активных центров реакций горения в дополнение к присущему неорганическим солям ударному механизму ингибирования.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 30.5.1986)

ფიზიკური ქიმია

მ. გოჯალიშვილი, ზ. ძოჯანიძე, მ. სობოლემი, თ. კოკოჩავილი,  
დ. ფაბვიანი

ამორფული ორთოფოსფატის ფადაკირზე ჰეტეროგენული  
რეკომბინაციის მექანიზმის შესახებ

რეზიუმე

გამოკვლეულია აღსორბციულად აქტიური ზედაპირის მქონე მეტალთა ამორფული ორთოფოსფატების როლი წვის პროცესების მონაწილე აქტიური ცენტრების ჰეტეროგენულ რეკომბინაციაში. რეკომბინაციის ჩვეულებრივ „დარტყმით მექანიზმთან“ ერთად მოქმედებს აგრეთვე აღსორბციული ფაქტორებზე.

M. I. GOZALISHVILI, Z. G. DZOTSENIDZE, V. A. SOBOLEV,  
T. V. KOKOCHASHVILI, D. I. PETVIASHVILI

## THE MECHANISM OF HETEROGENEOUS RECOMBINATION ON THE SURFACE OF AMORPHOUS ORTHOPHOSPHATE

### Summary

The paper presents the role of amorphous orthophosphates of metals with adsorptive active surfaces in the process of heterogeneous recombination of active centres of combustion reactions.

It is shown that along with "percussion mechanism" recombination is also influenced by adsorption factors.

### ლიტერატურა — LITERATURA — REFERENCES

1. З. Г. Дзотсенидзе. Автореферат докт. дисс. Тбилиси, 1985.
2. G. Erlich. J. Chem. Phys., 31, № 4, 1959.
3. A. Gelb, S. K. Kim. J. Chem. Phys., 55, № 10, 1971.
4. О. В. Крылов, М. У. Кислюк, Б. Р. Шуб, А. А. Гезалов, Н. Д. Максимова, Ю. Н. Руфов. Кинетика и катализ, 13, вып. 3, 1972.
5. J. C. Greaves, J. W. Linnett. Trans. Faraday Soc., 54, p. 9, № 429, 1978.
6. С. И. Кольцов, В. Б. Алесковский. Журн. физ. химии, 42, 1968.
7. В. В. Азатян, Л. Б. Сорока, А. А. Шавард. Материалы II всесоюз. конф. «Нестационарные процессы в катализе», ч. I. Новосибирск, 1983.
8. Г. С. Безарашвили. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1982.
9. В. А. Соболев, Е. М. Багмет, В. М. Чертов, С. В. Шабанова. ЖПХ, № 872—85 деп. 30.01.85 г.
10. А. Н. Баратов, Л. П. Вогман. Огнетушащие порошковые составы. М., 1982.

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Г. В. ЦИЦИШВИЛИ (академик АН ГССР), Л. К. КВАНТАЛИАНИ,  
Д. С. ЧИПАШВИЛИ, З. В. МИКЕЛАШВИЛИ, М. Л. КАНТАРИЯ

ТЕРМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФИЛЛИПСИТА

Среди широко распространенных в земной коре природных цеолитов важное место занимает филлипсит, месторождение которого найдено и в нашей республике (Ахалцихе). Поэтому изучение указанного цеолита имеет определенное практическое значение.

Целью настоящей работы являлось исследование термических свойств природного филлипсита месторождения Ахалцихе (участок Цицубани) и повышение термостабильности указанного цеолита.

Термический анализ проводился на дериватографе марки ОД-102 (Венгрия). Данные термического анализа контролировались методами рентгенодифрактометрии и ИК-спектроскопии.

На кривой ДТА природного филлипсита отмечается несколько эндотермических эффектов при 140, 240 и 340°C (рис. 1). Сопоставле-

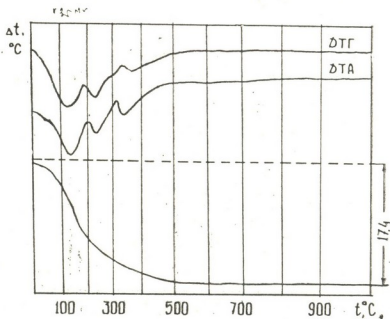


Рис. 1. Дериватограмма природного филлипсита

ние кривой ДТА с кривыми ТГ и ДТГ показывает, что эти эффекты обусловлены выделением воды из цеолита. Вода теряется в температурном интервале 50—380°C (скорость нагревания 10°/мин). Общая потеря воды, определенная термогравиметрически, составляет 17,4%. Существование на кривой ДТА филлипсита нескольких эндотермических эффектов указывает на то, что молекулы воды расположены на энергетически не равноценных участках в структуре цеолита [1].

Известно, что количественное определение способности к регидратации цеолитов дает право судить о стабильности решетки в таких случаях, когда разрушение цеолитной кристаллической структуры не фиксируется на кривой ДТА в виде характерного экзотермического эффекта [2].

Для оценки возможностей практического использования цеолитов необходимо изучение дегидратации-регидратации, так как важные для



практического применения свойства проявляются лишь в дегидратированных состояниях. В данной работе изучены процессы дегидратации-регидратации для филлипсита в широком температурном интервале.

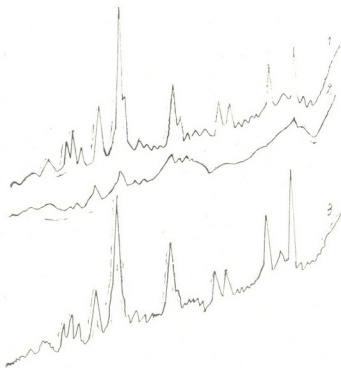


Рис. 2. Дифрактограммы филлипситов: 1 — природный; 2 — природный, прокаленный при 400°C на воздухе; 3 — аммонийная форма филлипсита, прокаленная при 500°C в среде водяного пара

Методика нашего исследования заключалась в прокаливании навесок филлипсита до определенных температур и определении в каждом отдельном случае предельной сорбции паров воды цеолитом. Образцы нагревались до температур 200, 250, 300, 400, 500, 600°C. Длительность прокаливания устанавливалась экспериментально. Оптимальная длительность прокаливания — нагревание в течение 2 часов. Дегидратированный при соответствующей температуре образец помещался в эксикатор ( $P/P_s = 0,4$  при 25°C) с целью регидратации, после чего вновь проводился полный термический анализ. Согласно полученным нами данным, полная дегидратация филлипсита заканчивается при 250°C (2 часа). Обработанный таким образом филлипсит регидратируется до исходного гидратационного состояния. При этом, как показывает рентгенодифрактометрический анализ, цеолитная структура филлипсита полностью сохраняется. Нагревание филлипсита выше 300°C ведет к уменьшению регидратационной способности, что говорит об определенных деформациях в структуре. По данным рентгенодифрактометрии, после нагревания при 400°C структура природного филлипсита в основном разрушается (рис. 2). Резко уменьшается и регидратационная способность (4, 3 из 17,4%).

Таким образом, по данным термического анализа, практическое использование природного филлипсита ограничено в таких процессах, в которых для регенерации цеолита требуется температура выше 250—300°C, что хорошо согласуется с литературными данными [1].

С целью повышения термостабильности исследуемого филлипсита разработанным нами способом [3] была получена соответствующая аммонийная форма цеолита, которая была подвергнута термической обработке в атмосфере водяного пара. При такой обработке на стабилизацию цеолита влияет температура прокаливания [4]. Нами опре-



делаясь оптимальная температура вышеуказанного процесса, для чего полученная аммонийная форма филлипсита прокаливалась при 200, 400, 500 и 600°C в течение 2 часов. После прокаливания образцы помещались в эксикатор (при  $P/P_s = 0,4$ ) и проверялась их регидратационная способность. Результаты измерений приведены в табл. 1. Параллельно снимались рентгенодифрактограммы и ИК-спектры указанных образцов (рис. 2 и 3).

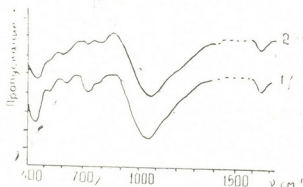


Рис. 3. ИК-спектры филлипситов: 1 — природный; 2 — аммонийная форма филлипсита, прокаленная при 500°C в среде водяного пара

По данным рентгенодифрактометрии и ИК-спектроскопии, аммонийные формы филлипсита, прокаленные при 300, 400 и 500°C, сохраняют кристаллическую структуру. Высока и регидратационная способность указанных образцов. Структура аммонийной формы филлипсита, прокаленной в атмосфере водяного пара при 600°C (2 часа), разрушается, резко падает и ее регидратационная способность. Исходя из приведенных результатов дальнейшие исследования проводились на образцах, прокаленных при 400 и 500°C ( $\text{NH}_4\text{F}_{400}$ , 21 и  $\text{NH}_4\text{F}_{500}$ , 24).

Таблица 1

Регидратационная способность модифицированных филлипситов, масс. %

| $\text{NH}_4\text{F}_{300}$ , 24 | $\text{NH}_4\text{F}_{400}$ , 24 | $\text{NH}_4\text{F}_{500}$ , 24 | $\text{NH}_4\text{F}_{600}$ , 24 |
|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 16,8                             | 16,5                             | 15,5                             | 7,8                              |

Таблица 2

Регидратационная способность модифицированных филлипситов после термической обработки на воздухе

| Образцы                          | Регидратационная способность после прокаливания до, °C, масс. % |      |     |
|----------------------------------|---|------|-----|
|                                  | 400   | 500  | 600 |
| $\text{NH}_4\text{F}_{400}$ , 24 | 13,9  | 11,7 | 5,5 |
| $\text{NH}_4\text{F}_{500}$ , 24 | 15,0  | 12,9 | 5,8 |

Изучалась термическая стабильность вышеуказанных образцов. С этой целью указанные образцы прокаливались при 400, 500 и 600°C в течение 2 часов на воздухе. После прокаливания изучалась регидратационная способность при  $P/P_s = 0,4$ . Результаты эксперимента приведены в табл. 2. После прокаливания аммонийных форм филлипсита при 400 и 500°C в основном сохраняется их регидратационная способность, что указывает о сохранности кристаллической структуры изученных образцов. При этом, как видно из табл. 2, образец  $\text{NH}_4\text{F}_{500}$ , 24



характеризуется лучшей регидратационной способностью  $\text{NH}_4\text{Phi}_{400^\circ\text{Zv}}$ . Понижение регидратационной способности исследованных образцов после прокаливания при  $600^\circ\text{C}$  указывает на деформацию кристаллической структуры.

Таким образом, после прокаливания аммонийной формы филлипсита при  $500^\circ\text{C}$  в течение 2 часов в среде водяного пара повышается ее термостабильность и обработанный вышеуказанным способом образец сохраняет кристаллическую структуру после прокаливания при  $500^\circ\text{C}$  как на воздухе, так и в среде водяного пара. Полученный результат может иметь практическое значение при использовании филлипсита в таких процессах, где цеолитные материалы подвергаются воздействию сравнительно высоких температур.

Академия наук Грузинской ССР

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

(Поступило 26.6.1986)

ფიზიკური ქიმია

ბ. ციციშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ლ. კვანტალიანი, დ. შიპაშვილი,  
ზ. მიკელაშვილი, მ. კანთარია

### ფილიპსიტის თერმული თვისებები

რეზიუმე

შესწავლილია ახალციხის საბადოს ბუნებრივი ფილიპსიტის თერმული თვისებები. თერმული ანალიზის, ინფრა-წითელი სპექტროსკოპიისა და რენტგენოსტრუქტურული ანალიზის მეთოდებით ნაჩვენებია, რომ ბუნებრივი ფილიპსიტის ამონიუმური ფორმის გარკვეულ პირობებში დამუშავებით შეიძლება გაიზარდოს აღნიშნული ცეოლიტის თერმული სტაბილობა.

PHYSICAL CHEMISTRY

G. V. TSITSISHVILI, L. K. KVANTALIANI, D. S. CHIPASHVILI,  
Z. V. MIKELASHVILI, M. L. KANTARIA

### THERMAL PROPERTIES OF PHILLIPSITE

Summary

Thermal properties of natural phillipsite from the Akhaltsikhe deposit have been studied. Thermal analysis, infrared spectroscopy and X-ray structure analysis showed that treatment of the ammonium form of natural phillipsite under certain conditions leads to an increased thermal stability of the zeolite mentioned.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. Брек. Цеолитовые молекулярные сита. М., 1976.
2. Т. В. Батიაшвили. Термографическое исследование цеолитов среднеэоценовых вулканогенных толщ Грузии. Тбилиси, 1972.
3. Г. В. Цицишвили, Л. К. Кванталиани, Н. Г. Гиголашвили, Д. С. Чипашвили, З. В. Микелашвили. Авт. свид. СССР № 988765. Булл. изобр., № 3, 1983.
4. Н. С. Козлов, И. И. Урбанович, М. Ф. Русак. Ультрастабильные цеолиты. Минск, 1979.

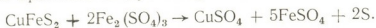
В. Н. ГАПРИНДАШВИЛИ, Л. Д. ГОГИЧАДЗЕ, Т. Б. ДЖАНИМАНОВ,  
Р. Д. ЧАГЕЛИШВИЛИ, М. Ш. ТАБАТАДЗЕ

### ВСКРЫТИЕ ХАЛЬКОПИРИТНОГО КОНЦЕНТРАТА СУЛЬФАТОМ ЖЕЛЕЗА (III)

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Н. Джапаридзе 1.4.1987)

Распространенные в природе так называемые «упорные руды», особенно те, которые содержат комплексные сульфиды меди и железа типа халькопирита, очень плохо поддаются непосредственному выщелачиванию и для гидрометаллургической переработки требуют предварительной пирометаллургической подготовки методом обжига [1].

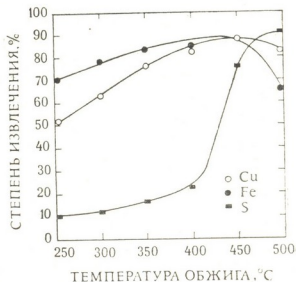
В настоящей работе предложено термическое вскрытие халькопиритного концентрата сульфатом железа (III) в инертной среде с последующим кислотным выщелачиванием огарка [2]. При вскрытии халькопирита протекает следующая реакция:



Возможность протекания указанной реакции была подтверждена термодинамическими расчетами [3], термогравиметрическими исследованиями [4] и рентгеноструктурным анализом.

Испытаниям подвергался халькопиритный концентрат следующего химического состава (в %): Cu—15,89; Fe—31,36;  $\text{S}_{\text{общ}}$ —35,20;  $\text{SiO}_2$ —12,69; Zn—0,45;  $\text{SO}_4^{2-}$ —2,44. Обжиг шихты проводился в горизонтальной трубчатой печи с подачей азота. Обожженная масса подвергалась выщелачиванию раствором серной кислоты.

Рис. 1. Влияние температуры обжига халькопиритного концентрата и сульфата железа (III) на степень извлечения меди, железа и элементарной серы. Условия выщелачивания: огарок—20 г, концентрация  $\text{C}_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 10\%$ , Ж:Т=10:1, продолжительность — 2 ч, температура — 100—106°



Максимальное вскрытие халькопирита достигается при обжиге шихты 450°; степень извлечения меди и железа составляет соответственно 87,9 и 85%. Повышение температуры выше 450° вызывает уменьшение перехода меди и железа в раствор, что должно быть связано с началом разложения их сульфатов. Извлечение серы резко повышается в интервале температур 400°-450° (рис. 1).



Степень извлечения меди, железа и элементарной серы увеличивается симбатно с продолжительностью обжига, и при 5-часовом обжиге переход меди в раствор составляет 97,8%, а железа — 87,9%.

С повышением соотношения  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3/\text{CuFeS}_2$  до стехиометрического значения заметно растет степень извлечения меди, железа и элементарной серы. Дальнейшее увеличение количества сульфата железа (III) в смеси незначительно влияет на степень извлечения ценных компонентов (табл. 1).

Таблица 1  
Влияние соотношения в шихте халькопиритного концентрата с сульфатом железа на степень извлечения меди, железа и элементарной серы

Навеска — 50 г, продолжительность обжига — 2 ч, температура — 450°, навеска выщелачивающего огарка — 20 г, концентрация  $\text{C}_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 10\%$ , Ж:Т = 10:1, продолжительность — 2 ч, температура — 100—106°

| Соотношение<br>$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3/\text{CuFeS}_2$ | Степень извлечения, % |      |      |
|--|-----------------------|------|------|
|  | Cu                    | Fe   | S    |
| 0,6  | 75,0                  | 74,5 | 70,3 |
| 0,8  | 81,1                  | 80,2 | 73,4 |
| 1,0  | 87,9                  | 85,0 | 76,1 |
| 1,2  | 90,1                  | 87,5 | 77,4 |
| 1,4  | 92,6                  | 90,6 | 78,6 |
| 1,6  | 93,5                  | 93,5 | 79,8 |

Следовательно, совместный обжиг халькопиритного концентрата и сульфата железа (III) в условиях: температура обжига — 450°, продолжительность — 2 ч; соотношение шихты  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3/\text{CuFeS}_2 = 1/1$ ; влажность — 10%, обеспечивает максимальное вскрытие халькопиритного концентрата.

С целью достижения высокой степени извлечения меди и железа в работе проведены исследования для подбора оптимальных условий выщелачивания обожженной массы следующего состава (в%): Cu — 5,9; Fe — 32,1; S — 21,2. Для оптимизации процесса были применены методы математического планирования эксперимента.

Реализован план типа:  $N = 2^{5-2}$ . Изучалось влияние пяти входных факторов на степень извлечения меди ( $Y_1$ ) и железа ( $Y_2$ ):  $\xi_1$  — температура выщелачивания;  $\xi_2$  — концентрация серной кислоты;  $\xi_3$  — соотношение Ж:Т;  $\xi_4$  — время выщелачивания;  $\xi_5$  — скорость вращения мешалки. Условия планирования и результаты опытов приведены в табл. 2 в плане  $X_4 = X_1 X_3$ ;  $X_5 = X_1 X_2 X_3$ .

Для проверки воспроизводимости процесса и определения ошибки опыта в нулевой точке факторного пространства были проведены две серии параллельных опытов по два эксперимента в каждой (эксперименты 1, 2, 3, 4; табл. 2). Проверка с помощью критерия Кохрана показала, что процесс воспроизводим  $G_{\text{Cu}} = 0,79 < G_{\text{табл.}}$ . Среднеквадратичная ошибка эксперимента  $S^2_{\text{Cu}} = 2,3$ .

После реализации матрицы были вычислены коэффициенты регрессии. Регрессионное уравнение имеет следующий вид:

$$Y_{\text{Cu}} = 62 + 13 X_1 + 1,5 X_2 + 3,5 X_3 + 5,9 X_4 - 1,2 X_5.$$

Регрессионное уравнение показывает, что в исследованной области на эффективность степени извлечения меди благоприятные влияния оказывают увеличение первых четырех факторов. Для выяснения





Таблица 2

Матрица планирования и результаты экспериментов для оптимизации процесса выщелачивания огарка

| Уровень факторов                  | Факторы                       |         |         |         |         |            |       |       |
|-----------------------------------|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|------------|-------|-------|
|                                   | $\xi_1$                       | $\xi_2$ | $\xi_3$ | $\xi_4$ | $\xi_5$ |            |       |       |
| Условия планирования эксперимента |                               |         |         |         |         |            |       |       |
| Основной уровень                  | 60                            | 10      | 10      | 2       | 400     |            |       |       |
| Интервал варьирования             | 40                            | 5       | 5       | 1,5     | 200     |            |       |       |
| Верхний уровень                   | 100                           | 15      | 15      | 3,5     | 600     |            |       |       |
| Нижний уровень                    | 20                            | 5       | 5       | 0,5     | 200     |            |       |       |
| План и результаты экспериментов   |                               |         |         |         |         |            |       |       |
| № опыта                           | Кодированный уровень факторов |         |         |         |         | $Y_{расч}$ | $Y_1$ | $Y_2$ |
|                                   | $X_1$                         | $X_2$   | $X_3$   | $X_4$   | $X_5$   |            |       |       |
| 1                                 | 60                            | 10      | 10      | 2       | 400     |            | 68,5  | 82,7  |
| 2                                 | 60                            | 10      | 10      | 2       | 400     |            | 71,2  | 84,4  |
| 3                                 | 60                            | 10      | 10      | 2       | 400     |            | 68,9  | 85,3  |
| 4                                 | 60                            | 10      | 10      | 2       | 400     |            | 70,3  | 83,9  |
| 5                                 | +                             | +       | +       | +       | +       |            | 85,1  | 98,6  |
| 6                                 | -                             | +       | +       | -       | -       |            | 47,3  | 50,3  |
| 7                                 | +                             | -       | +       | +       | -       |            | 83,8  | 80,3  |
| 8                                 | -                             | -       | +       | -       | +       |            | 45,9  | 42,2  |
| 9                                 | +                             | +       | -       | -       | -       |            | 70,3  | 76,2  |
| 10                                | -                             | +       | -       | +       | +       |            | 51,4  | 64,0  |
| 11                                | +                             | -       | -       | -       | +       |            | 60,8  | 44,9  |
| 12                                | -                             | -       | -       | +       | -       |            | 51,4  | 44,9  |

Результаты движения вдоль линии крутового восхождения

|  |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Коэффициенты регрессии   |      |      |      |      |      |      |      |      |
| $b_i$  | 13   | 1,5  | 3,5  | 5,9  | 1,2  |      |      |      |
| $b_i \lambda_i$  | 520  | 7,5  | 17,5 | 8,85 | 360  |      |      |      |
| Изменение отклика ( $\lambda_i'$ ) на единичное изменение $\xi_2$ на 2 |      |      |      |      |      |      |      |      |
| $\lambda_i' = \Delta b_i \lambda_i$                                    | 67,6 | 0,97 | 2,27 | 1,15 | 46,8 |      |      |      |
| Округление   | 70   | 1    | 2    | 1    | 50   |      |      |      |
| Новый основной уровень   | 100  | 15   | 15   | 3,5  | 600  |      | 85,1 | 98,6 |
| № опыта 13   | 100  | 16   | 17   | 4,5  | 600  | 79,4 | 80,1 | 98,0 |
| — — 14   | 100  | 17   | 19   | 5,5  | 600  | 96,8 | 97,1 | 99,1 |

значимости регрессионных коэффициентов была вычислена  $t \cdot S_b = 0,47$ . Все регрессионные коэффициенты больше, чем  $t_{s_b}$ , что указывает на значимость этих коэффициентов. Наибольшее влияние оказывают температура, время выщелачивания и соотношение Ж:Т. Наименьшее влияние оказывают концентрация серной кислоты и скорость вращения мешалки.

Полученное уравнение регрессии было проверено на адекватность с помощью критерия Фишера.  $F_{выч} = 5,4$ ,  $F_{табл} = 19,2$ , что указывает на адекватность процесса.

Реализация дробного факторного эксперимента позволила найти математическое описание процесса выщелачивания огарка смеси халькопиритного концентрата и сульфата железа (III), определить





количественное влияние каждого из исследованных факторов на степень извлечения меди и железа. Получив полное математическое описание процесса, можно максимизировать степень выщелачивания меди за счет увеличения времени выщелачивания, концентрация серной кислоты, соотношения Ж:Т, температуры выщелачивания и замедления скорости вращения мешалки. Оптимизация была проведена при постоянстве последних двух факторов.

В табл. 2 приводятся результаты максимизации степени выщелачивания меди. За исходную точку круглого восхождения была принята точка факторного пространства, которому соответствует:  $\xi_1$ —100%;  $\xi_2$ —15%;  $\xi_3$ —15:1;  $\xi_4$ —3,5 часа;  $\xi_5$ —600 об/мин. В этой точке степень выщелачивания меди составляет 85,1%.

Результаты эксперимента и теоретически рассчитанные величины степени выщелачивания меди совпадают. В оптимуме степень выщелачивания меди составляет 97,1%, а железа — 99,1%.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт неорганической химии  
и электрохимии

(Поступило 2.4.1987)

ქიმიური ტექნოლოგია

3. ზაპრინდაშვილი, ლ. გოგიჩაძე, თ. ჯანიმანოვი, რ. ჩაგელიშვილი,  
ა. ტაბატაძე

ქალკოპირიტის კონცენტრატის რკინის სულფატით (III) დავლა

რეზიუმე

ქალკოპირიტის კონცენტრატისა და რკინის სულფატის ნარევი გამოვწვით ინერტულ არეში (ტემპერატურა — 450°; დრო — 2 სთ; შეფარდება  $Fe_2(SO_4)_3 / CuFeS_2 = 1/1$ ) და ნაშვვი გამოვტუტეთ 15%  $H_2SO_4$ -ით (ტემპერატურა — 100—106°; დრო — 5,5 სთ., Ж:Т=1:20). სპილენძის ამოღების ხარისხია 96—98%, რკინისა — 97—99%, გოგირდისა — 76—80%.

CHEMICAL TECHNOLOGY

V. N. GAPRINDASHVILI, L. D. GOGICHADZE, T. B. JANIMANOV,  
R. D. CHAGELISHVILI, M. Sh. TABATADZE

### CHALCOPYRITE CONCENTRATE BREAK-DOWN BY IRON (III) SULPHATE

Summary

Chalcopyrite concentrate and iron (III) sulphate mixture was roasted in the inert atmosphere ( $t=450^\circ$ , duration—2 h, relationship  $Fe_2(SO_4)_3 / CuFeS_2=1/1$ ). The cinder was leached by 15% sulphuric acid solution ( $t=100-160^\circ$ , duration=5, 5 h, L:S=1:20). The extraction degree of copper constitutes 96—98%, iron—97-99%, sulphur—76-80%.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. В. Осина, Ю. С. Пресс. Цветные металлы, № 3, 1978, 25.
2. В. Н. Гаприндашвили, Т. Б. Джаниманов и др. Авт. свид. № 1301858, 1987.
3. В. Н. Гаприндашвили, Т. Б. Джаниманов. Сообщения АН ГССР, 125, № 3, 1987, 561—564.
4. В. Н. Гаприндашвили, Т. Б. Джаниманов, Л. Д. Гогичадзе, Р. Д. Чагелишвили. Сообщения АН ГССР, 127, № 2, 1987, 285—288.



УДК 666.112.5:658.567

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

А. И. ДАЛАКИШВИЛИ

ОБ ОБРАЗОВАНИИ СФЕРОЛИТОВ В СИЛИКАТНОМ СТЕКЛЕ

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 26.4.1986)

Из литературы известно о морфологии, услови образования и механизме роста сферолитов в силикатных стеклах [1]. В процессе выпадения сферолитов решающее значение имеет предкристаллизационный тепловой режим стекломассы [2, 3].

Для образования ядра кристалла необходимо присутствие восьми или более молекул, находящихся близко друг к другу и имеющих одинаковую ориентацию и скорость [3]. Величина такого зародыша близка к 20 А. Это значит, что на ребре кристалла укладывается приблизительно 10 атомов, а число атомов, входящих в состав зародыша первичного кристаллика, не превышает нескольких сотен [1, 4, 5].

После превращения предзародышевых групп в устойчивые ядра кристаллизации наступает процесс их роста. Необходимые для роста атомы диффундируют из расплава к стенкам ядра, отрываясь от своих соседей, и вступают в новые связи с кристаллами в тех точках, которые указывает им структура [6].

Исследуемое стекло нами было сварено с использованием лавового агломерата месторождения Окаму Ахалцихского района Грузинской ССР, который имеет следующий химический состав (масс. %): SiO<sub>2</sub> 53,08; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 18,9; F<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 9,46; CaO 7,62; MgO 4,65; R<sub>2</sub>O 5,09; SO<sub>3</sub> 0,15; п.п.п 0,25.

Лавовый агломерат — это силикатный сырьевой материал, впервые используемый нами в практике стекловарения. Он является продуктом вулканического извержения. Порода пористая, петрографический состав породы базальтовый и андезито-базальтовый. Основную массу породы составляет вулканическое стекло с вкрапленниками мелких призм плагиоклаза (в основном андезина и андезин-лабрадора) и единичных зерен оливина, местами с окислами железа.

Стекло было сварено в опечке Боржомского стекольного завода в двухлитровых шамотных горшках. Печь обогревалась мазутом. Шихта загружалась в горшок после достижения температуры 800—850°С.

| Оксиды                         | Сферолиты | Промежуточное стекло |
|--------------------------------|-----------|----------------------|
| SiO <sub>2</sub>               | 76,50     | 77,34                |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 3,40      | 3,51                 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 1,70      | 1,38                 |
| CaO                            | 6,72      | 6,81                 |
| MgO                            | 1,45      | 0,58                 |
| SO <sub>3</sub>                | 0,19      | 0,01                 |
| R <sub>2</sub> O               | 10,04     | 10,03                |
| Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub> | —         | 0,30                 |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | —         | 0,04                 |

После завершения варки стекла при заданной температуре  $1450 \pm 10^\circ\text{C}$  печь выключалась и стекло остывало вместе с печью. На стекле появилась корка голубоватого оттенка толщиной 3—4 мм. Во всем объеме стекломассы образовались такого же цвета равномерно распределенные сферолиты диаметром 2—2,5 мм. Промежутки между сферолитами были заполнены светло-зеленым стеклом.

В таблице приведен химический состав сферолитов и промежуточного стекла.

Как видно из данных таблицы, сферолиты по химическому составу мало отличаются от стекла. В изломе они имеют фарфоровую структуру, в центре которой расположена звездочкообразная раковина.

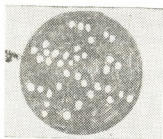


Рис. 1. Примерная схема распределения сферолитов в стекломассе

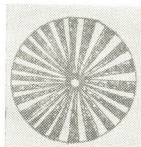


Рис. 2. Примерная схема строения сферолита в разрезе по центру

На рис. 1 приведен разрез образца с примерным распределением сферолитов в стекломассе (черное — промежуточное стекло).

По утверждению проф. Д. С. Белянкина, сферолиты, кроме кристаллов, содержат в себе «и остаточное стекло, не переработанное в кристаллические структуры».

На рис. 2 представлена примерная схема строения сферолита. Заштрихованная площадь соответствует кристаллической фазе, незаштрихованная — стекловидной. Микроскопический осмотр сферолитов в изломе показал взаимное прорастание кристаллической фазы со стекловидной, эти фазы неразделимы, что и придает сферолитам фарфоровидную структуру.

Рентгенографически установлено, что образованные в стекле сферолиты состоят в основном из девитрита  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$ . В центре сферолитов обнаружены следы кристобалита и воластонита.

Образование в данном случае сферолитов, по-видимому, связано с тем, что включения, содержащиеся в лавовом агломерате, не успевают расплавиться в высоковязкой стекломассе и выполняют роль дендритов. С целью избежания указанного явления шихта была подкорректирована перлитом Параванского месторождения, выполняющим роль плавя.

Закавказский региональный  
 научно-исследовательский институт  
 Госкэмгидромета СССР

(Поступило 30.5.1986)

ქიმიური ტექნოლოგია

ა. დალაკიშვილი

სილიკატურ მინაში სფეროლიტის წარმოქმნის შესახებ

რეზიუმე

აღწერილია კრისტალური წარმონაქმნების — სფეროლიტების 2,5—3 მმ გამყოფის პირობები. სფეროლიტებს აქვთ ცისფერი შეფერილობა: რენტგენ-



ნოსტრუქტურულად დადგენილია, რომ ისინი შედგებიან ძირითადად დევიტრიტისაგან, რომლის ცენტრში წარმოქმნილია კრისტობალიტის და ვოლასტონიტის ჩანასახები.

სფეროლიტების წარმოქმნა განპირობებულია იმით, რომ ჩანართები არსებულ ლავურ აგლომერატში ვერ ასწრებენ გაღობას მაღალი სიბლანტის მქონე მინის ლლობილში და ასრულებენ დენდრიტების როლს.

CHEMICAL TECHNOLOGY

A. I. DALAKISHVILI

ON THE FORMATION OF SPHERULITES IN SODA-LIME GLASS

Summary

Conditions of spherulite crystal fallout are described, the diameter of spherulites being 2.5—3 mm. The crystals under consideration are bluish in colour and have a porcelain structure. X-ray analysis shows that they consist mainly of devitrite, in the center of which traces of cristobalite and volastonite have been revealed.

Formation of spherulites results from the fact that inclusions contained in the lave sinter have no time to melt in highly viscous mass, and act as dendrites.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Г. Деген, Н. А. Торопов. Труды IV Всесоюзного совещания по стеклообразному состоянию. М.—Л., 1965.
2. З. Н. Шалимо, Н. Н. Ермоленко. Неорг. матер., т. 5, № 9, 1969.
3. В. Н. Филипович, А. М. Калинина. Неорг. матер., т. 7, № 10, 1971.
4. П. Д. Данков. Природа, № 12, 1933.
5. А. Н. Бетехтин. Минералогия. М., 1950.



ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

П. Н. ДЖАПАРИДZE, Б. Г. МАИСУРАДZE, Н. В. ГАМКРЕЛИДZE,  
Н. В. КЕЛБАКИАНИ, Е. В. ОРЛИК, М. Г. КАПАНАДZE

НАГРЕВ УГЛЯ В ПЕРВОЙ СТУПЕНИ НЕПРЕРЫВНОГО  
КОКСОВАНИЯ ТВЕРДЫМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ  
С ПОСЛЕДУЮЩИМ ШИХТОВАНИЕМ ЕГО С СУЛЬФИТНОЙ  
БАРДОЙ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 3.6.1986)

Важным решением разработки новой технологии производства кокса из газовых и слабоспекающихся углей явилось использование для их нагрева в первой ступени непрерывного коксования твердого теплоносителя — собственного формованного кокса, еще не подвергнутого тушению. Таким путем достигались значительная экономия тепла и рационализация технологического процесса [1, 2].

Особенность данной технологии — противоточное продвижение во вращающемся барабане-теплообменнике горячих коксовых формовок и угля. Перемешивание и разделение компонентов достигаются закрепленными на внутренней поверхности барабана лопастями. Нагретый уголь выступает с одного конца барабана-теплообменника, а кокс, подвягиваясь в барабане сухому тушению, — с другого его конца.

Степень нагрева угля в таком процессе зависит от исходной температуры раскаленных формовок (теплоносителя), начальной температуры высушенного угля и скорости взаимного смешивания угля и теплоносителя в барабане. Нагрев угля в барабане-теплообменнике до температуры пластического состояния технологически неосуществим: размягченный уголь связывается с теплоносителем, залипает на его поверхности и нарушает процесс нормального разделения компонентов. В связи с этим приходится корректировать условия нагрева угля в барабане путем подбора соответствующих температурных условий, а именно, установления конечной температуры угля не более 350°C. Эта температура недостаточна для брикетирования образовавшейся массы. Она должна быть догрета до 400—410°C. Для этого в соответствии с одним из вариантов технологии был принят дополнительный нагрев угля газовым теплоносителем [2]. Уголь поступал в специальный приемник, а затем пневматическим путем направлялся в вертикальную трубу посредством нагретого до 600°C газового теплоносителя. Расчеты показали, что для нагрева 1 кг угля, имеющего температуру 350°C, требуется 3,5—4 нм<sup>3</sup> газа.

Если на 1 кг угля для догрева используется 1,46 нм<sup>3</sup> газа, его физическое тепло (при калорийности газа 6050 дж/нм<sup>3</sup>) составляет  $(1,46 \cdot 0,35 \cdot 270) = 586$  кдж. Это количество физического тепла соответствует 270°C при выходе из генератора. Для нагрева угля используется газ при наличии у него температуры 540°C. В таком случае его физическое тепло составляет 1171 кдж.

Для нагрева 1 кг угля с 350 до 410°C необходимо количество тепла  $(410 - 350) \cdot 0,35 = 117$  кдж. Такое же количество тепла должно быть сообщено 1 кг угля газом. Остаточное количество физического тепла составит  $1171 - 117 = 1054$  кдж.

Для обеспечения сбалансированной подачи тепла на нагрев угля уголь догревается химическим теплом газа в размере 117 кдж. Такой





способ догрева угля до температуры его пластического крайне нерационален, так как приходится иметь дело с энергетически издержками на циркуляцию большого количества газа, составляющего 3 м<sup>3</sup> на 1 кг угля. Унос угольной пыли в коммуникации также требует специальной чистки и создает определенные трудности. Кроме того, наличие циклонов для разделения угля и газа и их обслуживание, а также необходимость установки машины, формирующей уголь, на высокую отметку (более 10 м) и вообще загромождение производства обременяющими коммуникациями делает его недостаточно эффективным в техно-экономическом отношении.

Если бы можно было осуществить сгорание весьма небольшого количества угля в самом барабанном теплообменнике атомарным синглетным (активным) кислородом, задача догрева угля на выходе из теплообменника была бы решена, но разработка соответствующих методов для осуществления экзотермии оказалась затруднительной и дорогой. Что касается частичного дожигания на выходе нагретого до 350°C угля обычным кислородом, то соответствующее сгорание угля начинается не раньше, чем его температура достигнет 400°C. Именно переходу угля в пластическое состояние соответствует его возбуждение до интенсивного вступления в реакцию с кислородом. По этой причине использование обычного кислорода для догрева угля с 350 до 400°C оказывается недостижимым.

Проведенные в последующем исследования привели к выводу, что необходимая экзотермия для дополнительного нагрева угля на выходе его из теплообменника может быть достигнута с помощью реакций взаимодействия негашеной извести и углекислого газа:



Характеристика коксовых брикетов, полученных на основе сульфитной барды и извести

(конечная температура брикетирования 350 С, давление прессования 40 кг/см<sup>2</sup>, конечная температура коксования 850 С)

| Исследуемый материал  | Технический анализ, % |                |                |                  | Пористость, % | Индекс прочности по ИГИ, кг/дм <sup>2</sup> |
|---|-----------------------|----------------|----------------|------------------|---------------|---|
|   | W <sub>a</sub>        | A <sub>c</sub> | V <sub>r</sub> | S <sub>общ</sub> |               |   |
| Коксбрикеты на основе сульфитной барды (6%), полученные под давлением собственных летучих веществ   | 2,20                  | 17,3           | 2,05           | 0,98             | 43,08         | 7,84  |
| Те же без давления  | 2,60                  | 17,2           | 1,92           | 0,90             | 44,80         | 6,63  |
| Коксбрикеты на основе извести (7% CaO), полученные под давлением собственных летучих веществ (P <sub>бр</sub> = =200 кг/см <sup>2</sup> ) | 0,58                  | 23,7           | 1,80           | 0,82             | 36,40         | 7,20  |
| Те же без давления  | 0,55                  | 23,9           | 1,65           | 0,62             | 36,80         | 6,70  |
| Металлургический кокс РМЗ   | 1,70                  | 18,04          | 0,71           | 0,82             | 49,20         | 7,90  |

Техническое и технологическое осуществление этой реакции оказалось, однако, не вполне достижимым. К тому же, ввод в коксовую массу CaCO<sub>3</sub> на известной стадии доменного процесса приводит к эндотермии, связанной с увеличением расхода кокса и, вообще, с ухудшением условий плавки металла [3].

С целью устранения необходимости брикетирования угля в пластическом состоянии уголь нагревался под давлением собственных летучих веществ и брикетировался при температуре предпластического состояния (350—390°C) [4].





Интересным решением, позволяющим получать термостойкие брикеты из нагретого до 350°C угля на выходе из барабана-теплообменника, является также смешивание его с сульфитной бардой, нагретой до 100—150°C и брикетирование под давлением 20—50 кг/см<sup>2</sup>. Содержание в шихте сухой сульфитной барды может составлять 5—8%. Полученные при этом формовки достаточно прочны и терпят перегрузки для поступления их в прокалочную печь. При коксовании этих формовок как под давлением собственных летучих веществ, так и без давления можно получить металлургический кокс и кокс для ферросплавных печей. Таким образом достигается переработка на металлургический кокс газовых и слабоспекающихся углей типа ткибульских.

В нижеприведенной таблице даны показатели прочности кокса, полученного на основе сульфитной барды и извести как под давлением собственных летучих веществ, так и без давления.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт неорганической химии  
и электрохимии

(Поступило 12.6.1986)

ქიმიური ტექნოლოგია

ა. ჯაპარიძე, ბ. მაისურაძე, ნ. გამკრელიძე, ნ. კელბაქიანი, ე. ორლიკი,  
მ. კაპანაძე

მყარი თბომატარებლით ნახშირის გახურება უწყვეტი დაკოქსვის პირველ საფეხურზე და მისი შემდგომი გახვევა სულფიტური თუთიით

### რეზიუმე

უწყვეტი დაკოქსვის პროცესში აირადი თბომატარებლის ფიზიკური სითბოს გამოყენებით პნევმოილებსა და ციკლონებში ნახშირის დამატებითი გახურების არსებული მეთოდები ტექნიკურ-ეკონომიკური თვალსაზრისით საკმაოდ არაეფექტურია.

სტატიაში განხილულია საკითხის გაუმჯობესებელი გადაწყვეტა, რომელიც მდგომარეობს 350°C-მდე გახურებული ნახშირის დაბრიკეტებაში სულფიტური თუთიის დამატებით, რაც საშუალებას იძლევა ამ გზით მიღებული თერმობრიკეტებისაგან მივიღოთ დაყალიბებული მეტალურგიული კოქსი.

CHEMICAL TECHNOLOGY

P. N. JAPARIDZE, B. G. MAISURADZE, N. V. GAMKRELIDZE, N. V. KELBAKIANI,  
E. V. ORLIK, M. G. KAPANADZE

## COAL HEATING AT THE FIRST STEP OF UNINTERRUPTED CARBONIZATION BY HEAT-TRANSFER AGENT FOLLOWED BY BLENDING WITH SULPHITE MALT-RESIDUE

### Summary

The available methods of coal heating at the first step of uninterrupted carbonization by means of hard heat-transfer agent (formcoke), with additional coal heating by means of gas heat-transfer agent in pneumatic tubes and cyclones are not considered sufficiently effective neither in technical nor in economic aspects. The paper considers a more reasonable solution. At 350°C the heated coal is briquetted by blending with sulphite malt-residue, which makes it possible to obtain moulded metallurgical coke from thermo-briquettes.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Авт. свид. № 255904, 22.03.69 г. Бюлл. № 30, 1978.
2. Авт. свид. № 373290. 21.12.1972 г. Бюлл. № 14, 1973.
3. Е. Ф. Вегман, Б. Н. Жеребин, А. Н. Пыхвиснев, Ю. С. Юсфин. Металлургия чугуна. М., 1978, 285.
4. П. Н. Джапаридзе, Н. Ш. Джиджейшвили, В. И. Адэс, Н. В. Гамкредидзе. Сообщения АН ГССР. 72, № 2, 1973, 383—385.

З. К. ТИНТИЛОЗОВ, В. Д. РЕЗВАН, В. Н. ДУБЛЯНСКИЙ,  
А. Б. КЛИМЧУК

## СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БЗЫБСКОГО МАССИВА

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Ш. Джаошвили 27.2.1987)

Бзыбский карстовый массив входит в состав Горно-Колхидской спелеологической области Большого Кавказа<sup>1</sup>. Его слагают нижне-меловые (валанжин-барремские) и верхнеюрские (лузитан-титонские) известняки мощностью до 2000 м, которые залегают на вулканогенной толще байоса (нижний водоупорный горизонт), вскрытой в долинах Бзыби и Аапсты, а на южной периферии перекрываются некарстовыми отложениями альб-сеномана и палеогена (средний и верхний водоупорные горизонты). Тектонический план массива довольно прост: северная его часть представляет собой асимметричную синклиналичную структуру, отделенная от нее Чипширским сбросом, — моно-клиналь [1]. На юге массива располагается крупнейший источник Кавказа Мчишта (средний расход 9,5 м<sup>3</sup>/с, максимальный — 197 м<sup>3</sup>/с.). Он дренирует значительную часть массива, причем величину его топографического водосбора разные исследователи оценивают в 22,4 [2, 3] — 37,7 км<sup>2</sup> [4]. Реальные гидрогеологические связи карстовых источников массива с конкретными питающими водосборами до последнего времени не исследовались.

В 1970—1980 гг. на Бзыбском массиве были начаты активные спелеологические исследования. Спелеологи и спелеотуристы Томска, Красноярска, Москвы, Тбилиси, Симферополя и ряда других городов страны обнаружили и исследовали свыше 400 карстовых полостей. Часть из них тяготеет к бассейну Бзыби (рис. 1, № 1—3), часть располагается в области питания источника Мчишта (№ 4—12). Ни в одной из этих полостей значительные водотоки пока не обнаружены. В восточной части массива крупных полостей значительно меньше (рис. 1, № 13—16).

Особое место среди карстовых полостей Бзыбского массива занимает Снежная—Меженного. Это самая глубокая в СССР (и вторая в мире) пещерная система, имеющая значительную протяженность (19 км), колоссальные объемы (1,7 млн. м<sup>3</sup>), мощный подземный водоток (расход в межень 0,5 м<sup>3</sup>/с, в паводок до 25 м<sup>3</sup>/), богатый набор различных пещерных отложений [5, 6 и др.].

До последнего времени место разгрузки подземного водотока Снежной экспериментом не было установлено, хотя, основываясь на общих геолого-геоморфологических и гидроспелеологических особенностях Бзыбского массива, один из авторов данной работы, предполагал, что Снежная и Мчишта являются частями единой — Мчиштинской гидрогеологической системы ([7], стр. 24, 25). Новейшие индикаторные опыты убедительно подтвердили такое представление. Так, в июле 1973 г. спелеоэкспедиция Москвы, Свердловска и Томска запустила в водоток Снежной 3 кг флюоресцеина, но ни во дном из пяти пунктов наблюдений на р. Дзбажа краситель зафиксирован не был.

<sup>1</sup> Общая площадь этого массива 550 км<sup>2</sup>, высшая точка г. Дзышра 2623 м.



В июле 1974 г. Всесоюзная спелеоэкспедиция и спелеоотряд Института минеральных ресурсов запустили в шахте Снежная 18 кг флюоресценци. Эксперименту помешал паводок. Ловушки на рр. Хипста, Дохварта и Дзбажа были сорваны, а в одной ловушке на р. Аапста обнаружены следы красителя. Результаты опыта рассматриваются как предварительные [3]. В 1980—1981 гг. московскими спелеотуристами и отрядом Симферопольского госуниверситета в аллювии и в левом борту долины р. Хипста были обнаружены мощные выходы воды (рис. 1). Это послужило основанием для третьего индикаторного опыта. При этом учитывалась возможность выхода красителя как в долинах Хипсты и Аапсты [3], так и в источнике Мчишта [7, 8]. В постановке

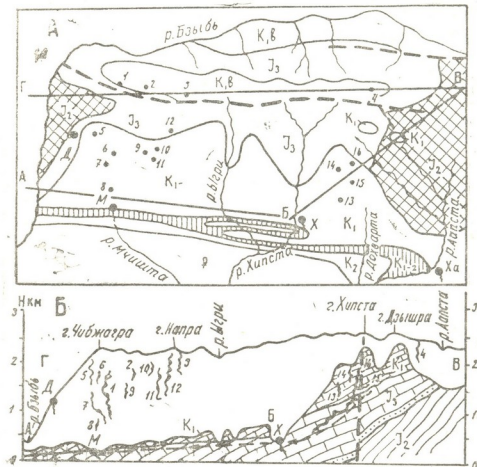


Рис. 1. План (А) и разрезы по линиям А—Б—В и Г—В (Б) Бзыбского массива. Карстовые полости: 1—В. Пантохина, 2—Багьянская, 3—Графский провал, 4—Алексинского, 5—Ноктюри, 6—Весенняя, 7—Пионерская, 8—Белорусская, 9—Изабелла, 10—Студенческая, 11—Форельная, 12—Напра, 13—Каньон, 14—Суvenir, 15—Снежная-Меженного, 16—Вулкан. Основные источники: Д—Джирхва; М—Мчишта; Х—Хипста; Ха—Хабио. Пунктиром показаны направления движения красителя

эксперимента участвовали сотрудники Института географии им. Вахушти (З. К. Тинтилозов), Адлерской комплексной лаборатории ПНИИС Госстроя СССР (В. Д. Резван), Симферопольского госуниверситета (В. Н. Дублянский), Института геологических наук АН УССР (А. Б. Климчук). Осуществили его спелеотуристы Ленинграда и Усть-Каменогорска под руководством В. Д. Резвана. Ловушки были установлены на источниках р. Хипста (2 пункта наблюдений), в бассейне р. Аапста (2 пункта наблюдений на реке, 1 — в пещере — источнике Хабио) и на источнике Мчишта. На Мчиште съем ловушек осуществлялся ежедневно (с 10.8.1986 по 10.9.1986 г.), а в остальных пунктах — однократно (через 2—15 дней). Обработка ловушек произ-



водилась в лаборатории ОП ИГН АН УССР на флюориметре ЛФМ-72.

Особенностью проведения индикаторного опыта 1986 г. явилась глубокая межень. Расход Мчишты уменьшился до  $1,5 \text{ м}^3/\text{с}$ , источник на р. Хипста стал работать как поглотитель (оказался эставеллой), а выходы воды в борту долины сместились ниже по течению. Исходя из сложившейся ситуации опыт был проведен в двух модификациях: 12.8.1986 г.  $0,5 \text{ кг}$  роданина были запущены в попор на р. Хипста, а 20.8.1986 г.  $8 \text{ кг}$  уранина — в поток шахты Снежная на глубине  $700 \text{ м}$  от поверхности. Методика запуска была обычной [9].

Родамин зафиксирован в ловушках на источнике Мчишта трижды:  $18,8$  ( $25 \text{ мг}/\text{м}^3$ ),  $22,8$  ( $45 \text{ мг}/\text{м}^3$ ) и  $26,8$  ( $35 \text{ мг}/\text{м}^3$ ). Уранин обнаружен в источнике на р. Хипста  $25$  и  $26,8$  (визуально) и  $25,8$  (ловушкой,  $25 \text{ мг}/\text{м}^3$ ), а также в источнике Мчишта  $29,8$ — $1,9$  ( $140$ ,  $300$  и  $35 \text{ мг}/\text{м}^3$ ) и  $6,9$  ( $75 \text{ мг}/\text{м}^3$ ). В остальных пунктах наблюдений краситель не зафиксирован. Результаты экспериментов сведены в таблицу.

Результаты проведения индикаторного опыта на Бзыбском массиве

| Место запуска красителя             | Абсолютная отметка, м | Расстояние между пунктами запуска и фиксации, км |                               | Время прохождения красителя, сутки |          | Средняя скорость движения воды, км/сутки |              |
|-------------------------------------|-----------------------|--|-------------------------------|------------------------------------|----------|--|--------------|
|                                     |                       | по прямой  | с коэффициентом извилистости* | Родамин                            | Уранин   | Родамин                                  | Уранин       |
| Шахта Снежная                       | 1250                  | —  | —                             | —                                  | —        | —  | —            |
| Поглотитель и источник на р. Хипста | 320                   | 5,6  | 10,0                          | 5<br>6                             | 5<br>6   | —  | 2,0<br>1,7   |
| Источник                            |                       |  |                               | 5                                  | 9        | 3,0                                      | 3,1          |
| Мчишта                              | 70                    | 14,0   | 18,2                          | 10<br>14                           | 10<br>14 | 1,8<br>1,3                               | 2,8**<br>1,3 |

\* Для участка Снежная-Хипста по фактической извилистости системы (1,8), для участка Хипста-Мчишта—по средней для Альпийской складчатой области (1,3 [3]).

\*\* Расчет сделан для полного расстояния от шахты Снежная до источника Мчишта ( $28,2 \text{ км}$ ).

Проведенный эксперимент убедительно доказал, что западная и восточная части Бзыбского массива представляют собой единую гидрогеологическую систему с промежуточной зоной разгрузки в долине р. Хипста. Прохождение уранина из шахты Снежная в источник Мчишта плотным «пакетом» (концентрация красителя  $140$ — $300 \text{ мг}/\text{м}^3$ ) свидетельствует о существовании хорошо проработанных подрусловых карстовых каналов под долинами рр. Хипста и Ыгры. Средняя скорость прохождения красителя на верхнем участке (уклон  $0,093$ ) оказалась меньше ( $1,8 \text{ км}/\text{сутки}$ ), чем на нижнем (уклон  $0,014$ ,  $2,2 \text{ км}/\text{сутки}$ ). Вероятно, это объясняется задержкой при прохождении глыбовых навалов и мощной толщи водных механических отложений в системе Снежной [5, 6].

Полученные материалы свидетельствуют о невозможности точно оконтурить подземный водосбор источника Мчишта. В межень и паво-





დოკ იმ შეიძლება შეცვალოს კონფიგურაცია და ფართობი როგორც მდინარის ხეობის ხარისხით, ისე მდინარის ხეობის სიღრმის ხარისხით [10], ასევე და მდინარის ხეობის სიღრმის ხარისხით «დაკავშირების»  
 დონის ზონის შექმნისას ვაკუილის ხეობის ხარისხით.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт географии  
 им. Вахушти

Симферопольский государственный  
 университет

(Поступило 27.2.1987)

ფიზიკური გეოგრაფია

ზ. ტინტილოზოვი, ვ. რეზვანი, ვ. დუბლიანსკი, ა. კლიმჩუკი

ბზივის მასივის სპელეოლოგიური და ჰიდროლოგიური  
 თავისებურებანი

რეზიუმე

ინდიკატორული მეთოდებით პირველად დადასტურდა ბზივის მასივზე, კარსტულ უფსკრულ „თოვლიანში“ გამდინარე ნაკადის კავშირი ამავე მასივის მდ. ხიფსთას და მჭიშთას ვოკლუზებთან — მჭიშთას საკმაოდ ვრცელი ჰიდროგეოლოგიური და მდებარეობის სისტემის ასრებობა. შეღებული ნაკადების დღემდური საშუალო სიჩქარე 1,8—2,2 კმ შეადგენს.

PHYSICAL GEOGRAPHY

Z. K. TINTILOZOV, V. D. REZVAN, V. N. DUBLYANSKY, A. B. KLIMCHUK

SPELEOLOGICAL AND HYDROLOGICAL PECULIARITIES OF  
 THE BZYBI MASSIF

Summary

Relationship between the flowing stream and vaucluses of the rivers of Khipsta and Mchishta has been identified for the first time by the groundwater tracing method in the karst cave of “Snezhnaya-Mezhennogo” of the Bzybi massif. Thus, the existence of a rather prolonged hydrogeological system of Mchishta is substantiated. The mean daily rate of coloured subterranean streams amounts to 1,8-2,2 km.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. З. Кикнадзе. Геология, гидрогеология и активность известнякового карста. Тбилиси, 1979.
2. Г. Н. Гигинейшвили, Д. Д. Табидзе. Сообщения АН ГССР, 60, № 1, 1970.
3. В. Н. Дублянский, Т. З. Кикнадзе. Гидрогеология карста Альпийской складчатой области юга СССР. М., 1984.
4. Ресурсы поверхностных вод СССР, т. 9. Закавказье и Дагестан, вып. I, Западное Закавказье. Л., 1974.
5. Г. В. Лядковский, Б. Р. Мавлюдов, А. И. Морозов, Т. А. Немченко, Д. А. Усиков. ДАН СССР, 259, № 2, 1981.
6. Б. Р. Мавлюдов, А. И. Морозов. Сб. «Пещеры», вып. 19. Пермь, 1984.
7. З. К. Тинтилозов. Сб. «Проблемы спелеологии Грузии». Тбилиси, 1985.
8. З. К. Тинтилозов. Карстовые пещеры Грузии. Тбилиси, 1976.
9. Сб. «Проблемы изучения карстовых полостей гор южных областей СССР». Ташкент, 1983.
10. Г. Н. Гигинейшвили. Карстовые воды Большого Кавказа и основные проблемы гидрологии карста. Тбилиси, 1979.





Н. Г. МАЧАВАРИАНИ, Л. Т. ИНАСАРИДZE

## СТОК ВЗВЕШЕННЫХ НАНОСОВ РЕК КОЛХИДСКОЙ НИЗМЕННОСТИ И ЕГО ВНУТРИГODOVOE РАСПРЕДЕЛЕНИЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. М. Буачидзе 23.2.1987)

Изучен сток взвешенных наносов рек, непосредственно протекающих по Колхидской низменности, а также использованы сведения о других реках, примыкающих к данной территории (всего 35 поста).

Ряды наблюдений над твердым стоком рек коротки и прямой способ определения средних многолетних величин пока невозможен. С целью удлинения рядов наблюдений наиболее приемлемым оказался способ корреляции средних многолетних значений расходов воды и наносов.

Высокими значениями стока взвешенных наносов характеризуются бассейны крупных транзитных рек (Кодори—960 тыс. т/год, Риони—5 500 тыс. т/год, Цхенискали—1300 тыс. т/год, Чорохи—9400 тыс. т/год). Средние и малые реки характеризуются низкими значениями стока взвешенных наносов (Техури—194 тыс. т/год, р. Натанеби—34,5 тыс. т/год, Кинтриши—16 тыс. т/год и др.).

На Колхидской низменности выделяются три зоны мутности:

$$\rho=80 \text{ г/м}^3, \rho=80-200 \text{ г/м}^3 \text{ и } \rho=200-500 \text{ г/м}^3.$$

К I зоне относятся реки южной части Колхидской низменности, а также территория между рр. Ингури и Кодори. Бассейны рек южной части (Кинтриши, Чаквискали, Абаноскали, Дехва, Бжужа) сложены в основном вулканогенно-осадочными породами—туфобрекчиями, туфопесчаниками и покровами базальтов и андезитов среднего эоцена. Осадочные третичные породы занимают подчиненное положение и представлены известняковыми песчаниками и алевролитами. Характерно значительное развитие элювиальных образований, представленных «Батумским латеритом», развитым до а. в. 200—400 м и зebroидным элювием. Мощность элювия 20—30 м. Несмотря на большое распространение крутых склонов, осыпи, оползни, обвалы и др. процессы, способствующие пополнению русла наносами, не получают большого развития. Оползневые явления в основном развиты в толще делювия и не имеют большого значения для поставки в русла рек крупнообломочного материала [1]. Р. Кодори протекает в вулканогенно-осадочных породах байоса, в известняках и мергелях мела и терригенных отложений палеоген-неогена. Гидрографическая сеть представлена большим количеством небольших водотоков с постоянным дебитом. В устьях рек встречаются небольшие участки с заболоченными аллювиальными почвами. Склоны покрыты бурной растительностью.



Ко II зоне ( $\rho=80-200 \text{ г/м}^3$ ) относятся средние транзитные реки Колхидской низменности (рр. Супса, Натанеби, Техури, Хоби). Горная часть бассейнов рр. Супса и Натанеби сложена грубообломочными и массивными андезитовыми покровами, которые местами прерваны интрузиями (сиениты и габбро). Предгорная зона выполнена олигоцен-миоценовыми молассами, представленными глинами, песчаниками, рыхлыми конгломератами, песками, частично—известняками и мергелями. Широкое распространение имеют в предгорьях четвертичные галечники, слагающие речные террасы. В нижнем течении р. Супса встречаются древние морские галечники. Низменная причерноморская полоса сложена песчано-глинистой толщей новочерноморской террасы. Для бассейнов рек характерны пологие склоны, густой растительный покров, что препятствует интенсивному смещению материала, даже на крутых склонах. Встречаются мелкие осыпи.

К III зоне относятся транзитные реки, которые своими нижними участками вклиниваются на территорию Колхидской низменности и

Внутригодовое распределение стока взвешенных наносов  
(в % от годового) по сезонам

| Река, пункт                  | Весна | Лето | Осень | Зима | За год,<br>тыс. т |
|------------------------------|-------|------|-------|------|-------------------|
| Кодори—близ устья            | 32,1  | 50,9 | 13,6  | 3,4  | 962               |
| Галидзга—с. Хухуна           | 42,5  | 29,8 | 18,7  | 9,0  | 13,2              |
| Ингури—с. Дарчели            | 25,1  | 63,5 | 9,10  | 2,30 | 2700              |
| Ингури—Анаклиа               | 19,4  | 71,7 | 7,20  | 1,70 | 1910              |
| Бол. Эрисцкали—с. Речхоухири | 20,6  | 45,8 | 17,9  | 15,7 | 50,1              |
| Магана—близ устья            | 11,3  | 65,8 | 19,0  | 3,90 | 79,0              |
| Олори—близ устья             | 16,7  | 29,7 | 42,0  | 11,6 | 13,0              |
| Джуми—Кирови                 | 11,3  | 52,2 | 21,7  | 14,8 | 114               |
| Риони—г. Кутаиси             | 46,8  | 33,9 | 12,7  | 6,60 | 3700              |
| Риони—с. Сакочакидзе         | 39,5  | 31,8 | 14,4  | 14,3 | 5500              |
| Риони—г. Поти (сж. рук.)     | 23,8  | 33,9 | 23,9  | 18,4 | 2110              |
| Риони—г. Поти (сев. рук.)    | 37,4  | 29,7 | 14,7  | 18,2 | 4010              |
| Хоби—с. Кулеви               | 21,3  | 36,8 | 18,7  | 23,2 | 150               |
| Техури—с. Нокалакеви         | 35,7  | 33,1 | 18,8  | 12,4 | 195               |
| Цхенисцкали—с. Хиди          | 42,4  | 39,0 | 12,0  | 6,60 | 1330              |
| Губазеули—с. Хидистави       | 43,2  | 17,8 | 25,7  | 13,3 | 84,8              |
| Супса—г. Чохатаури           | 34,9  | 17,8 | 25,3  | 22,0 | 39,7              |
| Супса—с. Хидмагала           | 31,1  | 18,6 | 27,2  | 23,1 | 178               |
| Натанеби—с. Натанеби         | 31,4  | 20,9 | 28,3  | 19,4 | 91,4              |
| Кинтриши—с. Қобулети         | 28,2  | 17,0 | 35,0  | 19,8 | 16,7              |
| Дехва—с. Кобулети            | 17,2  | 20,1 | 31,1  | 31,6 | 3,20              |
| Чаквисцкали—с. Хала          | 16,9  | 22,8 | 43,3  | 17,0 | 12,0              |
| Абаносцкали—с. Махинджаури   | 11,4  | 19,5 | 56,4  | 12,7 | 0,57              |
| Бахвисцкали—с. Уканави       | 32,0  | 23,5 | 36,7  | 7,80 | 5,36              |
| Чорохи—с. Эрге               | 56,5  | 30,7 | 8,30  | 4,50 | 9400              |
| Аджарисцкали—с. Кеда         | 64,2  | 11,3 | 15,1  | 9,40 | 397               |



вносят большое количество наносов (рр. Ингури, Рioni, Цхенискали, Чорохи), а также рр. Магана, Джуми, Эрискали.

Исследование внутригодового распределения стока взвешенных наносов выполнено по календарным сезонам и месяцам, а также по фазово-однородным периодам. Расчеты произведены по многолетним данным наблюдений, а также за характерные годы.

Малые реки Колхидской низменности характеризуются круглогодичным паводочным режимом.

Для внутригодового распределения стока взвешенных наносов крупных рек характерен вынос основной массы наносов в течение весенне-летнего половодья (приблизительно 80% годового количества наносов). Внутригодовое распределение наносов по средним рекам центральной части Колхиды более равномерно, наибольшее количество наносов выносятся весной и осенью. По средним рекам южной части низменности основная масса наносов транспортируется в осенне-зимнее время (табл. 1).

Академия наук Грузинской ССР  
Институт географии  
им. Вахушти Багратиони

(Поступило 27.2.1987)

ჰიდროლოგია

ბ. მახავარიანი, ლ. ინასარიძე

კოლხეთის დაბლობის მდინარეების მყარი ჩამონადენი და მისი  
შიდაწლიური განაწილება

რეზიუმე

დაკვირვების რიგების დასაგრძელებლად ყველაზე მისაღებია წყლისა და მყარი ჩამონადენის სამუალო მრავალწლიური ხარჯების კორელაციის მეთოდი.

კოლხეთის დაბლობზე გამოყოფილია სიმღვრივის სამი ზონა  $\rho=80$  გ/მ<sup>3</sup>,  $\rho=80-200$  გ/მ<sup>3</sup> და  $\rho=200-500$  გ/მ<sup>3</sup>.

მყარი ჩამონადენის შიდაწლიური განაწილება შესწავლილია კალენდარული სეზონებისა და თვეებისათვის, აგრეთვე ერთგვაროვანი ფაზების პერიოდებისათვის (წყალდიდობა, წყალმოვარდნა, წყალმცირობა).

HYDROLOGY

N. G. MACHAVARIANI, L. T. INASARIDZE

THE SOLID RUN-OFF OF THE KOLKHETI LOWLAND RIVERS  
AND ITS ANNUAL DISTRIBUTION

Summary

The method of correlating the normal annual discharge of water and solid run-off is the most useful one for the extension of observation series. Three zones of silt charge are distinguished, with  $\rho=80$  gr/m<sup>3</sup>,  $\rho=80-200$  gr/m<sup>3</sup> and  $\rho=200-500$  gr/m<sup>3</sup>.



The annual distribution of solid run-off is studied for calendar seasons and months as well as for periods of similar phases (flood, high and low water).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. И. Маккавеев и др. Определение баланса твердого стока бассейна рек Черноморского побережья Грузии и методы его увеличения. М., 1966.



Н. Ш. САЛУКВАДЗЕ, Е. А. ЦАГАРЕЛИ, Т. Т. ГАВТАДЗЕ

## НОВЫЕ ДАННЫЕ О ВЕРХНЕМ ЭОЦЕНЕ И ОЛИГОЦЕНЕ БАССЕЙНА р. ЭРИСЦКАЛИ

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 5.3.1986)

В последнее время на совещаниях и в публикациях часто обсуждаются вопросы о границе между эоценом и олигоценом и о зональной стратиграфии пограничных отложений этих отделов палеогеновой системы. Многими геологами ставятся под сомнение самостоятельность и принадлежность ладорфского яруса Западной Европы. Некоторые исследователи сомневаются также в корреляционной ценности бентосных ископаемых организмов, в том числе мелких фораминифер. В связи с этим нужно отметить, что нередко разрезы верхнего эоцена и нижнего олигоцена Юга СССР содержат именно бентосную микрофауну. По ним здесь выделяются зоны *Bolivina antegressa* (верхняя часть верхнего эоцена), *Pararotalia capui*, *Lenticulina hermannii* и другие (низы олигоцена). Судя по всему, бентосные органические остатки могут иметь определенное биостратиграфическое значение. На наш взгляд, следует уделить больше внимания соотношениям зон по этим организмам с зонами по планктону. Последние, как известно, характеризуются хорошими миграционными свойствами. Они, безусловно, играют важную роль в корреляции палеогеновых разрезов на значительные расстояния.

В верхнеэоценовых и олигоценовых отложениях Грузинской глыбы выделяются литостратиграфические подразделения, весьма близкие по составу к таковым Северного Кавказа. В этих подразделениях удалось установить зоны по планктонным фораминиферам и наннопланктону, которые, как мы увидим ниже, обнаруживают большое сходство по набору видов с одновозрастными зонами Северного Кавказа. По-видимому, можно говорить о существовании сходных условий осадкообразования и обитания фауны в морских водоемах, развитых по обе стороны Большого Кавказа в позднеэоценовое и олигоценовое времена.

В нижней части верхнего эоцена на грузинской территории Закавказского межгорного прогиба залегают эгрисская свита — коричневые и серые мергели с *Lyololepis caucasica* (аналог кумской свиты рр. Кубани, Хеу и др.). Почти во всех разрезах на них без каких-либо следов перерыва налегают зеленовато-серые и светло-серые мергели и глинистые мергели аргветской свиты, которые приравниваются к белоглинской свите. Стратиграфически выше аргветской свиты Грузинской глыбы, так же как и белоглинской свиты Северного Кавказа, развиты карбонатные глины хадумской свиты (майкопская серия).

Породы указанных выше свит хорошо обнажены и палеонтологически охарактеризованы в западной части Одишской подзоны Грузинской глыбы между рр. Окораны (правый приток р. Эрисцкали) и Олори. Новые исследования показали, что на отмеченном участке Грузинской глыбы в пограничных отложениях эоцена и олигоцена вместе с бентосными окаменелостями встречается и планктон. В нижней, большей по мощности части аргветской свиты содержатся: *Globigerapsis*





tropicalis Blow et Bann, G. index (Finl.), Globigerina gortanii Bors., G. corpulenta Subb., G. galavisi Berm., G. tripartita Koch., G. ouchitaensis Howe et Wall., G. angiporoides Horn., G. trilocolinoides (Plum.), Globorotalia centralis Cushman et Berm., G. cerroazulensis cocolaensis Cushman. Комплекс перечисленных планктонных фораминифер выделяется как зона Globigerapsis tropicalis. Она, очевидно, соответствует зоне Globigerapsis tropicalis и крупных глобигерин Северного Кавказа, точнее примерно той части белоглинской свиты разрезов pp. Хеу и Кубань, где присутствуют представители глобигераписов [1]. В верхней, значительно меньшей по мощности части аргветской свиты обнаружены: Globorotalia centralis Cushman, et Berm., Globigerina tripartita Koch., G. gortanii Bors., G. corpulenta Subb., G. officinalis Subb., G. galavisi Berm., G. tapuriensis Bann. et Blow, G. prasaepis Blow, G. ampliapertura Bolli, G. ouchitaensis Howe et Wall., G. pseudoampliapertura Blow et Bann., G. bulloides Orb. Состав мелких фораминифер характерен для зоны Globorotalia centralis. Отложения этой зоны скорее всего параллелизуются с самой верхней частью белоглинской свиты по pp. Кубань и Хеу, которую относят к кровле эоцена [1]. В верхних слоях аргветской свиты находятся также многочисленные бентосные фораминиферы, ассоциацию которых выделяют как зону Bolivina antegressa. Заметим, что, по нашим наблюдениям, нижняя граница зоны Bolivina antegressa, по видимому, проходит ниже той же границы зоны Globorotalia centralis.

На исследованной территории в карбонатных глинах хадумской свиты определены: Globigerina tapuriensis Bann. et Blow, G. pseudoampliapertura Bann. et Blow, G. prasaepis Blow, G. officinalis Subb., G. ampliapertura Bolli, G. galavisi Berm., G. ouchitaensis Howe et Wall., G. tripartita Koch., Globorotalia opima pama Bolli, G. permicra Bann. et Blow. Породы, содержащие эту фауну, относятся к зоне Globigerina tapuriensis нижнего олигоцена. По палеонтологическому характеру и положению в разрезе эта зона легко коррелируется с одноименной зоной Северного Кавказа [1].

В нижней части аргветской свиты по наннопланктону устанавливается зона Chiasmolithus oamuruensis. Интервал зоны определяется от появления индекс-вида до появления Istmolithus recurvus Def. В средней части аргветской свиты выделяется зона Istmolithus recurvus. Нижняя граница зоны устанавливается по появлению индекс-вида. Верхняя же граница проводится по появлению Sphenolithus pseudoradians Braml. Состав зоны существенно отличается от состава нижележащей зоны. Здесь отсутствуют Chiasmolithus grandis (Braml. et Sull.), Discoaster binodus Mart. Вышележащие отложения рассматриваемой свиты содержат комплекс наннопланктона зоны Sphenolithus pseudoradians. Верхняя граница зоны отбивается по исчезновению Discoaster saipanensis Braml. et Ried. Для зоны характерны Clausicoccus subdistichus (Roth et Hay), Eticulofenestra callida Perch., Discoaster cf. aifacus. Названные зоны по наннопланктону аргветской свиты Грузии параллелизуются с подзонами зоны Discoaster barbadiensis белоглинской свиты Северного Кавказа [1].

В глинах хадумской свиты устанавливается зона Clausicoccus subdistichus. Нижняя граница зоны проводится по исчезновению Discoaster saipanensis Braml. et Riedel. У этой границы значительно сокращается количество представителей наннопланктона. Совместно с некоторыми ви-





дами нижележащей зоны здесь встречаются единичные экземпляры *Spenolithus cf. predistansus* Braml. et Wilc., *Pontosphaera pectinata* Braml. et Sull., *Pemma stradnerii* Chan., *Discoaster tani* и переотложенные верхнемеловые и нижнепалеогеновые виды. Не исключено, что к последним относится и присутствующий здесь *Discoaster barbadiensis* Tan Sin Hok. Надо отметить, что в изученных нами разрезах нижняя граница зоны *Clausicoccus subdistichus* точно не совпадает с подошвой хадумской свиты. Она проходит несколько ниже кровли аргветской свиты (на 0,4—0,6 м). На Северном Кавказе эту зону устанавливают также в нижней части майкопской серии и относят к нижнему олигоцену [1, 2].

Академия наук Грузинской ССР  
Геологический институт  
им. А. И. Джanelидзе

(Поступило 6.3.1986)

გეოლოგია

ბ. სალუკვაძე, ე. ცაგარელი, თ. ღავთაძე

ახალი მონაცემები მდ. ერისტყლის აუზის ზედა ეოცენის და  
ოლიგოცენის შესახებ

რეზიუმე

ზედაეოცენურ ნალექებში პლანქტონური ფორამინოფერების მიხედვით გამოყოფილია ზონები: *Globigerapsis tropicalis*, *Globorotalia centralis* (ზედა ეოცენი) და *Globigerina tapuriensis* (ქვედა ოლიგოცენი), აქვე ნანოპლანქტონის მიხედვით გამოიყოფა ზონები: *Chiasmolithus oamoriensis* (ზედა ეოცენი) და *Clausicoccus subdistichus* (ქვედა ოლიგოცენი).

GEOLOGY

N. Sh. SALUKVADZE, E. A. TSAGARELI, T. T. GAVTADZE

NEW DATA ON THE UPPER EOCENE AND LOWER OLIGOCENE  
OF THE ERISTSQALI BASIN

Summary

According to the planktonic foraminifers of the Upper Eocene deposits the following zones are distinguished: *Globigerapsin tropicalis*, *Globorotalia centralis* (Upper Eocene) and *Globigerina tapuriensis* (Lower Oligocene). At the same time according to the nannoplankton the following zones are distinguished: *Chiasmolithus oamoriensis* (Upper Eocene) and *Clausicoccus subdistichus* (Lower Oligocene).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. А. Крашенинников, Н. Г. Музылев. Вопросы микропалеонтологии, вып. 18, 1975.
2. Н. Г. Музылев. Стратиграфия палеогена Юга СССР по нанопланктону. М., 1980.



А. И. МАХАРАДЗЕ

## О МАРГАНЦЕНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ХРЕИТСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

(Представлено академиком Г. А. Твалчрелидзе 18.4.1986)

Хреитская возвышенность представляет собой антиклинальное поднятие широтного простирания [1]. Сложена она порфиритовой свитой байоса, на которой сохранились отдельные изолированные выходы марганценосных отложений. В них, аналогично Чиатурскому месторождению, выделяются подрудные, рудные и надрудные образования. Первые из них, за исключением самой верхней части (пачка гравелитов), мы относим к позднему эоцену, вторые — к раннему олигоцену, а третьи — к среднему олигоцену-раннему миоцену [2]. На основании детального изучения геологического строения и литологических особенностей этих отложений нами установлена приуроченность их к грабенам широтного простирания. Они имеют максимальную ширину 2,0 км при длине несколько десятков километров. Одна из таких структур — Кверети-Перевская, расположенная на южном крыле в близводовой части возвышенности, простирается более чем на 65 км. Часто грабены имеют сложное строение и ограничены с обеих сторон несколькими разрывами, а также пересечены многочисленными поперечными разломами, придающими им ступенчатое строение. Марганценосные отложения обнаруживаются лишь в наиболее опущенных сегментах, тогда как в приподнятых они размыты. В центральных частях грабенов эти образования имеют малые углы падения, в краевых — крутые, а местами даже поставлены «на голову», что придает грабенам синклинальную форму.

В порфиритовой свите разрывные нарушения фиксируются по крутым углам падения пород, зонам дробления и гидротермального изменения, выраженного цеолитизацией, селадонитизацией, аргиллизацией и окварцеванием.

В марганценосных отложениях Хреитской возвышенности оруденение имеет различную интенсивность, причем порой верхние горизонты рудоносных пород отсутствуют. Наиболее полный их разрез изучен на участке Кверетского рудопроявления в западной части возвышенности в верховьях р. Кверетула — правого притока р. Чихура. Выход марганценосных отложений с востока на запад здесь достигает 0,7 км при ширине 0,2 км. С севера и юга они ограничены разломами, вдоль которых породы порфиритовой свиты байоса возвышаются над марганценосными на 200 и более метров. С востока и запада рудные образования срезаны поперечными нарушениями. Последние имеются и в средней части рудопроявления, где порфиритовая свита разделяет его на восточный и западный участки.

В нижней части порфиритовой свиты байоса развиты туфы среднего состава, которые выше сменяются кислыми пелитовыми туфами. На них залегают аркозовые песчаники и конгломераты верхнего байоса, а на участке Кверетского рудопроявления, где их мощность 10—15 м, — пестроцветные отложения верхней юры. Последние в окрестностях с. Теделети содержат келловейскую фауну [3]. Начинаются они гравелитами, выше сменяющимися песчаниками. Мощность гра-



велитов — 3 м, песчаников — 10 м. Еще выше следует переслаивание глин, алевролитов, песчаников, гравелитов и конгломератов. Верхнеюрские терригенные образования имеют аркозовый состав.

На отложениях верхней юры несогласно залегают порудные образования, начинающиеся пачкой гравелитов и мелкогалечных конгломератов (мощность 1,5—2 м). Выше следуют рыхлые песчаники со слабо выраженной слоистостью с редкими линзами гравелитов (мощность 20 м). По минеральному составу они относятся к аркозово-кварцевому типу, содержат 60—80% кварца, 20% полевых шпатов (кислые плагиоклазы, ортоклаз, редко микроклин) и до 10% обломков пород. В составе этих песчаников, в отличие от подстилающих верхнеюрских образований, отмечается повышенное содержание обломков основной массы средних эффузивов, средних плагиоклазов и кислых туфов. В нижней части песчаников цементирующая масса имеет каолинитовый и каолинит-гидрослюдистый состав с примесью монтмориллонита, редко галлуазита и метagalлуазита. Снизу вверх количество монтмориллонита возрастает и он играет одну из ведущих ролей. В этих отложениях не содержится фауна.

Песчаники перекрываются пачкой гравелитов мощностью 0,5—1 м, относимой нами к базальным образованиям олигоцена [2]. Они содержат фауну крабов олигоценового возраста [3]. Гравелиты имеют кварц-аркозовый состав (кварц — 55—65%, полевые шпаты — 30—40%). В них, по сравнению с подстилающими песчаниками верхнего эоцена, существенную роль играют неизменные решетчатый микроклин, обломки гранитоидов и оглинившиеся кислые туфы. Имеются также обломки кислых плагиоклазов, а отчасти средних порфириновых пород.

Над гравелитами залегают пачка карбонатных марганцевых руд мощностью 0,5—1 м, переслаивающихся с песчаниками и алевролитами кварц-аркозового состава. В ней, по сравнению с подстилающими гравелитами, содержание средних плагиоклазов и обломков порфиритов возрастает.

Надрудные образования начинаются 1,5—2-метровой пачкой алевролитов, которые через алевроитовые глины (мощность 5—7 м) постепенно переходят в алевроитовые глины майкопской фации (мощность 40—45 м). Глины монтмориллонит-гидрослюдистого состава иногда имеют примесь каолинита. В средней части толщи на 20-м метре от ее подошвы выделяется пачка опоквидных и опалитых глин мощностью 1,5 м. Начиная с этой пачки вышележащую часть майкопских глин по аналогии с Чнатурским месторождением марганца мы относим к раннему миоцену.

Анализ изложенного фактического материала позволяет высказать некоторые вопросы палеогеографии и истории развития Хреитской возвышенности. Эта структура в позднем эоцене была вовлечена в восходящие движения, вызванные пиренейской фазой складчатости. Под влиянием растяжения произошло ее дробление. Возникли в основном продольные разломы, нарушившие не только сводовую, но и краевые части возвышенности на ее границах с соседними тектоническими зонами. Воздымание отдельных блоков происходило с различной интенсивностью. Некоторые из них при общем фоне воздымания испытывали относительное погружение. В результате этого в позднем эоцене море полностью не покидало Хреитскую возвышенность, а сохранилось в грабенах, разобщавших ее на отдельные цепи островов широтного простирания. На последних обнажались аркозовые образования верхней юры и верхнего байоса. Породы порфириновой свиты байоса имели незначительные выходы на поверхности, поскольку продукты их разрушения в отложениях верхнего эоцена встречаются в виде единичных зерен.



Марганценовые отложения на Хреитской возвышенности нигде не подстилаются меловыми образованиями и не содержат продуктов их разрушения. Поэтому следует допустить, что меловые отложения во время формирования верхнеэоценовых осадков на Хреитской возвышенности отсутствовали. Отличие терригенных отложений верхнего эоцена от верхнеюрских обусловлено активным химическим выветриванием в позднем эоцене. Оно было спровоцировано медленным воздыманием в начале пиренеской фазы складчатости и субтропическим климатом, существовавшим в это время \*на всей территории Грузии [4]. В коре выветривания полевые шпаты аркозовых песчаников подверглись интенсивному разрушению, в результате чего образовались кварцевые песчаники с каолинитовым и каолинит-гидрослоистым цементом. Воздымание достигло максимума перед олигоценовой трансгрессией. К этому времени отмечается похолодание климата, ставшего сухим [4]. Такие условия способствовали усилению физического выветривания. Суша подверглась интенсивной денудации, вследствие чего сформировались кварц-аркозовые базальные образования олигоцена. К этому же времени происходило просачивание марганценовых растворов в грабеновые водоемы, которые в силу своей замкнутости служили ловушками рудного вещества. Постепенный переход базальных гравелитов кверху в майкопские глины и увеличение содержания продуктов разрушения порфириновой свиты байоса указывают на интенсивную денудацию питающего субстрата, при котором происходили его пенепленизация и обнажение все большей площади пород порфириновой свиты.

В предсреднемиоценовое время в результате штирийской фазы складчатости воздымание Хреитской возвышенности возобновилось. Оно, как и в предыдущей фазе складчатости, было дифференциальным и происходило в основном по существовавшим разломам. Грабены, зародившиеся при пиренейской фазе складчатости, развивались в последующее время и в них сохранились марганценовые отложения.

К среднемиоценовому времени верхнеюрские образования в сводовой части возвышенности в основном были размыты. Полное их удаление с Хреитской возвышенности произошло позднее. Они сохранились лишь в грабенах под марганценовыми отложениями.

Особенности геологического развития и палеогеографии Хреитской возвышенности в позднеэоцен-раннемиоценовое время, выявленные на основании изучения геологического строения и литологии марганценовых образований, имеют большое значение при составлении геолого-генетической модели для гидротермально-осадочных марганцевых месторождений Чиатурского типа.

Кавказский институт  
минерального сырья  
им. А. А. Твалчреидзе

(Поступило 30.4.1986)

გეოლოგია

ა. მახარაძე

ხრეითის ამაღლების მანბანუმიანი ნალექების შესახებ

რეზიუმე

დადგენილია, რომ ხრეითის ამაღლების მანბანუმიანი ნალექები ლითოლოგიური თავისებურებებით არ განსხვავდება ჭიათურის საბადოს ანალოგიური ქანებისაგან. ისინი შემორჩენილია გრაბენებში, რომლებიც გვიანი ეოცენის დროს ჩაისახა და განვითარებას განიცდიდა შემდგომ ეპოქებში.

A. I. MAKHARADZE

## ON MANGANESE-BEARING DEPOSITS OF THE KHREITI UPLAND

## Summary

It has been established that manganese-bearing deposits of the Khreiti upland do not differ from the Chiatura deposits in their lithological properties. They are preserved in grabens which appeared in the Late Eocene and developed in the following epochs.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. Д. Гамкрелидзе. Путеводитель экскурсии по маршруту Тбилиси—Боржоми—Кутанси—Батуми. Тбилиси, 1963.
2. А. И. Махарадзе. Сообщения АН ГССР, 126, № 3, 1987.
3. А. Г. Лалиев. Майкопская серия Грузии. М., 1964.
4. Н. М. Страхов, Л. Е. Штеренберг, В. В. Калининко, З. С. Тихомирова. Геохимия осадочного марганцевого процесса. М., 1968.





В. И. ГОЦАДЗЕ

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНОЦИСТ В СРЕДНЕЙ ЧАСТИ МАЙКОПСКОЙ СЕРИИ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КAVKAZA

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 12.4.1986)

Верхнепалеогеновые и нижнемиоценовые отложения Юга СССР представлены майкопской серией, в средней части которой проходит граница олигоцена с миоценом. До настоящего времени проблема границы не решена удовлетворительно из-за отсутствия остатков организмов в некарбонатных и слабоизвестковистых породах майкопа.

Среднемайкопские отложения на территории Северо-Западного Кавказа широко развиты и представлены (снизу вверх) алкунско-септариевой, зеленчукской, караджалгинской и ольгинской свитами. Алкунско-септариевая, зеленчукская и караджалгинская свиты объединены в кавказский региоярус [1]. Остается невыясненным вопрос о стратиграфическом соотношении кавказского региояруса с одновозрастными отложениями Крымско-Кавказской области. По некоторым данным [1], с кавказским региоярусом сопоставляются горностаевская свита Причерноморья, уплисцхские слои Восточной Грузии, карагинская свита Мангышлака, т. е. по положению в разрезе он аналогичен аквитанскому ярусу Франции и верхам эгерского региояруса Западного Паратетиса. А. С. Андреева-Григорович [2] на основании изучения диноцист в майкопской толще Северного Ставрополя относит кавказский региоярус к позднему олигоцену.

За последние годы диноцисты, являющиеся остатками перидиневых водорослей — планктонных, главным образом морских организмов, широко используются для зонального деления и корреляции палеогеновых отложений [2]. Их преимущество в том, что они встречаются и в некарбонатных породах, где другие планктонные органические остатки, как правило, отсутствуют.

Перидиневые водоросли изучались нами из разрезов по рр. Кубань, Белая, Большой и Малый Зеленчук, а также по кернам из скважин № 48, 17 Губской ГСП (1983 г.) впервые. Препараты изготовлены в палинологической лаборатории Института палеобиологии им. Л. Ш. Давиташвили. Водоросли изучались и фотографировались под биологическим микроскопом «Иенамед».

В изученных переходных слоях олигоцена и миоцена майкопской серии Северо-Западного Кавказа установлено пять характеризующих ниже комплексов диноцист. Необходимо отметить, что существенных различий между видовыми составами комплексов ископаемых перидиней из синхронных пачек изученных разрезов не наблюдалось. Большинство остатков водорослей имело хорошую сохранность.

Первый, самый богатый комплекс выявлен в отложениях алкунско-септариевой свиты, представленной темно-серыми буроватыми глинами с септариевыми конкрециями (мощность свиты 50—60 м).

Для него характерно обилие перидиней рода *Deflandrea*, а именно: *Deflandrea phosphoritica phosphoritica* Cookson et Eisenack, *D. phosphoritica australis* Cookson et Eisenack, *D. oebisfeldensis* Alberti, *D. speciosa* Alberti,





*D. andromensis* Vozzhennikova. Здесь также присутствуют: *Wetzeliella gochtii* Eisenack, *W. symmetrica* Weiler, *Ascodinium pontis-mariae* Deflandre, *Pterospermopsis barbarae* Gorka, *Hystrichosphaera cornuta* Gerlach, *H. ramosa* Eisenack, *Cordosphaeridium inodes gracilis* Klumpp et Eisenack, *Cumatiosphaera punctifera* Deflandre et Cookson, *Homotryblium* sp., *Tyththodiscus* sp.

Этот комплекс можно сопоставить с комплексом асканийских слоев Причерноморской впадины [3], относящихся к нижней части верхнего олигоцена.

Второй комплекс выделен на основании изучения перидиней зеленчукской свиты, которая сложена буровато-серыми неизвестковистыми глинами с прослоями алевролитов и песчаников, мощность и количество которых увеличиваются в западном направлении (мощность свиты 80—100 м). Общее количество видов этого комплекса остается примерно таким же, но количество перидиней рода *Deflandrea* уменьшается, появляются новые виды.

Здесь присутствуют: *Deflandrea phosphoritica phosphoritica* Cookson et Eisenack, *D. phosphoritica australis* Cookson, *D. spinulosa* Alberti, *Wetzeliella gochtii* Eisenack, *W. symmetrica* Weiler, *Cordosphaeridium inodes gracilis* Klumpp et Eisenack, *Cumatiosphaera punctifera* Deflandre et Cookson, *Hystrichosphaera ramosa* Eisenack, *Cyclonephelium pastielsi* Deflandre, *Rhombodinium* sp., *Pterospermopsis* sp., *Tyththodiscus* sp.

Третий комплекс перидиней характеризует нижнюю часть караджалгинской свиты. Она согласно залегает на зеленчукской (мощность до 140 м), представлена темно-серыми тонкослоистыми алевролитистыми глинами. В караджалгинской свите определены: *Deflandrea granulosa* Cookson et Eisenack, *D. phosphoritica phosphoritica* Cookson et Eisenack, *D. speciosa* Alberti, *D. oebisfeldensis* Alberti, *D. sp. A.*, *D. sp. B.*, *Wetzeliella symmetrica* Weiler, *Cordosphaeridium inodes gracilis* Klumpp et Eisenack, *Apteodinium conjunctum* Eisenack et Cookson, *Tanyosphaeridium ellipticum* Cookson, *Homotryblium* sp., *Thalassiphora* sp., *Tyththodiscus* sp. Основной фон составляют представители рода *Deflandrea*.

Этот комплекс, по-видимому, соответствует ассоциации горностаевских слоев Причерноморской впадины, хотя для отложений Северного Кавказа характерно почти полное отсутствие рода *Rhombodinium*.

Четвертый комплекс, очень обедненный, характеризует верхи караджалгинской свиты. Кроме единичных представителей рода *Deflandrea*: *Deflandrea phosphoritica* Eisenack, *D. granulosa* Cookson et Eisenack, *D. speciosa* Alberti, ископаемых перидиней не обнаружено.

Этот комплекс коррелируется с комплексом чернобаевских слоев Причерноморской впадины, относящихся к нижнему миоцену [3].

Пятый комплекс обнаружен в отложениях ольгинской свиты, представленной неизвестковистыми темно-серыми с коричневым оттенком глинами с включениями ярозита и прослоями более рыхлых темно-серых алевролитов (мощность до 200 м). Этот комплекс беден как в количественном, так и в качественном отношении. Здесь присутствует несколько видов перидиней: *Gonyaulacusta orthoceras* Sarjeant, *Baticasphaera comta* Drugg., *Tanyosphaeridium ellipticum* Cookson, *Emslandia* sp., *Impletosphaeridium* sp.

Эта ассоциация имеет типичный миоценовый облик [4].

Из вышесказанного четко видны тесная связь первых трех комплексов, содержащих значительное количество таксонов и их отличие от последних двух. Большинство ископаемых перидиней алкунской,

зеленчукской и караджалгинской свит несомненно близки палеогеновым ассоциациям [4] и принадлежат к каватным цистам. По существу моему мнению [4], большинство перидинеевых водорослей, образующих цисты каватного типа, вымирают в конце палеогена и встречаются в виде единичных экземпляров только в самых низах миоцена.

Таким образом, установленные комплексы диноцист в переходных олигоцен-миоценовых отложениях изученных разрезов Северо-Западного Кавказа можно отнести к двум группам — палеогеновой и неогеновой, резко отличающимся качественно и количественно. Многочисленные палеогеновые ассоциации (алкунско-караджалгинские) насчитывают более 20 видов перидиней и содержат, наряду с каватными, и хоратные цисты. Неогеновые же ассоциации (верхи караджалгинской и ольгинская свиты) очень обеднены (5—6 видов) и представлены в основном хоратными цистами, полностью исчезают роды *Deflandrea* и *Wetzeliella*, а единичные представители рода *Rhombodinium*, столь многочисленного в олигоцене, встречены только в верхах караджалгинской свиты. Такое резкое изменение состава ископаемых перидиней происходит в средней части караджалгинской свиты, где, вероятно, и можно предположить границы олигодена и миоцена на основании эволюционного развития перидинеевых водорослей. Вышеизложенное согласуется с мнением предыдущих исследователей [2] о позднеолигоценном возрасте Кавказского регионаруса.

Кавказский институт  
 минерального сырья  
 им. А. А. Твалчрелидзе

(Поступило 25.4.1986)

პალეონტოლოგია

მ. გოცაძე

ჩრდილო-დასავლეთ კავკასიის მაიკოპის სერიის შუა ნაწილში  
 დინოცისტების განაწილება

რეზიუმე

ოლიგოცენ-მიოცენის სასაზღვრო ნალექებში გამოყოფილია პერიდინეული წყალმცენარეების ხუთი კომპლექსი. მათი ანალიზი ადასტურებს მონაცემებს კავკასიის რეგიონსართულის გვიანოლიგოცენური ასაკის შესახებ და შეიძლება ვივარაუდოთ რომ პალეოცენ-ნეოცენის საზღვარი მოთავსებულია ყარაჯალგის წყების შუა ნაწილში.

PALAEONTOLOGY

V. I. GOTSADZE

## DISTRIBUTION OF DINOCYSTS IN THE MIDDLE MAIKOPIAN SERIES OF THE NORTH-WESTERN CAUCASUS

Summary

Five complexes of peridineal algae have been identified in the Oligocene-Miocene boundary sediments. Their analysis supports the view on the Late Oligocene age of the Caucasian regional stage and makes it possible to place the Paleogene-Neogene boundary in the middle part of the Karajalga suite.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. С. Андреева-Григорович. Палеонтол. сб. (Львов), № 17, 1980, 74—78.
2. Т. Ф. Возженникова. Ископаемые перидней юрских, меловых и палеогеновых отложений СССР. М., 1967.
3. А. С. Григорович, А. А. Весслов. Труды III Междунар. палинол. конф. М., 1973, 60—62.
4. Л. А. Невеская, И. А. Гончарова, Л. Б. Ильина, И. П. Парамонова, С. В. Попов, А. К. Богданович, Л. К. Габуния, М. Б. Носовский. Сов. геол., № 9, 1984, 37—49.

З. М. ЛЕБАНИДЗЕ

НОВЫЙ РОД ETALLONIOPSIS (HEXACORALLIA) ИЗ  
ВЕРХНЕОКСФОРДСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНОЙ ГРУЗИИ

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 2.9.1986)

В северо-западной, приморской части Западной Грузии, на северном склоне хребта Тепе-баш, близ вершины Камерин-депа, обнажаются конгломераты мощностью 80—100 м, датированные Н. С. Бендукидзе по кораллам верхним оксфордом [1]. В 1978 г. нами в конгломератах собрана богатая коралловая фауна, в которой особого внимания заслуживает одна колония. Ее не удалось идентифицировать с известными формами. На основании изучения этой колонии выделяется новый род *Etalloniopsis* gen. nov. Ниже даются его диагноз и описание.



Рис. 1. *Etalloniopsis georgica* sp. nov.—продольное сечение (X5),  
видна крупнопористая стенка

Подотряд *Eupsammiina* Alloiteau, 1952

Семейство *Acroporidae* Verrill, 1901

Род *Etalloniopsis* gen. nov.

Название роду дано по сходству с родом *Etallonia* Roniewicz, 1966.

Типовой вид — *Etalloniopsis georgica*, sp. nov. Западная Абхазия, хребет Тепе-баш, верхнеоксфордские конгломераты.

Диагноз. Массивная, тамнастерноидная колония, септы — компактные бисептальные пластинки. На краях кораллов имеются синаптикулы. Стенка — синаптикуло-септотека с крупными порами. В редких случаях имеется ребристая перитека. Эндотека отсутствует.

Видовой состав — типовой вид.

Сравнение и замечания. Выделенный род близок к *Etallonia* Roniewicz, 1966 и *Paretallonia* Sikharulidze, 1972. Общими признаками для них являются компактные септы, синаптикулы, расположенные лишь на периферии чашек, стенка крупнопористая, перитека рудиментарная, почкование внечашечное, иногда дирекциосентальное. В отличие от выделенного нами рода, для *Etallonia* Roniewicz и *Paretallonia* Sikharulidze характерны субблокоидные колонии (хотя Турншек отмечает периондную связь кораллитов у польских экземпляров рода *Etallonia* [2]), синаптикулотека и хорошо развитая эндотека, а для *Paretallonia* — мощный грифельовидный регулярный столбик [3], наличием которого он и отличается от рода *Etallonia* Roniewicz [4]. Описываемый род внешне очень схож с *Thamnosaris* Etallon, 1864, но отличается от него в основном отсутствием палиформной колумеллы, эндотеки и присутствием пористой стенки, а от другого сходного рода *Kobyastrea* Roniewicz, 1970 — наличием пористой стенки и ребристой перитеки, а также отсутствием эндотеки.

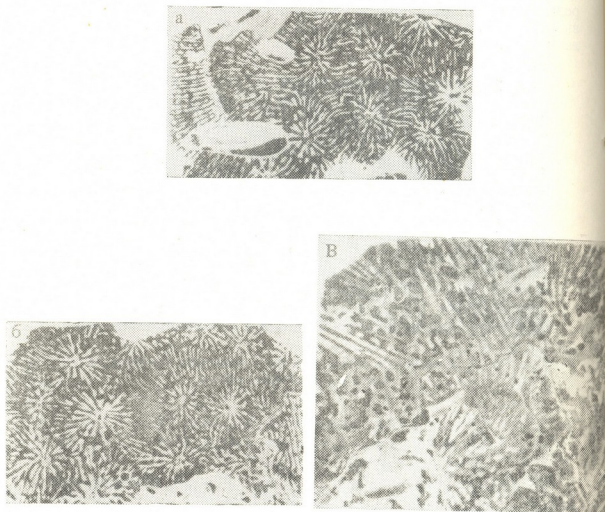


Рис. 2. *Etalloniopsis georgica* sp. nov. (голотип № 2.99): а-б — поперечное сечение (X4); в — продольное сечение (X3); верхний оксфорд, Западная Абхазия

Распространение: Западная Грузия, верхнеоксфордские конгломераты хребта Тепе-баш.



*Etalloniopsis georgica*, sp. nov.

Рис. 1, 2

Название. Вид назван по местонахождению в Грузии.

Голотип. № 2/99. Хранится в музее ГИН АН ГССР.

Материал. Одна колония малых размеров. Три поперечных и два продольных шлифа.

Диагноз. Диаметр чашек — 2,6—6,2 мм, расстояние между центрами соседних чашек — 3,4—5,1 (5,8) мм, количество септ — 34, 37, 40, колумелла парietальная и грифельовидная, реже рудиментарная или вовсе отсутствует, стенка крупнопористая, синаптикуло-септотекальная, перитека ребристая, порой она отсутствует.

Описание. Колония массивная, куполовидная, с тамнастериоидно расположенными субполигональными кораллитами. Хорошо различимо строение септального аппарата, септы I и II циклов одинаковых размеров и поэтому трудно отделяемые друг от друга. Септы довольно длинные, достигающие центра и с соединенными внутренними краями, создающими парietальную колумеллу. В некоторых кораллитах наблюдается небольшая, довольно тонкая, грифельовидная колумелла, создаваемая одной или несколькими септами I цикла. Септы III цикла игловидные и чуть короче, чем септы предыдущих циклов. Септы IV цикла еще короче, с заостренными внутренними концами. Их длина представляет почти 1/3 длины септ первых двух порядков. Этот цикл развит неполно. Синаптикулы в основном сконцентрированы по краям кораллитов, стенка синаптикуло-септотекальная, в редких случаях имеется ребристая перитека. В теке имеются крупные поры, характерные для родов *Etallonia* Roniewicz, 1966 и *Pare-tallonia* Sikharulidze, 1972. Размножение вничашечное, в отдельных случаях наблюдается и дирекциосептальное почкование.

Местонахождение. Верхнеоксфордские конгломераты северного склона хребта Тепе-баш в Северо-Западной Абхазии (Западная Грузия).

Академия наук Грузинской ССР

Геологический институт  
 им. А. И. Джanelidze

(Поступило 11.9.1986)

---

 პალეონტოლოგია

ზ. ლებანიძე

ახალი გვარი ETALLONIOPSIS (HEXACORALLIA) დასავლეთ  
 სპარტომელოს ზემომესოზოოკენოზოის ნალექებშიდან

რეზიუმე

გამოყოფილია ახალი გვარი *Etalloniopsis*. აღწერილია ტიპური სახე *Etallo-niopsis georgica* sp. nov.

---

 PALAEONTOLOGY

Z. M. LEBANIDZE

A NEW GENUS *ETALLONIOPSIS* (*HEXACORALLIA*) FROM THE  
 UPPER OXFORDIAN DEPOSITS OF WESTERN GEORGIA

Summary

A new genus *Etalloniopsis* has been established in the family *Acropo-ridae* Verrill. It is close to other genera of the mentioned family mainly



due to the absence of endotheca (*Acrophora* Oken), presence of styliiform columella (*Paretallonia* Sikharulidze), pores and sinaplicula (*Etallonia* Roniewicz, *Paretallonia* Sikharulidze). A typical species—*Etalloniopsis georgica*, sp. nov.-is described.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. С. Кикодзе, Н. С. Бендукидзе, Т. А. Пайчадзе, М. В. Какабадзе. Вопросы геологии северо-западной части Абхазии. Тбилиси, 1972, 75—83.
2. D. Turnšek. Ac. Sci. et art. Slovenica, XV, 6, Ljubliana, 1972, 20-81.
3. Г. Я. Сихарулидзе. Сообщения АН СССР, 68, № 3, 1972, 641—644.
4. E. Roniewicz. Paleont. Polonica, 34, Warszawa-Krakow, 1976, 17-121.



ПЕТРОЛОГИЯ

М. КУРЦЕ, В. ЛЕМКЕ, Р. ВИНХОЛЬЦ

НЕКОТОРЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ К ТЕРМИНУ «КВАРЦИТ»

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. М. Заридзе 11.4.1986)

Кварцитовые породы постоянно привлекают большое внимание геологов. Причиной этого является главным образом народнохозяйственный аспект использования этих пород в качестве строительного материала, сырья для кварца, источника ценных минералов и др. Кварцитовые горизонты, залегающие в метаморфических породах, используются также для расчленения осадочных толщ и корреляции разрезов. Однако мнения о том, какие породы следует называть кварцитами, расходятся.

В настоящее время часть авторов относит кварциты к метаморфическим породам [1—4], некоторые применяют это понятие и по отношению к диагнезирванным песчаникам с кремниевым цементом. Большинство же исследователей кварцитами называют плотные зернистые породы различного генезиса, обладающие гранобластовой структурой и содержащие кварц в количестве не менее 70%. Часть исследователей считает, что в типичных кварцитах содержание кварца должно достигать 80 и более процентов [2, 5].

Среди кварцитов выделяют следующие генетические типы, возникшие: 1) в процессе метаморфизма обогащенных кварцем пород (кварцевые пески, силициты, кислые магматиты) при повышенных давлениях, 2) в условиях контактового метаморфизма путем рекристаллизации богатых кварцем пород, 3) под воздействием метаморфических процессов по мономинеральным кварцевым исходным породам, 4) в результате заполнения пор псаммитов мобилизованным кремнеземом.

Авторы статьи выделяют среди кварцитов метакварциты (с дальнейшими подразделениями) и диакварциты. Термин «метакварцит» давно используется в английской литературе и характеризует метаморфизованную кварцевую породу, образованную в результате вышеперечисленных процессов — типы 1—3. Добавление букв и цифр к названию «метакварцит» способствует более точному определению его генетического типа. Так, метакварцит по исходным магматическим породам можно обозначить буквой  $\alpha$ , а по осадочным —  $\beta$ . Кварциты, образованные под воздействием повышенного давления из кварцевых песков или силицитов, обозначаются как метакварцит  $1\beta$ . При этом в случае известного исходного материала не исключаются названия «метапсаммиты», «метакремнистые сланцы» и др. С типом  $1\beta$  тесно связаны псаммиты, процесс уплотнения которых в основном обусловлен растворением в условиях повышенного давления, — так

называемые друкварциты [6]. По твердости большинства этих кварцитов занимают промежуточное положение между нормальными песчаниками, у которых раздробление происходит вдоль границ зерен, и кварцитами в вышеотмеченном понимании. Переходные по твердости типы часто называют кварцитовыми песчаниками. К такому пониманию присоединяются и авторы.

Кварциты могут образоваться также из разных магматитов, главным образом из риолитов и андезитов, метасоматическим путем во время поствулканических процессов [5]. В советской литературе подобные образования называются вторичными кварцитами, а согласно авторам статьи, они относятся к генетическому типу метакварцитов—3.

Для кварцитов, образовавшихся за счет окремнения, т. е. за счет диагенетического процесса заполнения порового пространства псаммитов кремнеземом, предлагается термин «диакварцит», для соответствующих окремнелых (силифицированных) песчаников — «цементный кварцит» или «киткварцит» [6]. К этому типу относятся широко распространенные третичные кварциты.

В английской литературе часто встречается термин «ортокварцит» для кварцевых песчаников, включающих в той или иной степени уплотненный материал, однако употребление его может внести путаницу, так как под ортопорадами подразумеваются метаморфиты, возникшие по магматитам. Кроме того, с термином «кварцит» связывается представление об очень твердой породе. Так же обстоит дело и с термином «паракварцит», не пользующимся в английской литературе широким распространением и представляющим собой синоним метакварцита. Термин «протокварцит» соответствует песчаникам с лабильными фрагментами пород (от 5 до 25%) — субграувакки, богатые кварцем [7].

Горная Академия  
Секция геонаук  
ГДР, Фрайберг

(Поступило 18.4.1986)

პატროლოგია

მ. კურე, ვ. ლემკე, რ. ვინხოლცი

ზოგბიერთი უნივერსა ტერმინ „კვარციტი“ შესახებ

რეზიუმე

გენეზისის მიხედვით კვარციტებს შორის გამოყოფილია მეტაკვარციტები და დიაკვარციტები. პეტროგრაფიული ნიშნების მიხედვით კვარციტებს მიეკუთვნება ყველა მარცვლოვანი, უმთავრესად გრანოზლასტური სტრუქტურის კვარციანი ქანები, რომლებშიც მარცვლები მჭიდროდაა დაკავშირებული ურთიერთთან და ქანი იმსხვრევა მარცვლების საზღვრების გასწვრივ.

M. KURZE, W. LEMKE, R. WINCHOLZ

## SOME REMARKS ON THE TERM "QUARTZITE"

## Summary

Petrographically all granular and, predominantly, granoblastic quartzitic rocks whose grains are so firmly connected to each other that fracture takes place mainly along the grain contacts can be classified among quartzites. According to their genesis, several types of metaquartzites are distinguished.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. P. Niggli. Gesteine und Mineralagerstätten.- Basel:Birkhäuser, 1952.
2. W. Fritsch, H. Meixner, H. Weiseneder. Zur quantitativen Klassifikation der kristallinen Schiefer. 2. Mitteilung. N. Jb. Min., Mh., Stuttgart 1967, S. 364-376.
3. L. Pfeiffer, M. Kurze, G. Mathe. Einführung in die Petrologie. 2. Aufl. Berlin: Akademie-Verlag, 1985.
4. Петрографический словарь. М., 1981.
5. Г. М. Зарндзе. Петрография магматических метаморфических пород. М., 1981.
6. H. Füchtbauer, G. Müller. Sedimente und Schimentgesteine. Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 1970.
7. F. J. Pettijohn. Classification of sandstones. J. Geol., Chicago 62, 1954, 8. 360-365.

Г. И. НАСИДЗЕ, Р. А. АХВЛЕДИАНИ

О ХОДЕ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ПИРОКСЕНОВ И АМФИБОЛОВ  
 ИЗ ВУЛКАНОГЕННЫХ ПОРОД АДЖАРО-ТРИАЛЕТИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. И. Схиртладзе 2.4.1986)

Исследователи, изучающие вулканогенные породы, обычно имеют дело с суммарным продуктом интертеллурической и эффузивной стадии кристаллизации расплава [1], где существенное влияние на формирование пород и минералов оказывает ход кристаллизации [2]. Изученные мономинеральные фракции пироксенов и амфиболов являются суммарным продуктом обеих стадий кристаллизации и отвечают минералам как основной массы, так и вкрапленникам.

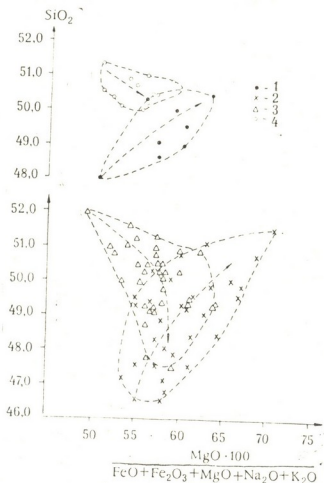


Рис. 1. Распределение содержания кремнезема в ходе кристаллизации базальтовых пород центральной части Аджаро-Триалетии (1—адигенская свита, 2—секущие жилы среднеэоценовых брекчий, 3—лавовые покровы среднего эоцена, 4—палеоцен-нижнеэоценовые силлы)

Ход кристаллизации минералов был прослежен на основании распределения содержания кремнезема и магнелиальности с коэффициентом затвердевания [2], выраженным отношением MgO к сумме окис-

лов железа, щелочей и магния (рис. 1, 2, 3), в ходе формирования базальтоидных пород Аджаро-Триалетии.

Анализ диаграммы (рис. 1) по пироксенам из центральной части региона показал, что для андезитов и андезитофацитов известковой серии палеоцен-нижнеэоценового цикла района с. Вашловани дифференциация состава авгитов по силицию происходит в узких пределах и с увеличением степени раскристаллизованности пород, выраженной в условных единицах, колеблется от 50 до 60%, причем отмечается тенденция падения кремнезема в авгитах с увеличением степени затвердевания. Аналогичная тенденция наблюдается и для эндиопсидов лавовых фаций базальтов и андезитобазальтов субщелочной серии (Квабисхевская свита).

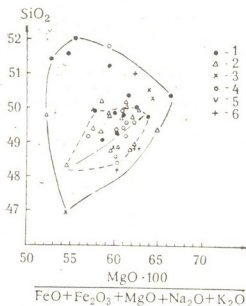


Рис. 2. Распределение содержания кремнезема в ходе кристаллизации базальтовых пород Аджарии и Гурии (1 — среднеэоценовые брекчии, 2 — лавовые покровы, 3 — секущие жилы, 4 — туфопесчаники, 5 — цемент среднеэоценовых брекчий, 6 — интрузивы)

Иную картину кристаллизационной дифференциации, а вместе с ней распределения кремнезема дают диопсиды жильных образований субщелочной серии верхней туфобрекчиевой части вулканогенной толщи среднего эоцена (дворская свита) и авгиты из трахибазальтов и трахиандезитов щелочной серии адигенской свиты. В них предел раскристаллизованности колеблется в более широких пределах (от 53 до 71%) и имеет место повышение содержания кремнезема в пироксенах с увеличением степени затвердевания.

С явлением различного хода кристаллизации связан ряд особенностей, выраженных, с одной стороны, более высокой щелочностью пород жильных образований среднего эоцена и особенно адигенской свиты, а с другой — присутствием в них амфиболов в парагенезисе с пироксеном, чего не наблюдается в силловых фациях палеоцена-нижнего эоцена и лавах среднего эоцена, по-видимому, из-за меньшей водонасыщенности последних.

На рис. 2 приведено распределение содержания кремнезема в ходе кристаллизации из суммарных выборок базальтовых пород вулканогенных комплексов Аджарии (сплошная линия) и Гурии (пунктирная линия) с учетом литологии пироксеносодержащих пород. Кристаллизация пироксенов из Гурии по сравнению с пироксенами из Аджарии, происходит в более узких пределах, и коэффициент затвердевания локализуется в интервале от 54 до 64% (в пироксенах из Аджарии от 52 до 67%) с небольшим разбросом содержания кремнезема. Прослеживается также тенденция хода кристаллизации, когда с увеличением степени затвердевания отмечается повышение содержания кремнезема, чего не обнаруживается в пироксенах Аджарии, хотя для некоторых





типов пород, например брекчий, оно фиксируется и выявляет противоположную тенденцию.

Весьма показательное распределение магнезиальности изученных пироксенов в процессе кристаллизации, которое имеет определенные закономерности их размещения в зависимости от состава пород и времени затвердевания (рис. 3).

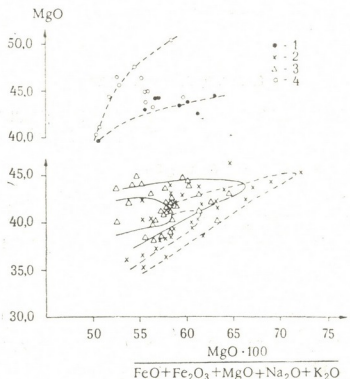


Рис. 3. Распределение магнезиальности в ходе кристаллизации базальтовых пород центральной части Аджаро-Триалетин (1 — адигенская свита, 2 — секущие жилы среднеэоценовых брекчий, 3 — лавовые покровы среднего эоцена, 4 — палеоцен-нижнеэоценовые силлы)

Наиболее существенное, четко фиксируемое, типоморфное отличие заключается в том, что для пород палеоцена-нижнего эоцена характерно присутствие авгитов, обогащенных клиноэнстатитом, в ассоциации с ромбическим пироксеном, тогда как для адигенской свиты, для которой характерно повышенное значение окислительного потенциала, кристаллизуются относительно менее магнезиальные авгиты в ассоциации с роговой обманкой.

Для пироксенов из пород основной массы вулканогенов среднего эоцена наблюдаются два типа кристаллизации: первый — ромбический пироксен + эндиопсид → эндиопсид — характерен для базальтового ряда пород; второй — ромбический пироксен + диопсид → диопсид — отмечается в породах андезитового ряда. В обоих случаях с увеличением кристалличности вмещающих пород и уменьшением температуры и давления левая часть равновесия заменяется правой.

В отличие от пироксенов, амфиболы характеризуются более низким коэффициентом затвердевания, что указывает на более раннюю стадию их кристаллизации. Это явление свидетельствует о том, что образование водосодержащих минералов, в том числе и амфиболов, происходило в основном в интертеллурическую — высокотемператур-

ную стадию кристаллизации расплава [1], а образование пироксенов продолжалось также в эффузивную — более низкотемпературную стадию кристаллизации.

Академия наук Грузинской ССР  
 Геологический институт  
 им. А. И. Джанелидзе

(Поступило 3.4.1986)

მინერალოგია

ბ. ნასიძე, რ. ახვლედიანი

აძარა-თრიალეთის ვულკანოგენური ქანების პიროქსენებისა და  
 ამფიბოლების კრისტალიზაციის შესახებ

რეზიუმე

მინერალებში კაემიწისა და მაგნიუმიანობის კაემირი გამყარების კოეფი-  
 ციენტთან საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ პიროქსენებისა და ამფიბოლების  
 კრისტალიზაციის თავისებურებანი სხვადასხვა ტიპის ვულკანოგენურ ქანებში.

MINERALOGY

G. I. NASIDZE, R. A. AKHVLEDIANI

## ON CRYSTALLIZATION OF PYROXENES AND AMPHIBOLES FROM THE ADJARO-TRIALETI VOLCANIC ROCKS

### Summary

Relationship between silica content and magnesiability in minerals with their solidification ratio enables one to determine crystalline features of pyroxenes and amphiboles in various volcanic rocks.

### ლიტერატურა—ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. С. Остроумова, И. Я. Ценер, А. Г. Сысоев. ЗВМО, вторая серия, ч. 105, вып. 2, 1976.
2. Х. Куно. В кн.: «Химия земной коры», т. 2. М., 1964.

МЕТАЛЛУРГИЯ

Р. А. ЦХАДАЯ, Д. И. БАГДАВАДЗЕ,  
 Г. Г. ГВЕЛЕСИАНИ (член-корреспондент АН ГССР)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СИСТЕМЕ  
 $Mn-Si-Ca-O-C$

В настоящей работе изучена кинетика совместного восстановления смесей оксидов марганца, кремния и кальция углеродом на высокотемпературной установке с автоматической записью скорости процесса по методу, описанному в [1]. В качестве исходных материалов использованы: бой кварцевого стекла, оксиды марганца ( $Mn_2O_3$ , полученный прокаливанием при  $500-600^\circ C$  перекиси марганца) и кальций квалификации ч.д.а., а также спектрально чистый графит. Последний во всех опытах брали в количествах, соответствующих полному восстановлению оксидов с образованием  $CO$ . В экспериментах использовали порошки реагентов крупностью  $<0,07$  мм. Шихту (10–12 г) готовили путем длительного смешения реагентов, после чего ее брикетировали при давлении  $150 \text{ кг/см}^2$ .

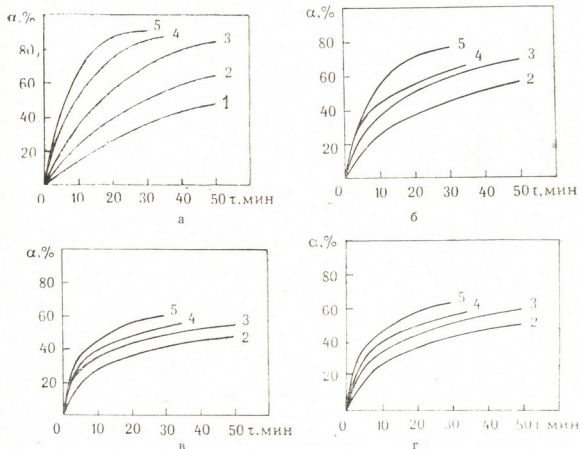


Рис. 1. Суммарные кинетические кривые совместного восстановления смеси оксидов  $MnO$ ,  $SiO_2$  и  $CaO$  графитом. Состав шихты — мол. отн.  $MnO/SiO_2=2$  с добавкой  $CaO$  — 5 масс. % (а); 10 масс. % (б); 15 масс. % (в); 20 масс. % (г); 1— $1450^\circ C$ ; 2— $1500^\circ C$ ; 3— $1550^\circ C$ ; 4— $1600^\circ C$ ; 5— $1650^\circ C$

Перед каждым опытом осуществляли восстановление  $Mn_2O_3$  шихты до  $MnO$  при  $\sim 1000^\circ C$ .

При изучении особенностей этого процесса использованы шихтовые материалы восьми составов: мольное отношение  $MnO/SiO_2=2$  и 1 с добавкой  $CaO$  — 5; 10; 15 и 20 масс.%.  
 На рис. 1 даны результаты опытов по восстановлению шихты мольного состава  $MnO/SiO_2=2$  с разной добавкой  $CaO$ . Во всех случаях повышение температуры от 1500 до 1650°C интенсифицирует протекание процесса. Эффект влияния температуры на кинетику и степень восстановления ( $\alpha$ ) наиболее наглядно демонстрируется при использовании шихты с добавкой 5 масс.%  $CaO$ , для которой процесс выше 1550°C заканчивается практически за 30 мин. В случае использования больших количеств оксида кальция наблюдаются относительно низкие скорости восстановления, а для шихты с добавкой 20 масс.%  $CaO$  процесс после 30 мин практически затухает с низким значением  $\alpha$ .

Аналогичная картина влияния температуры наблюдается и при восстановлении шихты мольного состава  $MnO/SiO_2=1$ . Отличие заключается в том, что, несмотря на невысокие начальные скорости процесса, конечный показатель восстановления для температур  $>1550^\circ C$  выше, чем у шихты мольного состава  $MnO/SiO_2=2$ .

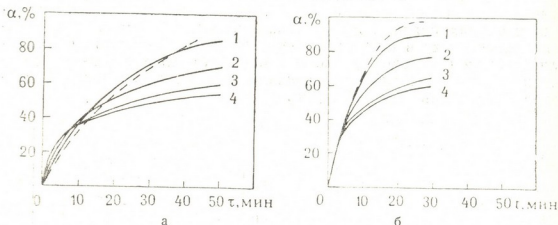


Рис. 2. Суммарные кинетические кривые совместного восстановления смеси оксидов  $MnO$ ,  $SiO_2$  и  $CaO$  графитом. Температура: 1550°C (а); 1650°C (б). 1—5 масс.%  $CaO$ ; 2—10 масс.%  $CaO$ ; 3—15 масс.%  $CaO$ ; 4—20 масс.%  $CaO$ . Состав шихты—мол. отн.  $MnO/SiO_2=2$ . — — — без добавки  $CaO$ , — — — с добавкой  $CaO$

На рис. 2 представлены результаты опытов по влиянию количества добавки  $CaO$  в шихту (мольное отношение  $MnO/SiO_2=2$ ) на кинетику восстановления. При температуре 1550°C его увеличение обуславливает повышение начальной скорости восстановления и соответственно снижение величины  $\alpha$ . С ростом температуры эта закономерность проявляется в меньшей степени, однако конечные результаты опытов аналогичны наблюдаемым при более низких температурах.

Для всех исследуемых температур, за исключением 1650°C, начальная скорость восстановления двухкомпонентной шихты ( $2MnO+SiO_2$ ) ниже таковой для смесей с добавкой  $CaO$ . Однако к концу процесса ее степень восстановления характеризуется более высокими показателями по сравнению с шихтой с  $CaO$ .

Полученные данные о влиянии добавок оксида кальция в шихту, очевидно, следует объяснить ослаблением в расплаве связи оксида марганца с кремнеземом за счет образования новых более устойчивых комплексов между  $CaO$  и  $SiO_2$ . Это и обуславливает увеличение начальной скорости процесса (в основном за счет  $MnO$ ), а в последующем его ухудшение из-за осложнения условий восстановления  $SiO_2$  [2]. Эффект тем нагляднее, чем больше содержание оксида кальция в шихте и ниже температура процесса (из-за ослабления связей меж-

ду  $\text{CaO} - \text{SiO}_2$  при высоких температурах). Вышесказанным и следует объяснить также низкие начальные и высокие конечные скорости восстановления двухкомпонентной шихты по сравнению с шихтой с  $\text{CaO}$ .

Наблюдаемая закономерность не воспроизводится при восстановлении шихты мольного состава  $\text{MnO}/\text{SiO}_2=1$  с добавкой  $\text{CaO}$  из-за высокого содержания кремнезема.

Полученные сплавы при восстановлении шихт мольного состава  $\text{MnO}/\text{SiO}_2=2$  и 1 с добавкой 10 масс. %  $\text{CaO}$  содержат соответственно: марганца — 78,0—72,7; кремния — 17,6—24,6; кальция — 0,7—0,7, углерода — 2,5—1,4.

Академия наук Грузинской ССР

Институт металлургии

им. 50-летия СССР

(Поступило 28.2.1986)

შეჯამება

რ. ცხადია, ვ. ბაღდავაძე, ბ. ზვილსინანი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

შროთიეროქსიდების შესწავლა  $\text{Mn-Si-Ca-O-C}$  სისტემაში

რეზიუმე

მაღალტემპერატურაზე დანადგარზე პროცესის მსვლელობის დროს წონის დანაკარგის უწყვეტი ავტომატური ჩაწერით 1450—1650°C ტემპერატურულ შუალედში შესწავლილია სხვადასხვა შედგენილობის  $\text{MnO}-\text{SiO}_2-\text{CaO}$  ნარევის ნახშირბადით აღდგენის კინეტიკა.

METALLURGY

R/ A. TSKHADAIA, D. I. BAGDAVADZE, G. G. GVELESIANI

INVESTIGATION OF INTERACTION IN  $\text{Mn-Si-Ca-O-C}$  SYSTEMS

Summary

Kinetics of reduction processes of  $\text{MnO-SiO}_2-\text{CaO}$  mixture by graphite has been investigated at different temperatures by the weight decrease method on a high temperature installation with continuous automatic recording. During the study 8 different compositions of charge were used, the mole ratio  $\text{MnO}/\text{SiO}_2=2$  and 1 with additions of  $\text{CaO}$ -5, 10, 15 and 20 mass %. It has been established that a rise in temperature increases the rate of the process; for charges with  $\text{MnO}/\text{SiO}_2=2$  an increase of  $\text{CaO}$  content steps up the initial rate of reduction process and, accordingly, decreases the degree of charge reduction; such dependence is not observed for charges with  $\text{MnO}/\text{SiO}_2=1$ .

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Г. Гвелесиани, Д. И. Багдавадзе, Р. А. Цхадая. Сб. «Совершенствование технологии производства марганцевых сплавов». Тбилиси, 1983, 72—84.
2. Д. А. Қисин, А. Г. Ященко, Н. М. Москалева. Сб. «Марганец», 2 (61). Тбилиси, 1978, 42—57.

З. У. ДЖАБУА, Т. О. ДАДИАНИ, Л. Н. ГЛҮРДЖИДЗЕ,  
Э. В. ДОКАДЗЕ, В. В. САНАДЗЕ

## ПРИГОТОВЛЕНИЕ ТОНКИХ ПЛЕНОК МОНОАНТИМОНИДА САМАРИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Г. Гвелеснани 9.4.1986)

Моноантимониды редкоземельных элементов считаются перспективными материалами для микроэлектроники [1, 2], и поэтому разработка технологии получения тонких пленок этих соединений является актуальной задачей.

В настоящей работе разработана технология приготовления тонких пленок моноантимонида самария методом вакуумного термического напыления из двух независимых источников на подложках из лейкосапфира, поликристаллического ситалла и монокристаллического кремния. В качестве исходных материалов использовались металлический самарий I сорта и сурьма марки Су 0000. Толщина приготовленных пленок составляла  $0,2 \div 1,3$  мкм. Фазовый состав и кристалличность проверялись рентгенодифрактометрическими исследованиями. Проведенные эксперименты показали, что на всех использованных материалах подложки образуются кристаллические пленки. Типичная дифрактограмма тонкой пленки SmSb представлена на рис. 1. Параметр решетки оказался равным  $(6,27 \pm 0,01) \cdot 10^{-10}$  м, что

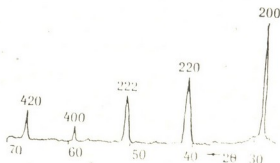


Рис. 1. Дифрактограмма тонкой пленки моноантимонида самария (толщина пленки  $\sim 1,2$  мкм, материал подложки — ситалл, излучение —  $\text{CuK}\alpha$ )

хорошо согласуется с литературными данными для объемного кристалла [3]. Пребывание полученных пленок на воздухе в течение примерно 3—4 дней не приводит к появлению дополнительных линий на дифрактограмме, что, по-видимому, говорит об относительной устойчивости пленки на воздухе.

Для определения электрофизических параметров на приготовленные пленки методом вакуумного термического испарения были нанесены обычные двухслойные контактные площадки, состоящие из хро-





მა (нижний слой) и меди. Измерения эффекта Холла и сопротивления проводились на постоянном токе при 300 К, а величина постоянного магнитного поля составляла  $1,4 \cdot 10^6$  А/м.

Электросопротивление пленок при комнатной температуре  $3 \cdot 10^{-6}$  Ом·м довольно хорошо согласуется с величиной  $\rho$  объемного материала [4]. Величина же постоянной Холла оказалась несколько меньше ( $\sim 3 \cdot 10^{-10}$  м<sup>3</sup>/Кл), что меньше также значения, которое соответствует одному свободному носителю на атом самария. Мала и величина холловской подвижности  $\sim 10^{-4}$  м<sup>2</sup>/В с. Видимо, следует предположить, что в пленках моноантимонида самария электропроводность обусловлена и электронами, и дырками. Поскольку в этом случае нельзя применять однозонное приближение, то трудно судить о величине концентрации свободных носителей в приготовленных пленках.

Можно также отметить, что значения электрофизических параметров пленок SmSb очень близки к результатам, полученным для этих величин пленок «золотой» фазы моносульфида самария, где, как известно, атом самария находится в состоянии промежуточной валентности.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 11.4.1986)

მეტალურგია

ზ. ჯაბუა, თ. დადიანი, ლ. გლურჯიძე, ე. დოკაძე, ვ. სანაძე

სამარიუმის მონოანტიმონიდის თხელი ფირების მიღება

რეზიუმე

დამუშავებულია SmSb თხელი ფირების მიღების ტექნოლოგია ვაკუუმურ-თერმული აორთქლების მეთოდით. 300 კ-ზე თხელი ფირების კუთრი ელექტროწინაობისა და ჰოლის კოეფიციენტის მნიშვნელობები შესაბამისად ტოლია  $\sim 3 \cdot 10^{-6}$  ომი·მ და  $\sim 3 \cdot 10^{-10}$  მ<sup>3</sup>/კ.

METALLURGY

Z. U. JABUA, T. O. DADIANI, L. N. GLURJIDZE, E. V. DOKADZE,  
V. V. SANADZE

PREPARATION OF THIN SAMARIUM MONOANTIMONIDE FILMS

Summary

Procedures and techniques have been developed for the preparation of thin SmSb films by the method of vacuum thermal deposition. Electrical resistance of prepared films amounts to  $\sim 3 \cdot 10^{-6}$  Ohm·m and the Hall coefficient to  $\sim 3 \cdot 10^{-10}$  m<sup>3</sup>/C at 300 K.



## ЎҚИЎГАҒИ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. В. Самсонов, М. Н. Абдусалямова. Сб. «Антимониды». Душанбе, 1977, 94—132.
2. Г. В. Самсонов, М. Н. Абдусалямова, О. Р. Бурнашев, Э. П. Григорьева. Сб. «Исследование свойств соединений РЗМ». Киев, 1975, 62—65.
3. Г. В. Самсонов, М. Н. Абдусалямова, Х. Шокиров, С. А. Прякина. Изв. АН СССР, Неорг. мат., т. 10, № 11, 1974, 1951—1954.
4. М. Н. Абдусалямова, Ю. Б. Падерно, Л. А. Иванченко, Х. Шокиров. Сб. «Тугоплавкие соединения редкоземельных металлов». Новосибирск, 1978, 105—109.

В. И. ЕРЕМЕНКО, Л. Е. ГУКАСЯН, Д. А. НОЗАДЗЕ

### КОНЦЕНТРАЦИЯ ПРОДОЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ВОКРУГ ХРУПКОГО РАЗРУШЕННОГО ВОЛОКНА КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА С ПЛАСТИЧНОЙ МАТРИЦЕЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Р. Ш. Адамия 14.5.1987)

Для изучения поля напряжений в волокнистом композиционном материале (ВКМ) вокруг разрушенного волокна в работе [1] впервые решена объемная задача упругости при продольном нагружении ВКМ. При этом рассмотрены только разрушенное волокно и окружающая его матрица. Однако для оценки прочности ВКМ необходимо также знать поле напряжений в волокнах, ближайших к разрушенному, и учитывать пластичность матрицы.

В настоящей работе предпринята попытка выявить поле продольных напряжений (ПН) в ближайших к разрушенному неразрушенных волокнах. Для этого методом конечных элементов решена объемная

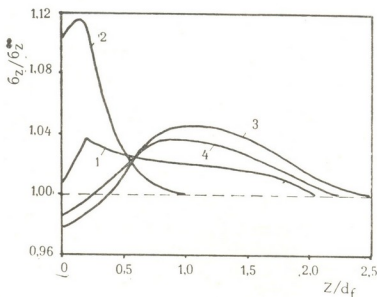


Рис. 1. Изменение продольных напряжений на поверхности неразрушенного волокна в продольном направлении: 1,3 — упруго-пластическое решение; 2,4 — упругое решение; 1,2 —  $V_f = 0,67$ ; 3,4 —  $V_f = 0,27$

упруго-пластическая задача. Для повышения точности расчетов применено адаптируемое изменение сетки конечных элементов. ВКМ моделировался так же, как в работе [1], с той разницей, что два коаксиальных цилиндра, имитирующие разрушенное волокно и матрицу, заключены в третий коаксиальный цилиндр, имитирующий неразрушенное волокно. Место разрушения волокна трактовалось как диско-

39. „მეცნიერება“, ტ. 127, № 3, 1987



образная трещина, не проникающая в матрицу. Принималось, что волокно деформируется только упруго, а кривая растяжения матрицы аппроксимировалась кусочно-линейной функцией. В области пластической деформации матрицы учитывалось изменение коэффициента Пуассона.

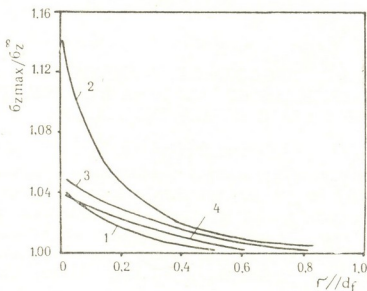


Рис. 2. Изменение максимальных продольных напряжений в неразрушенном волокне в радиальном направлении: 1,3—упруго-пластическое решение; 2,4—упругое решение; 1,2— $V_f = 0,67$ ; 3,4— $V_f = 0,67$

На рис. 1 и 2 приведено распределение локальных ПН  $\sigma_z$  в волокне, ближайшем к разрушенному, для боралюминия со стандартной, мало упрочняемой и пластичной матрицей АД1. В расчетах принималось: модуль упругости волокна—420000 МПа; коэффициент Пуассона волокна—0,11 [2]; модуль упругости матрицы—70000 МПа; коэффициент Пуассона матрицы в упругой области—0,31. Предполагалось, что волокна нагружены

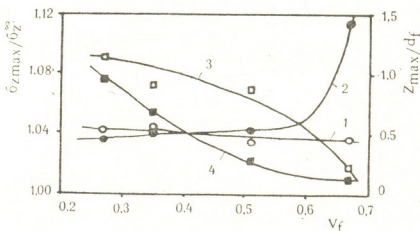


Рис. 3. Зависимость максимальных продольных напряжений в неразрушенном волокне и их продольной координаты от объемной доли волокон: 1,3—упруго-пластическое решение; 2,4—упругое решение; 1,2— $z_{\max}$ ; 3,4— $z_{\max}$

ПН растяжения  $\sigma_z^\infty = 1000$  МПа. Отметим, что увеличение  $\sigma_z^\infty$  в 2 раза привело к двукратному росту  $\sigma_z$ , что позволило представить изменение локальных ПН в безразмерных единицах  $\sigma_s/\sigma_z^\infty$ , характеризующих концент-



рацию продольных напряжений (КПН). По оси абсцисс отложены текущие координаты поля напряжений в продольном ( $z$ ) и радиальном ( $r$ ) направлениях в долях диаметра  $d_f$  волокна, начало координат — в точке пересечения плоскости трещины с образующей рассматриваемого волокна. Полученные графики показывают, что максимальные значения ПН  $\sigma_{z_{\max}}$  как при упругом, так и при упруго-пластическом решении достигаются не в плоскости трещины, а на некотором расстоянии  $z_{\max}$  от нее, причем чем меньше объемная доля  $V_f$  волокна, тем больше  $z_{\max}$ , что более наглядно представлено на рис. 3. Наиболее нагруженной оказывается поверхность волокна (рис. 2), ближайшая к трещине ( $r=0$ ). Сопоставление кривых 1 и 2 на рис. 3 показывает, что КПН слабо зависит от  $V_f$  как в упругом, так и в упруго-пластическом решении и приблизительно равна 1,04. Исключения составляют ВКМ с  $V_f > 0,6$ , для которых при упругом решении с увеличением  $V_f$  наблюдается резкий рост КПН. В связи с тем что прочность хрупких волокон зависит от их длины, важное значение приобретает протяженность  $z_c$  зоны КПН в продольном направлении. Приведенные на рис. 4 кривые показывают, что при упругом решении поставленной задачи  $z_c$  уменьшается с увеличением  $V_f$ , а при упруго-пластическом —  $z_c$  не зависит от  $V_f$  и равна двум диаметрам волокна.

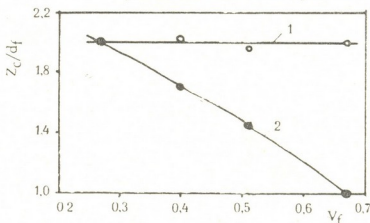


Рис. 4. Зависимость протяженности зоны концентрации продольных напряжений от объемной доли волокон: 1 — упруго-пластическое решение; 2 — упругое решение

Таким образом, в ВКМ с пластичной, слабо упрочняемой матрицей протяженность зоны и величина концентрации продольных напряжений в волокнах, окружающих разрушенное, не зависят от объемной доли волокон.

В сравнении с упругим решением учет пластической деформации матрицы приводит к снижению величины концентрации продольных напряжений в ВКМ с объемной долей волокон, превышающей 0,6, и возрастанию протяженности зоны концентрации продольных напряжений в ВКМ с объемной долей волокон, превышающей 0,25.

3. ერემენკო, ლ. გუკასიანი, დ. ნოზადე

პლასტიკური მატრიცის მკონე კომპოზიციურ მასალაში მყიფე დარღვეული ბოჭკოს ბარშიმომ ბრძივი ძაბვების კონცენტრაცია

რეზიუმე

გრძივი ძაბვებით დატვირთულ ბორალუმინის ტიპის ბოჭკოვან კომპოზიტში სასრული ელემენტების მეთოდით ამოხსნილია მოცულობით დრეკადი და დრეკად-პლასტიკური ამოცანა. ანგარიში შესრულებულია კოაქსიალური ცილინდრების მოდელზე, სადაც იმიტირებულია დარღვეული ბოჭკო, მისი გარემომცველი მატრიცის ფენა და უახლოესი დაურღვეველი ბოჭკოები. შესწავლილია გრძივი ძაბვების ცვლილების ძირითადი კანონზომიერებანი, რომლებიც ახდენენ უმთავრეს გავლენას ბოჭკოვანი კომპოზიტის სიმტკიცეზე მატრიცის დრეკადი და დრეკად-პლასტიკური დეფორმაციებისას.

METALLURGY

V. I. EREMENKO, L. E. GUKASYAN, D. A. NOZADZE

CONCENTRATION OF LONGITUDINAL STRESSES AROUND  
BRITTLE DESTROYED COMPOSITE MATERIAL FIBRE  
WITH ELASTIC MATRIX

Summary

Volume elastic and elastic-plastic problems for fiber composites of bor-aluminium type loaded with longitudinal stresses have been solved by the method of finite elements. Calculation has been carried out on a coaxial cylinder model, simulating the destroyed fiber, matrix layer and the nearest undestroyed fibers. The main regularities of longitudinal stress changes affecting fiber composite strength have been studied at elastic and elastic-plastic matrix strain.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. W. L. Ko. J. Composite Materials, 1978, v. 12, N 1, p. 97—115.
2. А. Ф. Жигач, А. М. Цирлин. ЖВХО, т. 23, № 3, 1978, 264—272.





Р. Р. КОБИНАШВИЛИ

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ЦВМ ДИНАМИЧЕСКИ НЕУСТОЙЧИВОГО ПРОЦЕССА ПРОКАТКИ ПРИ БУКСОВАНИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. В. Хвингия 16.3.1987)

При использовании метода двоянной прокатки слитков, а также в случае перевода реверсивных прокатных станов на автоматическое управление возрастает потребность в надежной защите конструкции от пробуксовок. Для этого необходимо разработать эффективные средства обнаружения пробуксовок в начальной стадии их возникновения и последующей выдачи сигнала на быстро реагирующее устройство с целью предотвращения развития динамических нагрузок до опасных критических величин. Искомый параметр электромеханической системы должен удовлетворять следующим условиям: практически мгновенно реагировать на начало буксования валков; изменяться по величине при переходе к неустойчивому режиму работы стана; возможностью вывода параметра регулирования работающего агрегата простейшими средствами.

Экспериментальный поиск такого параметра практически нереализуем, так как связан с возникновением аварийных ситуаций. Более приемлимым является поиск методов математического моделирования пробуксовок на ЦВМ.

Условие частичного буксования выполняется при

$$\gamma_1 > 0; \quad \gamma_2 \leq 0; \quad (1)$$

условию полного буксования соответствует

$$\gamma_1 \leq 0; \quad \gamma_2 < 0, \quad (2)$$

где  $\gamma_1, \gamma_2$  — критические углы на верхнем и нижнем валках при прокатке в валках неравного диаметра [1].

С переходом от устойчивого режима прокатки на полное буксование валков момент технологического сопротивления претерпевает разрыв и определяется по формуле

$$M_i = f_{cki} P_i R_i \quad (i=1, 2), \quad (3)$$

где  $f_{cki}$  — коэффициент трения скольжения;  $P_i$  — усилие прокатки;  $R_i$  — радиус вала (индексом  $i=1$  обозначены характеристики вала меньшего диаметра, индексом  $i=2$  — большего диаметра).

Коэффициент трения скольжения получен в результате математической обработки экспериментальных кривых [2]; для участка падающей характеристики получена следующая зависимость коэффициента трения от скорости скольжения:

$$f_{cki} = f_{ni} - \sum_{n=1}^7 a_n V_i^n. \quad (4)$$



Здесь  $f_{n,i}$  — коэффициент трения покоя;  $V_i$  — круговая скорость валька;  $a_n$  — постоянные коэффициенты; для стали 40  $a_1 = 0,3933443$ ,  $a_2 = -0,288905$ ,  $a_3 = -0,0586952$ ,  $a_4 = 0,2120635$ ,  $a_5 = -0,120022$ ,  $a_6 = 0,0287659$ ,  $a_7 = -0,0025256$ . Расчетные значения  $f_{\text{скт}}$  по формуле (4) отличаются от данных, полученных экспериментально, на 1—3% при

$$0 < V_i \leq 3 \text{ м/с.}$$

При устойчивости процесс прокатки момент инерции слитка распределяется между вальками равномерно. В условиях частичного буксования весь момент инерции присоединяется к верхнему вальку, а при полном буксовании валков момент инерции слитка  $J_0 = 0$ .

Ввод полученных зависимостей (1)—(4) в математическую модель трехмассовой электромеханической упругой системы главной линии обжимного прокатного стана типа 1000, движение которого описывается следующими дифференциальными уравнениями:

$$\begin{aligned} \frac{dJ}{dt} &= \frac{1}{L_{\text{Я}}} [U(t) - R_{\text{Я}}J - C_e \dot{\varphi}_{01}]; \\ \theta_1 \frac{d^2 \varphi_{01}}{dt^2} &= M_D - M_{12} - M_{13} - q_{12}(\dot{\varphi}_{01} - \dot{\varphi}_1) - q_{13}(\dot{\varphi}_{01} - \dot{\varphi}_2); \\ (J_1 + \theta_2) \frac{d^2 \varphi_1}{dt^2} &= M_{12} + q_{12}(\dot{\varphi}_{01} - \dot{\varphi}_1) - M_1; \\ (J_2 + \theta_3) \frac{d^2 \varphi_2}{dt^2} &= M_{13} + q_{13}(\dot{\varphi}_{01} - \dot{\varphi}_2) - M_2, \end{aligned} \quad (5)$$

позволяет наряду с устойчивым режимом работы получить неустойчивый режим работы стана (в уравнениях обозначения стандартные и приводятся в [3]).

Разработана ФОРТРАН-программа для ЦВМ ЕС, описывающая холостой режим движения и реверс главной линии обжимного прокатного стана, переходный и стационарный устойчивые режимы прокатки, частичное и полное буксование валков. Условия буксования валков в программе представлены в виде отдельного блока, который подключается при определенных, заранее неизвестных параметрах системы (скорость валков, материал и состояние поверхности валков, материал и температура поверхностей прокатываемого металла, присутствие печной окалины на поверхности металла, величина обжатия, радиус валков и др.).

В программе предусмотрено условие устойчивого захвата слитка вальками  $f_n \geq \text{tg} \left( \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} \right)$ ; при  $f_n < \text{tg} \left( \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} \right)$  захвата не происходит.

Результаты решения показывают, что в зависимости от температуры прокатываемого металла и состояния поверхности валков при обжатии  $\Delta H = 70$  мм предельная скорость устойчивого захвата валков колеблется в пределах 20—30 об/мин.

На рис. 1 представлены характерные кривые, полученные на модели при обжатии прокатываемого металла  $\Delta H = 70$  мм;  $M_{13}$  — колебания упругого момента нижнего шпинделя;  $P$  — усилие прокатки;  $\frac{d\varphi_{01}}{dt}$ ,  $\frac{d\varphi_2}{dt}$  — угловые скорости двигателя главного привода и нижнего валька;  $J$  — сила тока двигателя;  $\frac{d^2 \varphi_2}{dt^2}$  — угловое ускорение нижнего валька;  $U$  — напряжение цепи якоря двигателя. Результаты моделирования показывают, что при скорости



двигателя  $\frac{d\varphi_{01}}{dt} = 5,4$  рад/с происходит переход от устойчивого режима прокатки к полному буксованию валков, сопровождающийся падением силы тока двигателя главного привода. В главной линии стана возбуждаются автоколебания со значительными амплитудами. Упругие моменты проходят через нулевые значения, что приводит к раскрытию зазоров приводной линии, сопровождающееся ударами. На

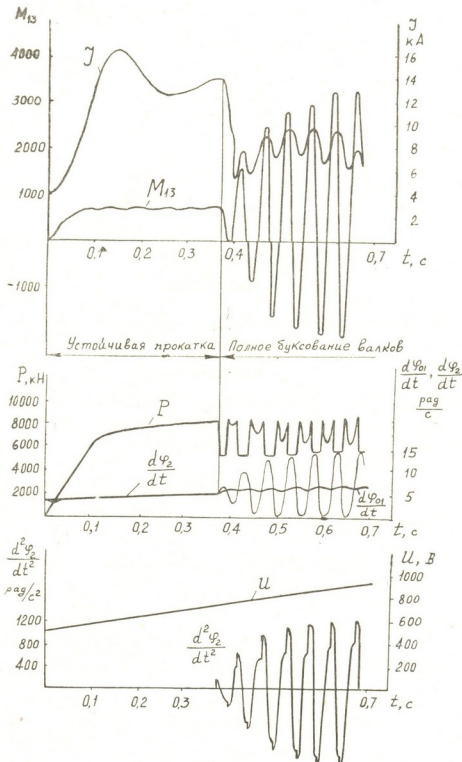


Рис. 1

осциллограмме наряду с механическими колебаниями видны колебания силы тока двигателя, что свидетельствует о взаимном влиянии механической и электрической систем. Двигатель главного привода слабо реагирует на крутильные колебания, поскольку момент инер-

ции якоря составляет примерно 95% общего момента инерции электро-механической системы.

Процесс полного буксования сопровождается высокоамплитудными колебаниями упругих моментов, усилия прокатки, скорости и ускорений валков. Коэффициент трения покоя в зависимости от величины параметров системы изменяется в пределах  $f_{pi} = 0,3-0,55$ ; коэффициент трения скольжения  $f_{cki} = 0,07-0,25$ .

Исследования показали, что наиболее подходящим параметром, отвечающим всем поставленным требованиям, является ускорение нижнего валка, которое можно использовать в качестве командного сигнала. В момент начала буксования возникающий скачкообразный сигнал ускорений валка поступает на блок управления двигателем. Двигатель реагирует на поступающий сигнал уменьшением оборотов, что приводит к увеличению коэффициента трения скольжения между валками и прокатываемым металлом, способствуя выводу стана из опасного режима.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт механики машин

(Поступило 13.3.1987)

მანქანათმშენებლობა

რ. კობიაშვილი

ციფრულ გამომთვლით მანქანაზე დინამიურად არამდგრადი გლინვის პროცესის მათემატიკური მოდელირება ასრიალების დროს

რეზიუმე

შედგენილია მომჭიმავი საგლინავი დგანის მთავარი ხაზის ელექტრო-მექანო-ტექნოლოგიური სისტემის მათემატიკური მოდელი, გლინვის სხმულეზე ასრიალების დაწყების პირობების გათვალისწინებით.

MACHINE BUILDING SCIENCE

R. R. KOBIAISHVILI

## MATHEMATICAL SIMULATION OF UNSTABLE MILLING PROCESS DYNAMICS AT SKIDDING ON DIGITAL COMPUTER

Summary

A mathematical model of the electro-mechanico-technological system of the pressing rolling-mill main line is constructed with regard for starting conditions of rollers skidding on metal.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Н. Выдрин. Динамика прокатных станов. Свердловск, 1960.
2. Ф. К. Иванченко, П. И. Полухин, М. А. Тылкин, В. П. Полухин. Динамика и прочность прокатного оборудования. М., 1970.
3. Р. Р. Кобиашвили Сообщения АН ГССР, 127, № 2, 1987.

В. Г. ПРОЗОРОВ, В. С. БААҚАШВИЛИ

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МЕХАНИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ КОЛЛЕКТОРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

(Представлено академиком Д. С. Тавхелидзе 30.1.1986)

Вопросы исследования механических свойств многослойных композиционных материалов, применяемых в качестве электроизоляционных прокладок в коллекторах электрических машин, изучены в настоящее время недостаточно.

Имеющиеся литературные данные упругого поведения миканитов и слюдопластов [1—5] противоречивы и недостаточно обоснованы экспериментально. Не исследовано влияние температуры на деформативные свойства коллекторных материалов, тогда как процесс формовки коллекторов производится по достаточно сложному температурному режиму. Данная статья посвящена экспериментальному исследованию механических свойств коллекторных композиционных материалов в интервале температур от 293 до 433°К и напряжений, достигающих значения 80 МПа.

Объектом исследования были образцы в форме параллелепипеда, набираемые из пластин миканита марки КФП и КФШ и слюдопласта КИФП. Эти материалы представляют собой прессованный и калиброванный по толщине листовый материал из щипанной слюды, склеенной лаком на основе полиэфирной смолы марки ТПФ-18 и шеллака. Толщина пластин составляла  $1,15 \pm 0,4$  мм. Из пластин вырезали квадраты со стороной  $25 \pm 0,2$  мм и набирали образцы в виде пакета из пяти пластин и четырех стальных прокладок с чистой поверхностью по высшему классу. Такой пакет обеспечивал имитацию рабочих условий и достаточную суммарную деформативность, необходимую для надежной регистрации процессов деформирования. Собранный таким образом пакет помещали между пуансонами универсальной машины УМЭ-10 ТМ и проводили испытания методом сжатия.

Регистрация деформаций осуществлялась при помощи съемного экстензометра, укрепленного на пуансонах машины. Точность измерений усилий и деформаций составляла  $\pm 2\%$  от измеряемой величины.

Нагрев образцов осуществляли в термокамере машины с погрешностью регулирования температур  $\pm 0,25\%$  от предела измерений.

Перед началом испытаний пакет образцов нагружали давлением 1МПа для устранения зазоров между стальными и изоляционными пластинами. При последующем нагружении на диаграммном аппарате машины фиксировали зависимость деформации от величины действующего усилия. При расшифровке диаграмм из суммарной деформации вычитали деформацию стальных пластин, получая кривые  $\sigma \sim \epsilon$  только для исследуемых материалов.

Программа испытаний изоляционных материалов включала три температуры (293, 373 и 433°К) и две скорости деформирования (0,5 и 50 мм/мин). Исследования показали, что изменения скорости деформирования на два десятичных порядка незначительно влияют на упругие свойства материалов. Так, например, при 433°К модуль упругости миканита КФШ увеличивается на 8%, а деформация при



фиксированном уровне напряжений — 0,8%. Подобным откликом на скорость деформирования характеризуются и другие исследуемые материалы. Это позволяет заключить, что при построении математической модели изоляционных материалов скорость деформирования (в диапазоне квазистатических нагрузжений) можно не учитывать.

Реологические свойства изоляционных материалов были изучены в режиме ползучести и при циклическом нагружении.

Эти опыты показали, что миканиты и слюдопласты указанных выше марок характеризуются практически упругим поведением. Их гистерезисные кривые остаются неизменными в любом цикле нагружения, а деформация ползучести не проявляется сколь-нибудь существенным образом. Это объясняется тем, что объемная доля связующего материала не превышает 4--5%, а сам наполнитель является чисто упругим материалом.

Анализ полученных кривых сжатия изоляционных материалов дает возможность разделить кривую  $\sigma \sim \varepsilon$  на два участка, характеризующихся различными углами наклона кривой или двумя модулями упругости (рис. 1). С повышением температуры модуль упругости на

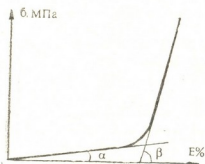


Рис. 1. Характерная кривая сжатия коллекторных композиционных материалов

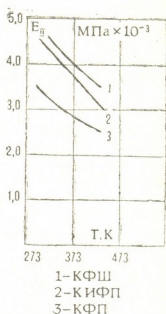


Рис. 2. Изменение модуля упругости на втором участке нагружения от температуры: 1—КФС; 2—КИФП, 3—КФП

первом участке практически не изменяется, тогда как на втором влияние температуры существенно. Этот факт можно объяснить тем, что при малых нагрузках происходит уплотнение структуры материала, в условиях которых не следует ожидать температурных влияний, поскольку в сопротивление не включаются силы межмолекулярного взаимодействия. При повышении уровня нагрузок сопротивление материалов определяется этими силами, которые существенно зависят от температуры. Изменение модуля упругости на втором участке в зависимости от температуры показано на рис. 2. Значение модуля упругости на первом участке составляет для материалов КФП, КФС и КИФП соответственно 67, 33 и 83 МПа.

Анализ экспериментальных данных свидетельствует, что механическое поведение изоляционных материалов может быть описано четырехпараметрической степенной моделью вида



$$\sigma = A_0 \left( \frac{T_0}{T_i} \right)^k \varepsilon^{n_0} \left( \frac{T_0}{T_i} \right)^c, \quad (1)$$

где  $\sigma$  и  $\varepsilon$  — напряжения деформации;  $T_0$  — температура приведения, выбираемая произвольно (принято  $T_0 = 293^\circ\text{K}$ );  $T_i$  — температура испытаний, К;  $A_0$  — параметр, учитывающий свойство материала, МПа;  $n_0$  — константа, определяемая при температуре приведения;  $k, c$  — константы, значащие при температурах, отличных от температуры приведения.

Введение отношения двух параметров температур в показатель степени уравнения (1) упрощает процесс отыскания значений параметра  $A_0$  и коэффициента  $n_0$ , что при температурах приведения  $T_i = T_0$  позволяет получить следующее упрощенное выражение:

$$\sigma = A_0 \varepsilon^{n_0}. \quad (2)$$

Отсюда параметр  $A_0$  и коэффициент  $n_0$  легко могут быть найдены по уточненному методу наименьших квадратов. Располагая кривыми сжатия при температурах 373 и 433°К, можно определить остальные параметры формулы (1).

Определение констант велось по специальной программе на ЭВМ ДВК-2. Значения полученных констант приведены в таблице, а сравнение расчета с экспериментом показано на рис. 3.

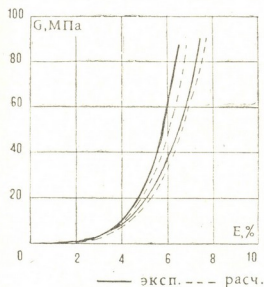


Рис. 3. Кривые сжатия миканита КФШ

Значение параметров математической модели композиционных материалов

| Материал | $A_0$                      | $n_0$   | $T_i$ | $k$      | $c$      |
|----------|----------------------------|---------|-------|----------|----------|
| КФП      | $1,32354 \times 10^{-0,4}$ | 6,38019 | 373   | -10,2767 | 1,16854  |
|          |                            |         | 433   | -7,3517  | 0,899059 |
| КФШ      | $4,88311 \times 10^{-0,4}$ | 5,6387  | 373   | -2,61553 | 0,490724 |
|          |                            |         | 433   | -3,47021 | 0,577587 |
| КИФП     | $1,36122 \times 10^{-0,4}$ | 7,30221 | 433   | -10,326  | 1,15437  |

Среднеквадратичная ошибка аппроксимации экспериментальных данных формулой (1) не превышает 25%.

Таким образом, построенная математическая модель механического поведения изоляционных материалов позволяет надежно прогнозировать связь между напряжениями и деформациями в условиях рабочих температур на различных стадиях изготовления коллекторов электрических машин.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 21.3.1986)

მანქანათმშენობლა

მ. პროზოროვი, ვ. ბააკაშვილი

კოლექტორული კომპოზიციური მასალების მექანიკური ქმედების მათემატიკური მოდელი

### რეზიუმე

მოცემულია ელექტროსაიზოლაციო კომპოზიციურ მასალათა მექანიკური თვისებების ექსპერიმენტული განსაზღვრის მეთოდი სხვადასხვა ტემპერატურისა და სიჩქარის პირობებში დატვირთვისას. ჩატარებულია ცდის მონაცემების ანალიზი და აღნიშნული კლასის მასალებისათვის აგებულია მექანიკური ქმედების მათემატიკური მოდელი.

სტანდარტული პროგრამით ეგმ-ზე განსაზღვრულია მათემატიკური მოდელის პარამეტრები.

MACHINE BUILDING SCIENCE

V. G. PROZOROV, V. S. BAAKASHVILI

## MATHEMATICAL MODEL OF MECHANICAL BEHAVIOUR OF COLLECTOR COMPOSITE MATERIALS

### Summary

Experimental methods for determining the mechanical properties of multilayer composite materials — micanites and micaplasts — under different temperature and velocity conditions of deformation and presented. Analysis of experimental data is made, and a mathematical model of mechanical behaviour for given materials is constructed. Parameters of the mathematical model are obtained by a standard computer program.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Сб. «Коллекторы электрических машин». Под ред. В. Н. Красовского. М., 1979.
2. В. Н. Красовский. Основы конструирования транспортных электрических машин. Л., 1970.
3. А. Б. Иоффе. Тяговые электрические машины. М.—Л., 1951.
4. А. Е. Алексеев. Конструкции электрических машин. М., 1958.
5. Н. В. Виноградов. Производство электрических машин. М.—Л., 1961.

Г. Е. КИКАЧЕИШВИЛИ, А. М. ЗИЛЬБЕРШТЕИН

## ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КОЛЬЦЕВЫХ ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ С УЧЕТОМ ОЧЕРЕДНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Г. Сванидзе 27.12.1985)

В связи с увеличением численности населения, повышении степени благоустройства и развития промпредприятий, происходит постоянное возрастание количества потребляемой воды. Рост водопотребления по времени равномерен, тогда как подача увеличенного количества воды осуществляется поэтапно, путем ввода в действие новых мощностей. Это обстоятельство вызывает необходимость расширения действующих сооружений на каждом последующем этапе. Поэтому те сооружения, расширение которых затруднительно, целесообразно возводить на полную мощность, с учетом потребностей последующих этапов, а сооружения, параметры которых сравнительно легко менять, рентабельнее развивать поэтапно.

Поэтапное строительство должно осуществляться таким образом, чтобы параметры системы, удовлетворяя на каждом этапе техническим и гидравлическим требованиям, характеризовались минимальным значением приведенной стоимости за полный расчетный срок действия.

Нахождение правильного проектного решения, связанного с многоэтапностью развития системы, является важной экономической задачей, позволяющей значительно снизить приведенную стоимость.

В настоящей статье излагается метод оптимизации кольцевых водопроводных сетей с учетом очередности строительства, т. е. поэтапного их развития.

Предположим, что необходимо спроектировать кольцевую сеть на некоторый расчетный период  $T$  лет. Весь расчетный период разделим на расчетные этапы строительства, в начале каждого из которых предполагается вводить новые добавочные мощности. Режимы работы системы на каждом этапе, т. е. расчетные расходы участков сети и водопитателей, считаются заданными.

Введем следующие обозначения:  $g$  — порядковые номера этапов строительства ( $g=1, 2, \dots, G$ );  $i$  — порядковые номера участков сети ( $i=1, 2, \dots, I$ );  $D_i^g$  — множество значений тех стандартных диаметров, которые характеризуют участок  $i$  на этапе  $g$  (комбинация диаметров);  $u$  — порядковые номера источников питания сети ( $u=1, 2, \dots, U$ );  $H_u^g$  — напор, создаваемый источником питания  $u$  на этапе  $g$ .

В работе [1] выбор оптимального сечения участка сети происходит из числа допустимых, т. е. „возможных диаметров“. Применительно к рассматриваемой задаче предлагается вместо „возможных диаметров“ ввести систему „возможных совокупностей комбинаций диаметров“  $D_i^g$ ,  $g=\overline{1, G}$ . Элементы совокупности комбинаций диаметров  $D_i^g$  для  $i$ -го участка характеризуют его развитие во времени, т. е. на каждом этапе  $g=\overline{1, G}$ . Комбинации диаметров  $D_i^g$  формируются до решения задачи в зависимости от



возможного способа развития участка (параллельная прокладка новых линий или перекладка ранее проложенных). Обозначим через  $j$  номер „возможной совокупности комбинаций диаметров“  $D_{ij}^g, g=\overline{1, G}$ , а множество номеров в системе для участка  $i$ —через  $J_i$ . Неизвестными, аналогично [1], считаются  $X_{ij}$ , т. е. части длины участка  $i$ , которые поэтапно характеризуются комбинациями диаметров  $D_{ij}^g$  из совокупности с номером  $j$ .

Очевидно, что сумма длин  $X_{ij}, j \in J_i$  должна быть равна длине участка  $l_i$ :

$$\sum_{j \in J_i} x_{ij} = l_i, \quad i = 1, 2, \dots, I. \quad (1)$$

Потери напора на участке  $i$  на этапе  $g$  запишутся как  $\sum_{j \in J_i} A_{ij}^g x_{ij}$ , где  $A_{ij}^g$  — потери напора на единицу длины участка при заданном расходе этапа  $g$  и комбинации диаметров  $D_{ij}^g$  из совокупности с номером  $j \in J_i$ .

В работе [2] было предложено использовать оценку, позволяющую приближенно определять по начальному потокораспределению значение полных потерь напора в сети. Эта оценка потерь напора от источника  $u$  до узла  $r$  на этапе  $g$  имеет вид

$$\sum_{i=1}^I \kappa_i^{gur} \sum_{j \in J_i} A_{ij}^g x_{ij},$$

где  $\kappa_i^{gur}$  — коэффициенты, представляющие собой отношение числа направлений движения воды от источника  $u$  до узла  $r$ , проходящих через участок  $i$  на этапе  $g$  к общему числу направлений от источника  $u$  до узла  $r$ .

Источники питания  $u = \overline{1, U}$  должны обеспечить требуемый пьезометрический напор  $P_r^g$  в диктующих узлах  $r^*$ , т. е.

$$H_u^g - \sum_{i=1}^I \kappa_i^{gur} \sum_{j \in J_i} A_{ij}^g x_{ij} \geq P_r^g - z_u, \quad (2)$$

где  $z_u$  — геодезическая отметка источника  $u$ .

Приведенные затраты с учетом очередности строительства определяются как сумма капиталовложений и эксплуатационных издержек за весь расчетный период  $T$ . Разновременность затрат, производимых на отдельных этапах развития системы осуществляется приведением их к базисному году путем умножения на коэффициент  $1/(1+E_n)^\tau$ , где  $\tau$  — число лет, отделяющих год осуществления затрат от начала базисного года, а  $E_n$  — величина для приведения разновременных затрат, равная 0,08.

Тогда критерий оптимальности принимает вид

$$F_{np} = \sum_{i=1}^I \sum_{j \in J_i} c_{ij} x_{ij} + \sum_{u=1}^U \sum_{g=1}^G \omega_u^g H_u^g, \quad (3)$$

где  $c_{ij}$  — приведенные затраты (строительные и эксплуатационные) на единицу длины участка  $i$ , характеризуемую комбинацией диаметров  $D_{ij}^g, g = \overline{1, G}$  с номером  $j \in J_i$ ;  $\omega_u^g$  — приведенные затраты источника  $u$  на этапе  $g$  на подъем расчетного расхода на единицу высоты;  $H_u^g$  — искомый напор источника  $u$  на этапе  $g$ .



Таким образом, задача технико-экономического расчета кольцевой сети с учетом нескольких этапов строительства формулируется следующим образом: найти неизвестные  $x_{ij}$  и  $H_n^k$ , минимизирующие функцию (3) при условиях (1) и (2).

В этой модели могут быть также учтены всевозможные дополнительные ограничения, рассмотренные в [1].

Для решения поставленной задачи на ЭВМ составлена специальная программа, в которой использован стандартный алгоритм симплекс-метода.

Анализ результатов расчета реальных объектов позволяет утверждать, что предлагаемый метод снижает приведенные затраты по сравнению с другими методами на 5—10%.

ГПИ «Грузинпрокомунстрой»

(Поступило 9.1.1986)

ჰიდროტექნიკა

ბ. კიკაჩიშვილი, ა. ზილბერშტეინი

წყალმომარაგების რგოლისებური ქსელების ტექნიკურ-ეკონომიკური განახარება მშენებლობის რიგითობის გათვალისწინებით

რეზიუმე

ჩამოყალიბებულია წრფივი პროგრამირების მათემატიკური მოდელი წყალმომარაგების რგოლისებური ქსელების პარამეტრების ოპტიმიზაციისა მისი მშენებლობის რიგითობის გათვალისწინებით. კონკრეტული ამოცანების ამოსახსნელად შედგენილია ეგმ-ს სპეციალური პროგრამა, სადაც გამოყენებულია სიმპლექსური მეთოდის ალგორითმი.

HYDRAULIC ENGINEERING

G. E. KIKACHEISHVILI, A. M. ZILBERSHTEIN

## TECHNICAL AND ECONOMICAL CALCULATION OF CIRCULAR WATER-SUPPLY LINE WITH REGARD TO CONSTRUCTION ORDER

Summary

Linear mathematical model of circular water-supply line parameters optimization is derived.

Numerical method of the problem solution is suggested, and a special computer program for preparing the initial data is compiled using the simplex method algorithm.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Е. Кикачейшвили. Расчет оптимальных параметров систем подачи и распределения воды. Тбилиси, 1980.
2. Г. Е. Кикачейшвили, А. М. Зильберштейн. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, № 10 (242), 1981.



А. Н. АБУРДЖАНИЯ, Т. Г. МУСЕЛИАНИ, Н. С. НИКОЛАИШВИЛИ

## УСЛОВИЯ РАВНОВЕСИЯ ДВОЙНОГО ТРАНСФОРМАТОРНОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО МОСТА

(Представлено членом-корреспондентом Академии З. Е. Круаშвили 1.10.1986)

Система уравнений, описывающих электромагнитные явления двойного трансформаторного измерительного моста (ДТИМ, рис. 1) в процессе измерения, в комплексной форме выражается как

$$\begin{aligned} \dot{E} &= (\underline{Z}_0 + \underline{Z}_{W3}) \dot{I} - j\omega L_{13} \dot{I}_1 - j\omega L_{23} \dot{I}_2, \\ 0 &= (\underline{Z}_1 + \underline{Z}_{W1} + \underline{Z}_{W5}) \dot{I}_1 + j\omega (L_{12} - L_{45}) \dot{I}_2 - j\omega L_{13} \dot{I} - j\omega L_{56} \dot{I}_6, \\ 0 &= (\underline{Z}_2 + \underline{Z}_{W2} + \underline{Z}_{W4}) \dot{I}_2 - j\omega (L_{12} - L_{45}) \dot{I}_1 - j\omega L_{23} \dot{I} - j\omega L_{46} \dot{I}_6, \\ 0 &= (\underline{Z}_r + \underline{Z}_{W6}) \dot{I}_6 + j\omega L_{46} \dot{I}_2 - j\omega L_{56} \dot{I}_1, \end{aligned} \quad (1)$$

где

$$\begin{aligned} \underline{Z}_0 &= R_0 + j\omega L_0; \quad \underline{Z}_1 = R_1 + j\omega L_1; \quad \underline{Z}_2 = R_2 + j\omega L_2; \quad \underline{Z}_{W1} = R_{W1} + j\omega L_{W1}; \\ \underline{Z}_{W2} &= R_{W2} + j\omega L_{W2}; \quad \underline{Z}_{W3} = R_{W3} + j\omega L_{W3}; \quad \underline{Z}_{W4} = R_{W4} + j\omega L_{W4}; \\ \underline{Z}_{W5} &= R_{W5} + j\omega L_{45}; \quad \underline{Z}_{W6} = R_{W6} + j\omega L_{W6}; \quad \underline{Z}_r = R_r + j\omega L_r \end{aligned}$$

— комплексные сопротивления источника питания, измеряемое, эталонное, обмоток трансформаторов;  $\dot{I}$ ,  $\dot{I}_1$ ,  $\dot{I}_2$ ,  $\dot{I}_6$  — комплексные токи;  $\dot{E}$  — комплексная э. д. с.;  $\omega$  — угловая частота источника питания.

В режиме равновесия, когда намагничивающие силы вычитающего трансформатора Тр-2 равны и направлены в противоположные стороны,

$$\dot{I}_1 W_5 = \dot{I}_2 W_4. \quad (2)$$

Из (1) с учетом (2) после соответствующих преобразований получаем выражение условия равновесия ДТИМ в следующем виде:

$$\frac{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_{W1} + R_{W5} + j\omega L_{12} \frac{W_5}{W_4}}{\underline{Z}_2 + \underline{Z}_{W2} + R_{W4} + j\omega L_{12} \frac{W_4}{W_5}} = \frac{W_1 W_5}{W_2 W_4}. \quad (3)$$

Из (3) видно, что отношение комплексных сопротивлений двух контуров, один из которых содержит  $\underline{Z}_1$  измеряемое, а другой —  $\underline{Z}_2$  эталонное сопротивление, выражается действительным числом. Это значит, что соответствующие треугольники сопротивлений (рис. 2) подобны, и из условия подобия находим



$$\frac{R_1 + R_{W1} + R_{W5}}{R_2 + R_{W2} + R_{W4}} = \frac{W_1 W_5}{W_2 W_4}, \quad (4)$$

$$\frac{L_1 + L_{W1} + L_{12} \frac{W_5}{W_4}}{L_2 + L_{W2} + L_{12} \frac{W_4}{W_5}} = \frac{W_1 W_5}{W_2 W_4}. \quad (5)$$

Полагая, что

$$\frac{L_{W1} + L_{12} \frac{W_5}{W_4}}{L_{W2} + L_{12} \frac{W_4}{W_5}} = \frac{W_1 W_5}{W_2 W_4}, \quad (6)$$

из (5) имеем

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{W_1 \cdot W_5}{W_2 \cdot W_4}. \quad (7)$$

Таким образом, условия равновесия ДТИМ при активно-индуктивном характере измеряемого и эталонного сопротивлений выражаются равенствами (4) и (7).

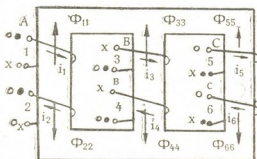


Рис. 1

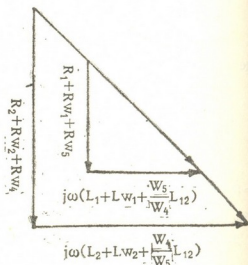


Рис. 2

Очевидно, при активно-емкостном характере сопротивлений равенство (7) заменяется следующим равенством:

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{W_1 W_5}{W_2 W_4}. \quad (8)$$

Равенством (7) выражается уникальное свойство трансформаторных измерительных мостов, построенных по принципу вычитания намагничивающих сил, заключающееся в том, что условия равновесия (4), (7), (8) не зависят от частоты источника питания и параметров магнитопроводов трансформаторов. Объясняется это тем, что треугольные контуры подобны друг другу, коэффициент отношения их соответствующих сторон равен отношению модулей измеряемого и эталонного сопротивлений, и, кроме того, в момент равновесия в магнитопроводе Тр-2 отсутствует магнитный поток. Параметрами магнитопроводов и частотой источника питания определяются чувствительность и точность измерения.



При помощи выходного трансформатора Тр-2 ДТИМ методом нулевого разбаланса можно осуществить геометрическое сложение двух лежащих на одной линии намагничивающих сил. Следовательно, обязательное, но не достаточное условие уравнивания рассматриваемого моста заключается в том, что векторы контурных токов  $\dot{I}_1$  и  $\dot{I}_2$  при  $t=0$  должны лежать на одной линии комплексной плоскости. При этом, когда направления токов совпадают  $\dot{I}_1 \parallel \dot{I}_2$ , обмотки  $W_4$  и  $W_5$  включаются встречно и, наоборот, когда токи направлены встречно  $\dot{I}_1 \parallel \dot{I}_2$ , обмотки включаются согласно.

Направления токов  $\dot{I}_1$  и  $\dot{I}_2$  определяются контурными сопротивлениями  $\underline{Z}_1 + \underline{Z}_{W1} + \underline{Z}_{W5}$ ,  $\underline{Z}_2 + \underline{Z}_{W2} + \underline{Z}_{W4}$ , так как действующие в контурах э. д. с. лежат на одной линии и направлены в одну сторону по отношению к одноименным зажимам. Исходя из этого измеряемое и эталонное сопротивления должны быть одинакового характера. Сравнение сопротивлений противоположного характера нулевым методом измерения с рассматриваемыми мостами в принципе невозможно, так как токи  $\dot{I}_1$  и  $\dot{I}_2$  при этом лежат не на одной линии. В этом заключается существенный недостаток ДТИМ по отношению к LC-мостам Максвелла [3, 2], который предназначен для измерения параметров катушки индуктивности при помощи  $R_0$  — магазина сопротивлений и  $C_0$  — магазина емкостей. Для решения такой задачи при помощи ДТИМ необходимо обмотки  $W_4$  и  $W_5$  включить согласно и одновременно выполнить дополнительные условия уравнивания, которые выражаются как

$$R_1 + R_{W1} + R_{W5} \ll \omega \left( L_1 + L_{W1} + \frac{W_5}{W_4} L_{12} \right), \quad (9)$$

$$R_2 + R_{W2} + R_{W4} - \omega \left( L_{W2} + \frac{W_4}{W_5} L_{12} \right) \ll \frac{1}{\omega C_2}. \quad (10)$$

Очевидно, в реальных условиях эти неравенства, зависящие от частоты источника питания, не всегда выполняются, в результате чего мост до конца не уравнивается и поневоле приходится отказаться от всех преимуществ нулевого метода измерения.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 30.10.1986)

ელეგტროტექნიკა

ა. აბურჯანია, თ. ზუსელიანი, ნ. ნიკოლაიშვილი

ორმაგი ტრანსფორმატორული გამომომი ბოგირის წონასწორობის პირობები

რეზიუმე

გამოყვანილია და განალიზებულია ორმაგი ტრანსფორმატორული გამომომი ბოგირის წონასწორობის პირობები.

N. A. ABURJANIA, T. G. MUSELIANI, N. S. NIKOLAISHVILI

## BALANCE CONDITIONS FOR DOUBLE TRANSFORMER BRIDGE

## Summary

Balance conditions for double transformer bridges are derived and analysed.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Трансформаторные измерительные мосты. Под ред. чл.-корр. АН СССР К. Б. Карандеева. М., 1970, 12—51, 247—249.
2. К. А. Круг. Основы электротехники, т. I, Ученые об электричестве. М.—Л., 1931, 212—213.
3. Фейман, Лейтен. Сенас-Феймановские лекции по физике. Задачи и упражнения с ответами и решениями. М., 1978, 132—436.

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Н. А. МЕЛИКСЕТИАН

ПОРОГОВАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ К ОБЕЗВОЖИВАНИЮ КАК  
ПОКАЗАТЕЛЬ АДАПТАЦИИ СЕВЕРОАМЕРИКАНСКИХ ОРЕХОВ  
В ТБИЛИССКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ

(Представлено академиком Г. А. Санадзе 1.10.1986)

Изучение процесса адаптации интродуцированных растений в условиях аридной зоны Восточной Грузии сводится главным образом к определению особенностей водообмена, засухо- и жароустойчивости.

Устойчивость растений к обезвоживанию традиционно определяется по способности протоплазмы выдерживать обезвоживание. Устойчивость к обезвоживанию в связи с внутренними, наследственными признаками растений впервые начал изучать Н. А. Максимов с сотрудниками [1]. Они показали, что под влиянием обезвоживания происходит изменение коллоидно-химических свойств перепонки, выражающееся в повышении проницаемости. В дальнейшем изучение роли клеточных мембран в процессе водообмена было продолжено в работах многих исследователей [2—7]. По мнению П. Кьюпера [8], сохранность мембран и восстановление мембранных структур после действия неблагоприятного фактора тесно связаны с синтезом белка, от уровня содержания которого зависят процессы репарации [9]. Установлено, что в процессе адаптации растений к неблагоприятным условиям и к засухе, в частности, имеет место повышение прочности мембран, обуславливающее неспецифическую реакцию — интенсивный обмен. При углублении действия неблагоприятного фактора некоторые из измененных свойств приводят к специфическому повышению способности выносить обезвоживание [8, 10]. Генетические свойства организма при этом играют роль контрольных регуляторов реакции [11, 12].

Исследовали 4 вида североамериканских орехов: серый (*J. cinerea* L.) черный (*J. nigra* L.), гиндса (*J. hindsii* Engl.), скальный (*J. rupestris* L.) и грецкий (*J. regia* L.), уже давно адаптировавшийся к местным природно-климатическим условиям. Все исследуемые виды произрастают на территории Тбилисского ботанического сада и по возрасту приблизительно одинаковы — 25—30 лет. Все, за исключением *J. cinerea* L., растут и плодоносят хорошо. *J. cinerea* L. растет хорошо, но не плодоносит.

Определяли оводненность листьев гравитационным методом и проницаемость протоплазмы по выходу электролитов электролитическим методом.

В связи с целью настоящей работы изучали устойчивость исследуемых видов к обезвоживанию по схеме, предложенной Т. К. Горышиной и А. И. Самсоновой [13], для установления сублетального дефицита воды. Определяли содержание воды в свежесрезанных листьях после различных по длительности (часы) экспозиций подсушивания и после последующего восстановления тургора в условиях



влажных камер. По той же схеме последовательности опыта получали данные о проницаемости протоплазмы. Исследования проводили в сезонной динамике. Повторность определений была 3—4-кратной.

Таблица 1

Оводненность листьев, свежесрезанных (1), после пороговой экспозиции подсушивания (2), после восстановления тургора (3), % к сырому весу

| Растения                | Вариант | Часы | Весна        | Часы | Лето         | Часы | Осень        |
|-------------------------|---------|------|--------------|------|--------------|------|--------------|
| <i>J. regia</i> L.      | 1       |      | 70,4 ± 0,59  |      | 64,83 ± 0,36 |      | 64,58 ± 0,78 |
|                         | 2       | 4    | 65,5 ± 0,38  | 4    | 52,93 ± 0,41 | 4    | 57,28 ± 0,56 |
|                         | 3       |      | 71,02 ± 0,54 |      | 67,5 ± 0,24  |      | 65,04 ± 0,21 |
| <i>J. cineræ</i> L.     | 1       |      | 70,58 ± 0,38 |      | 56,88 ± 0,40 |      | 57,26 ± 0,43 |
|                         | 2       | 4    | 65,51 ± 0,39 | 2    | 52,93 ± 0,41 | 1    | 51,45 ± 0,59 |
|                         | 3       |      | 72,97 ± 0,21 |      | 59,76 ± 0,39 |      | 63,41 ± 0,46 |
| <i>J. nigra</i> L.      | 1       |      | 68,39 ± 0,64 |      | 55,13 ± 0,47 |      | 54,04 ± 0,67 |
|                         | 2       | 4    | 63,80 ± 0,36 | 6    | 50,83 ± 0,31 | 6    | 48,32 ± 0,45 |
|                         | 3       |      | 70,76 ± 0,30 |      | 57,85 ± 0,28 |      | 54,04 ± 0,27 |
| <i>J. hindsii</i> Engl. | 1       |      | 69,35 ± 0,73 |      | 55,55 ± 0,53 |      | 56,0 ± 0,59  |
|                         | 2       | 4    | 62,9 ± 0,36  | 4    | 48,38 ± 0,34 | 2    | 45,0 ± 0,37  |
|                         | 3       |      | 69,65 ± 0,21 |      | 55,55 ± 0,53 |      | 56,0 ± 0,21  |
| <i>J. rupestris</i> L.  | 1       |      | 74,0 ± 0,60  |      | 54,54 ± 0,40 |      | 57,42 ± 0,72 |
|                         | 2       | 4    | 67,50 ± 0,65 | 6    | 45,65 ± 0,31 | 4    | 52,22 ± 0,27 |
|                         | 3       |      | 76,18 ± 0,45 |      | 54,54 ± 0,40 |      | 57,42 ± 0,20 |

Как следует из приведенных данных (табл. 1, 2), пороговая устойчивость к обезвоживанию в условиях опыта обнаруживалась в различные по длительности экспозиции. Наиболее стабильным (за все время наблюдений одна и та же экспозиция) оказался *J. regia* L.

Таблица 2

Электропроводность ( $\times 10^{-7}$ ) листьев, свежесрезанных (1), после пороговой экспозиции подсушивания (2), после восстановления тургора (3)

| Растения                | Вариант | Часы | Весна      | Часы | Лето      | Часы | Осень      |
|-------------------------|---------|------|------------|------|-----------|------|------------|
| <i>J. regia</i> L.      | 1       |      | 323 ± 3,31 |      | 405 ± 6,5 |      | 207 ± 3,2  |
|                         | 2       | 4    | 551 ± 3,1  | 4    | 766 ± 3,4 | 4    | 376 ± 4,3  |
|                         | 3       |      | 322 ± 6,4  |      | 405 ± 2,2 |      | 207 ± 3,6  |
| <i>J. cineræ</i> L.     | 1       |      | 227 ± 3,5  |      | 322 ± 5,4 |      | 254 ± 3,6  |
|                         | 2       | 2    | 285 ± 5,0  | 2    | 465 ± 6,6 | 1    | 304 ± 30,4 |
|                         | 3       |      | 227 ± 3,0  |      | 322 ± 3,9 |      | 221 ± 4,5  |
| <i>J. nigra</i> L.      | 1       |      | 234 ± 3,4  |      | 345 ± 5,5 |      | 227 ± 3,7  |
|                         | 2       | 4    | 234 ± 6,0  | 6    | 572 ± 4,0 | 6    | 342 ± 5,3  |
|                         | 3       |      | 234 ± 4,2  |      | 341 ± 3,4 |      | 225 ± 6,6  |
| <i>J. hyndsii</i> Engl. | 1       |      | 298 ± 3,4  |      | 308 ± 4,6 |      | 204 ± 3,0  |
|                         | 2       | 4    | 464 ± 2,1  | 4    | 423 ± 7,5 | 2    | 315 ± 3,3  |
|                         | 3       |      | 265 ± 4,7  |      | 308 ± 3,9 |      | 204 ± 3,9  |
| <i>J. rupestris</i> L.  | 1       |      | 323 ± 2,9  |      | 282 ± 5,3 |      | 233 ± 3,6  |
|                         | 2       | 4    | 391 ± 4,8  | 6    | 378 ± 6,3 | 4    | 303 ± 8,5  |
|                         | 3       |      | 323 ± 3,2  |      | 282 ± 5,0 |      | 233 ± 6,6  |

Для североамериканских видов изменение времени экспозиции в различные периоды вегетации было различным, что свидетельствует о нестабильном характере водообмена у данных видов. Порог обезвоживания для





*J. cinerea* L., наименее устойчивого к обезвоживанию вида, отмечали после наиболее коротких экспозиций подсушивания. Вид *J. cinerea* L., по литературным данным [14], сформировался во влажных районах приатлантических штатов Северной Америки, что, видимо, определило его малую устойчивость в условиях Тбилисского ботанического сада. *J. nigra* L. происходит из более южных штатов североамериканского континента, *J. hindsii* Engl и *J. rupest* — из наиболее континентальных, засушливых районов Северной Америки, с более жесткими по сравнению с г. Тбилиси климатическими условиями [14].

В условиях этого опыта устойчивость на пороговом уровне, т. е. восстанавливаемое обезвоживание, наибольших величин достигала в летнее время и для *J. hindsii* Engl. и *J. rupestris* L. Изменение (повышение) проницаемости у исследуемых видов на пороговом уровне в наибольших значениях было отмечено для *J. regia* L. и в наименьших для *J. hindsii* Engl. Следовательно, как видно из полученных данных, *J. nigra* L., *J. hindsii* Engl., *J. rupestris* L. в силу своих наследственных, генетических свойств выдерживали более длительные экспозиции подсушивания, т. е. стрессовый фактор большей силы.

В. Ф. Альтергот [11] показал, что пороговая устойчивость — это состояние предельной оводненности тканей растения, когда действующий по отношению к нему фактор является «жестким», а устойчивость к нему — «структурной». Иначе говоря, на уровне порога обезвоживания начинается действие специфической реакции, самой показательной, как указывал П. А. Генкель [10], для характеристики адаптации растений.

В результате наших исследований можно заключить следующее: пороговая устойчивость у исследуемых видов является важным показателем адаптации интродуцированных растений; она существенно различается по своим значениям; отмечены сравнительная стабильность у *J. regia* L. и большая выносливость у наиболее устойчивых из исследуемых видов.

Академия наук Грузинской ССР  
Центральный ботанический сад

(Поступило 10.10.1986)

გვენახეთა ფიზიოლოგია

### ბ. მელიქიძეანი

გაუწყლოების ფლვრული გამალოვა როგორც ჩრდილოამერიკული კაკალების ადაპტაციის მაჩვენებელი თბილისის ბოტანიკურ ბაღში

#### რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ ჩრდილოამერიკული კაკლები, რომლებიც სახეობებდა ჩამოყალიბდნენ ჩრდილო ამერიკის შედარებით სამხრეთ, კონტინენტურ ნაწილში, ცდის პირობებში სტრესული ფაქტორის მოხსნისას ხასიათდებიან გაუწყლოებისადმი მდგრადობით და ტურგორისა და პროტოპლაზმის გამჭოლოდობის აღდგენის მაღალი უნარით. ავტორის აზრით წყლის მოცემული რეჟიმი უნდა იყოს არსებული გარემო პირობებისადმი მათი ადაპტაციის ერთ-ერთი მაჩვენებელი.



N. A. MELIKSETYAN

 BORDER TOLERANCE TO DEHYDRATION AS INDICATOR OF  
 AMERICAN WALNUTS ADAPTATION IN TBILISI  
 BOTANICAL GARDEN

## Summary

4 species of North American walnuts (*J. cinerea* L., *J. nigra* L., *J. hindsii* Engl., *J. rupestris* L.) as well as the English walnut (*J. regia* L.), have been investigated. It is shown that under experimental conditions following the removal of the stress factor North American walnuts (*J. hindsii* Engl., *J. rupestris* L.), which originated as species in the eastern continental areas of North America, are characterized by great resistability to dehydration, permeability of protoplasm, and ability to regain turgor.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. А. Максимов. Избр. труды по засухоустойчивости и зимостойкости растений. М., 1952, 500—508.
2. Л. К. Гордон. Дыхание и водно-солевой обмен растительных тканей. М., 1976, 20—59.
3. Н. А. Сатарова. Сб. «Проблемы засухоустойчивости растений». М., 1978, 20—59.
4. Ф. Д. Самуилов. Сб. «Вопросы водного режима и состояния воды в растениях». Казань, 1981, 68—87.
5. Г. М. Белькович, Н. А. Гусев. Сб. «Водообмен и физиологические процессы растений». Казань, 1981, 10—17.
6. L. Glinca, G. Reinhold. Plant Physiol. 1972, v. 49, 602-606.
7. Y. G. Hancock. Canad. J. Bot., 1983, v. 61, 1307-1309.
8. P. J. Kuiper. Plant Physiol., 1972, v. 23, 157-174.
9. P. A. Hensel. Canad. J. Bot., 1970, № 12, 35-44.
10. П. А. Генкель. Физиология жаро- и засухоустойчивости растений. М., 1982, 278.
11. В. Ф. Альтерготт, Н. А. Игнатьев. Сб. «Физиология устойчивости растений в континентальном климате». Новосибирск, 1976, 115—123.
12. А. Р. Титов, С. Н. Дроздов, С. П. Крищенко, В. Р. Таланова. Физиол. раст., т. 30, 1983, 544—551.
13. Т. К. Горышина, А. И. Самсонова. Бот. ж., т. 54, 1966, 67—77.
14. Деревья и кустарники СССР, т. 2. Под ред. Соколова С.Я., М.—Л., 1951, 221—264.



ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

З. С. ХАНАЕВА, Э. С. МОНИАВА, И. А. ЦОМАЯ, М. П. БУЦХРИКИДZE

ИЗМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ КОРЫ  
БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА КОШКИ  
ПОСЛЕ ЦЕРЕБРОВЕНТРИКУЛЯРНОГО ВВЕДЕНИЯ  
ЛИЗИН-ВАЗОПРЕССИНА

(Представлено академиком В. М. Окуджава 7.12.1985)

Полученные за последнее десятилетие данные [1—7], свидетельствующие о важности для процессов ЦНС гипоталамо-гипофизарного гормона вазопрессина (которому долгое время приписывались исключительно периферические—антидиуретическое и вазоконстрикторное свойство), ставят вопрос о необходимости детального изучения характера и механизма центрального действия этого нейропептида.

В настоящем сообщении представлены результаты изучения изменений электрической активности первичных сенсорных (соматосенсорной, слуховой, зрительной) и ассоциативных (зона вокруг крестовидной борозды, средняя супрасильвиева извилина) областей коры при введении вазопрессина в желудочки мозга (в.ж.)—в боковой или в третий желудочек.

Опыты проводились на ненаркотизированных, обездвиженных тубаринном кошках. Трахеотомия, вскрытие черепа, обнажение дорсальной поверхности полушарий производились под эфирным наркозом. Точки сдавливания и края операционной раны тщательно инфильтрировались 0,5% раствором новокаина через каждые 1,5—2 часа. Суммарная активность коры регистрировалась монополярно (индифферентный электрод в шейных мышцах или в лобной кости). Для вызова ЭКОГ реакции пробуждения использовалось частое электрическое раздражение кожи (через игольчатые подкожные электроды) или мезенцефалическое ретикулярной формации (МРФ) (через стереотаксически [9] вводимые стальные биполярные электроды: диаметр 150—200 мк, межполюсное расстояние 0,5—1 мм). Введение вазопрессина (8-Lusine-Vasopressine «Koch-Light», England или «Serva», ERG) осуществлялось через специально имплантированную (стереотаксически [9] в желудочки мозга) канюлю. Рабочие растворы (25—100 нг в 0,1 мл физиологического раствора) вазопрессина готовились *ex tempore*. Контролем служило введение равных объемов физиологического раствора. Для определения местонахождения кончика внутрижелудочковой канюли (и последующей ее идентификации на гистологических срезах мозга) по окончании каждого опыта через последнюю вводился краситель.

Как показали опыты, сразу после в.ж. инъекции малых (25—100 нг на весь вес кошки) доз вазопрессина наблюдается кратковременная (в среднем несколько секунд) десинхронизация, не отличающаяся от ЭКОГ активации при контрольных инъекциях физиологического раствора и любых легких сенсорных раздражениях (вхождение в кабину, прикосновение к животному). Вслед за этим может возникать иногда также кратковременный (несколько секунд) эпизод медленной активности большой амплитуды, что отмечается и при контрольных в.ж. введениях физиологического раствора и, видимо, отражает изменения внутрижелудочкового давления. Эти несистематические и значительно

варьирующие по выраженности ЭКоГ изменения на первой минуте после в.ж. инъекции не являются специфичными для эффектов вазопрессина.

Начиная со 2—3-й мин после в.ж. введения вазопрессина возникает спровоцированная им продолжительная (до 20 мин и более) десинхронизация корковой активности (рис. 1,Б). Степень этой вызванной вазопрессинном десинхронизации варьирует от препарата к препарату (в зависимости от предшествующего фона), но во всех случаях

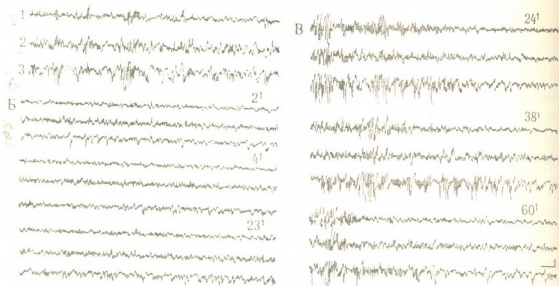


Рис. 1. Изменения электрической активности первичной соматосенсорной (1), слуховой (2) коры и переднего отдела средней супрасильвиевой извилины (3) в связи с в.ж. введением вазопрессина (25 мкг на кошку весом 3,5 кг в третий желудочек). А—до введения вазопрессина, Б,В—через 2, 4, 23, 24, 38, 60 мин после введения вазопрессина. Калибровка: 4 сек, 100 мкв. Здесь и на последующих рисунках: непаркетизированный, обездвиженный тубаринном препарат; отклонение вверх — отрицательность

она может быть выявлена по заметному снижению порогов вызванной (электрокожным или МРФ раздражением) реакции ЭКоГ пробуждения (рис. 2).

Приблизительно с 20—30-й (рис. 1,В), реже с 13—15-й (рис. 3) мин после в.ж. введения вазопрессина начинается замедление ЭКоГ с характерным при этом возникновением более или менее выраженной в виде всплеск или коротких эпизодов ритмической (5—14/сек) активности. Амплитуда последних редко бывает такой значительной, как в том случае, когда они вызываются в.в. [8] введением вазопрессина. Восстановление близкой к фоновой активности наблюдается к 30—60-й мин после введения вазопрессина.

Таким образом, изменения ЭКоГ при в.ж. введении вазопрессина протекают в виде последовательных стадий: начальной длительной (до 20 и более мин) десинхронизации (в разной степени зависящей от предшествующего фона) и последующего периода замедления ЭКоГ с более или менее выраженными (по регулярности и амплитуде) всплесками ритмической 5—14/сек активности.

Как отмечалось выше, в ряде работ подчеркивается противоположность характера измененной электрической активности мозга при в.в. и в.ж. введении вазопрессина [7]: синхронизация при первом способе введения и десинхронизация при втором. Однако результаты наших опытов указывают скорее на разницу в продолжительности при одинаковой последовательности двух разных фаз провоцируемых вазопрессинном измененной электрической активности корковых структур. Как было показано, и при в.в. [8], и при в.ж. введении вазопрессина из-

менения ЭКоГ начинаются с десинхронизации (продолжительность ее около 1 мин при первом и около 20 мин при втором способе введения) с последующей фазой замедления активности. Одной из возможных причин этого может быть соотношение полупериода жизни вазопрессина в крови (2—3 мин) и в ликворе (в 20—30 раз больше), которое

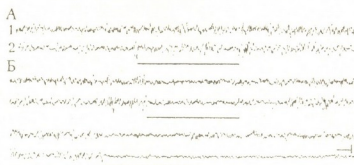


Рис. 2. Изменение порогов реакции ЭКоГ пробуждения, вызванной тетаническим раздражением (100 имп/сек, продолжительность импульса 0,5 мс, при напряжении 10 в) кожи контралатеральной передней лапки в связи с введением в третий желудочек вазопрессина (50 нг на кошку весом 3,5 кг). Регистрируются: первичная соматосенсорная кора (1) и передний отдел средней супрасильвиевой извилины (2). А — до введения, Б — через 8 и 10 мин после введения вазопрессина. Горизонтальные линии внизу ЭКоГ — продолжительность электрокожного раздражения. Калибровка: 4 сек, 100 мкв

объясняется отсутствием в ликворе энзимов, разрушающих нейрогормон. Это предполагает возможность более длительного воздействия вводимого в ликвор вазопрессина (по сравнению с таковым при периферическом введении) на опосредующие его действие системы. С дру-

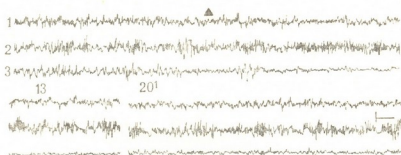


Рис. 3. Изменения электрической активности первичной соматосенсорной (1), слуховой (2) коры и переднего отдела средней супрасильвиевой извилины (3) до, сразу после (отмечено треугольником) и через 13 и 20 мин после введения вазопрессина (50 нг на кошку весом 2,5 кг) в боковой (ипсилатерально) желудочек. Калибровка: 2 сек, 200 мкв.

гой стороны, следует допустить, что реализация влияния вазопрессина на электрическую активность головного мозга при в.в. и в.ж. введении осуществляется через разные (наряду с общими) опосредующие структуры. Однако имеющиеся к настоящему времени данные недостаточны для окончательного решения вопроса о первичном месте и механизмах центрального действия вазопрессина. Исследование продолжается.

Академия наук Грузинской ССР

Институт физиологии  
им. И. С. Берташвили

(Поступило 27.12.1985)

ზ. ხანაევა, ე. მონიავა, ი. ცომაია, მ. ბუცხრიკიძე

პატიხ თაჱის ტჱინის დიდი ნახეჱარსფერომატის ქირქის ელექტრული  
 აქტიუოტის ცვლილბანი ლიზინ-ვაჱოპრესინის  
 ცერებროტენტრიკულიური შეჱჱანისა

რეზიუმე

დაუნარკოზებელ კურარიზებულ კატებში, მწკავე ცდის პირობებში ვა-  
 ჱობრესინის (8-Lysine-Vasopressine „Koch-Light“, England or „Serva“, FRG)  
 შეყეანა (25—100 ნგ ცხოველის წონაზე) იწევეს პირველადი სენსორუ-  
 ლი (სომატოსენსორული, სმენითი, მხედველობითი) და ასოციაციური (ყვა-  
 რედინი დარის ირგველიე ზონა და შუა სუბრასილვიური ხვეული) უბნების  
 ელექტროკორტიკოტრამის ხანგრძლივ ცვლილებებს (30—60 წთ). ეს ცვლი-  
 ლებები მიმდინარებენ თანმიმდევრულ სტადიებად: ქერქული აქტიუობის სა-  
 წყისი ხანგრძლიე (დაახლოებით 20 წთ) დესინქრონიზაცია და მისი შემდგომი  
 შენელების პერიოდი.

#### HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

Z. S. KHANAIEVA, E. S. MONIAVA, I. A. TSOMAYA, M. P. BUTSKHRIKIDZE

#### CHANGES OF THE CEREBRAL CORTEX ELECTRICAL ACTIVITY IN CATS FOLLOWING CEREBROVENTRICULAR ADMINISTRATION OF VASOPRESSIN

#### Summary

In acute experiments with unanesthetized immobilized with tubarine  
 cats cerebroventricular ( $V_{11}$  or  $V_{111}$ ) administration (25-100 ngr per weight  
 of animal) of vasopressin (8-Lysine-Vasopressin, „Koch-Light“, England or  
 „Serva“, FRG) brings about prolonged (30-60 min) changes in ECoG of  
 both primary sensory (somatosensory. auditory, visual) and associative (pe-  
 ricutiate cortex, middle suprasylvian gyrus) areas. These changes occur as  
 two consecutive stages: the initial long-term (20 min and more) desynchro-  
 nization of cortical activity followed by its synchronization.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. H. Rigter *et al.* Physiology and Behavior, 13 (3), 1974, 381.
2. D. de Wied *et al.* Brain Res., 85 (1), 1975, 152.
3. D. de Wied. Pituitary peptides and adaptative behavior. In: „Pioneers in neuro-  
 endocrinology“. Vol. 2, J. Meiters, B. Donovan, S. Mc. Cann (Eds). Plenum Press,  
 New York—London, 1978.
4. G. Kovacs *et al.* Brain Res., 172 (1), 1979, 73.
5. H. Schulz *et al.* European J. Pharmacology, 57 (1), 1979, 185.
6. T. Oliveros *et al.*, Lancet, 1, 1978, 42.
7. H. Unger *et al.* 9-th Congress of Hungarian Society of Endocrinology, Publ. Aka-  
 demia Kiado, Budapest, 1979, 141.
8. З. С. Ханаева, Э. С. Мониава. Сообщения АН ГССР, 106, № 1, 1982.
9. H. Jasper, C. Ajmone-Marsan. A Stereotaxic Atlas of the Diencephalon of  
 the Cat. Ottawa, 1954.

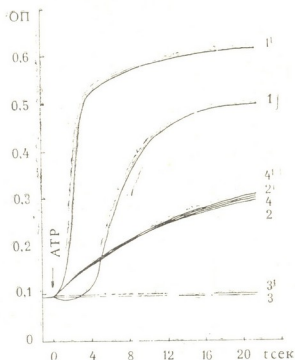


М. Ш. МЕЛИКИШВИЛИ, Г. В. МИКАДЗЕ, Г. И. ПАВЛИАШВИЛИ,  
 М. М. ЗААЛИШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР)

### СУПЕРПРЕЦИПИТАЦИЯ И АДЕНОЗИНТРИФОСФАТАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ ПРОТЕИН М-АКТОМИОЗИНОВОГО КОМПЛЕКСА

Взаимодействие миозина и актина, которое является основой мышечного сокращения, представляет собой сложный процесс, в котором участвует ряд белков. Исследование этих белков представляет интерес для понимания механизма сокращения. Определенное внимание заслуживает белок протеин М [1], существование которого выявлено вследствие изучения сократительных свойств плечочных нитей миозина Б гладкой и поперечнополосатых мышц [1—4]. Он усиливает и ускоряет сокращение плечочных нитей миозина Б и синтетического актомиозина. Изучены сократительный процесс плечочных нитей миозина Б и реконструированного актомиозина, физико-химические свойства реконструированного актомиозина и его компонентов в присутствии протеина М [4—6].

Рис. 1. Влияние протеина М на СПП актомиозина: 1—4—актомиозин (АМ); 1'—4'—протеин М-актомиозин; 1, 1'— $10^{-4}$  М MgATP; 2, 2'— $10^{-4}$  М АТР; 3, 3'— $10^{-4}$  М АТР; 5· $10^{-3}$  М ЭДТА; 4, 4'— $10^{-4}$  М Mg АТР; 5· $10^{-3}$  М ЭДТА; миозин/актин 3:1; АМ/протеин М 10:1; АМ 1 мг/мл; 0,1 М KCl, 0,02 мМ трис-НСl; рН 7,5; T=18°C; на оси ординат—оптическая плотность (ОП), усл. ед.



С целью исследования механизма действия протеина М на актомиозиновый комплекс в данной работе изучено влияние протеина М на суперпреципитацию (СПП) и аденозинтрифосфатазную (АТРазадную) активность реконструированного актомиозина поперечнополосатой мышцы.

Миозин получали по методу Перри [7], актин — по методу Рисса и Янга [8], протеин М — модифицированным ранее описанным методом [9]. СПП и АТРазадную активность измеряли одновременно в одной кювете. СПП регистрировали с помощью фотоколориметра ФЭКН-57, АТРазадную активность прослеживали по образованию протонов при помощи рН-метра 262, показания которого регистрировали самописцем КСП-4. Шкала самописца, регистрирующего образование





протонов, была откалибрована по неорганическому фосфору, содержание которого в реакционной смеси определяли по методу [10].

На рис. 1 приведены записи СПП актомиозина в отсутствие (кр. 1—4) и в присутствии протеина М (кр. 1'—4') под влиянием АТР и MgАТР. Видно, что протеин М влияет на ход, особенно на скорость, СПП актомиозина (кр. 1,1'). Под влиянием АТР в среде ЭДТА как в присутствии, так и в отсутствии протеина М СПП актомиозина не наблюдается (кр. 3,3'). Интересно, что влияние протеина М выражено, когда субстратом, расщепление которого приводит к сокращению, является не АТР (кр. 2,2'), а MgАТР (кр. 1,1'). Однако в среде ЭДТА протеин М не влияет на СПП, происходящую под влиянием MgАТР (кр. 4'). Эти факты указывают, что для проявления действия протеина М на СПП актомиозина нужны ионы магния. Исследование влияния ЭДТА на протеин М-актомиозиновую систему обнаружено, что ионы кальция не участвуют во взаимодействии протеина М с актомиозином.

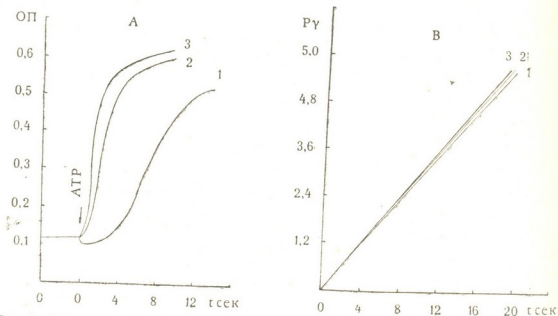


Рис. 2. СПП (А) и АТРазная активность (Б) протеин М-актомиозинового комплекса с разным содержанием протеина М: 1—АМ; 2—АМ+10% протеина М; 3—АМ+20% протеина М.  $10^{-4}$ М MgАТФ, миозин/актин 4:1. Остальные условия те же, что на рис. 1

На рис. 2 представлены результаты исследования СПП (рис. 2,А) и АТРазной активности (рис. 2,В) протеин М-актомиозинового комплекса при разных концентрациях протеина М. Как следует из рисунков, в присутствии протеина М СПП начинается моментально. Это особенно ярко выражено на записи СПП, отражающей влияние 20% протеина М (рис.2,А). В присутствии 10% протеина М в системе скорость увеличивается в 4, а при 20% — в 8 раз, при этом АТРазная активность актомиозина остается нечувствительной к протеину М (она остается на постоянном уровне) (рис. 2,В).

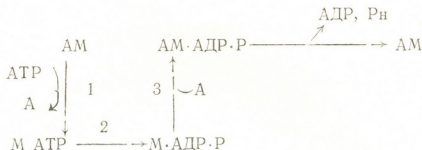
В предыдущих исследованиях нами показано, что протеин М не влияет на вязкость и коэффициент седиментации миозина, в то время как замедляет G—F-превращение и увеличивает коэффициент седиментации F актина [4, 6].

В присутствии протеина М синтезированный актомиозин обладает гораздо меньшей вязкостью и протеин М-актомиозиновый комплекс имеет меньший коэффициент седиментации по сравнению с актомиозином [4, 6]. Эти результаты указывают, что протеин М изменяет характер взаимодействия актина с миозином.



Результаты, полученные в [4, 6], а также в данной работе, дают основание для определенного вывода о механизме действия протенна М.

Рассмотрим общепринятую упрощенную схему реакции взаимодействия актомиозина с АТР [11, 12]:



где А — актин, М — миозин, М·АДР·Р — комплекс миозин-продукты гидролиза. Предполагается, что причиной СПП является контакт М·АДР·Р с актином на стадии 3. Скорость их рекомбинации лимитирует скорость СПП. Реакции СПП и АТРаза имеют общую ступень 3, и поэтому эти скорости могут изменяться одинаковым образом. Актин при рекомбинации с М·АДР·Р ускоряет отделение продуктов гидролиза АДР и Р<sub>n</sub>. Именно на этой стадии проявляется активирующее действие актина на АТРаза активность миозина. Интересно отметить, что F-актин измененной конформации, полученный путем длительной полимеризации актина при весьма низкой концентрации белка или путем удаления нуклеотида из G актина, повышает АТРаза миозина при низких ионных силах в 100 раз слабее по сравнению с нативным актином. Однако СПП актомиозина идет быстро и величина ее соответствует полноценному комплексу [13, 14]. Значит, актин измененной конформации дает с миозином комплекс с нормальной СПП, без увеличения, с обычной степенью Mg-АТРаза активности миозина.

Как указывалось выше, протенин М замедляет G—F-превращение актина с увеличением коэффициента седиментации актина, свидетельствующее в какой-то степени о модификации актина. Видимо, вследствие этой модификации актин рекомбинирует с М·АДР·Р с высокой скоростью по сравнению с нормальным актином, но с обычной степенью увеличивает скорость сбрасывания продуктов гидролиза. Это выражается в увеличении скорости СПП без изменения АТРаза активности.

Таким образом, в зависимости от конформации актина скорости СПП и АТРаза актомиозина обнаруживают разную взаимосвязь. На основе имеющихся данных действие протенна М на скорость сокращения актомиозина можно объяснить модифицирующим действием протенна М на актин, которое проявляется в способности актина с большей скоростью рекомбинировать с М·АДР·Р.

Принимая во внимание, что в основе сократительного акта и СПП лежат, по-видимому, общие конформационные превращения, протенин М можно рассматривать как модуляторный белок, участвующий в регуляции сокращения.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт физиологии  
 им. И. С. Бериташвили

(Поступило 13.9.1985)

მ. მელიკიშვილი, გ. მიტაძე, ბ. პავლიაშვილი, მ. ჯაალიშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

პროტეინ M-აქტომიოზინის კომპლექსის სუპერპრეციპიტაცია და ადენოზინტრიფოსფატაზური აქტივობა

რეზიუმე

მიღებული შედეგების საფუძველზე გამოტანილია დასკვნა, რომ პროტეინი M-ის გავლენა აქტომიოზინის სუპერპრეციპიტაციის სისწრაფის გაზრდაზე შეიძლება აიხსნას პროტეინი M-ის მამოდიფიცირებელი გავლენით აქტინზე, რაც გამოიხატება აქტინის უნარში დიდი სისწრაფით შეუერთდეს მ. ადფ. ფ-ს.

BIOPHYSICS

M. Sh. MELIKISHVILI, G. V. MIKADZE, G. I. PAVLIASHVILI,  
M. M. ZAALISHVILI

SUPERPRECIPITATION AND ATPASE ACTIVITY OF  
PROTEIN M-ACTOMYOSIN COMPLEX

Summary

Superprecipitation and ATPase activity of protein M-actomyosin complex have been studied by the technique of simultaneous recording of these processes. It is shown that under the influence of protein M the rate and degree of SPP increase. Under 10-20% the content of protein M SPP rate increases correspondingly 4—8-fold without change of ATPase activity. The action of M-protein is manifested in the presence of Mg ions, whereas  $Ca^{2+}$  does not take part in this process. It is concluded that the influence of protein M on SPP rate of actomyosin can be explained by the modifying influence of protein M on actin.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. M. Заалишвили, Г. В. Микадзе, Т. Т. Сургуладзе. Сообщения АН ГССР, 34, № 1, 1966, 99.
2. Г. В. Микадзе. Сообщения АН ГССР, 31, № 2, 1963, 295.
3. Г. В. Микадзе. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1963.
4. Г. В. Микадзе, Н. И. Гогнадзе, М. М. Заалишвили. Сб. «Структурные основы и регуляция биологической подвижности». М., 1980.
5. Г. В. Микадзе, Н. И. Гогнадзе, М. В. Карселадзе. Биофизика, 26, вып. 5, 1981, 923.
6. Г. В. Микадзе, В. Я. Фурман, Г. И. Гедеванишвили, М. Г. Стурра, М. М. Заалишвили. I Всесоюзный съезд биофизиков (тез. докл.). М., 1982.
7. V. S. Perry. In: Methods in Enzymology N. Y. Acad. Press. 2, 1955, 582.
8. M. K. Riss, M. Jang. J. Biol. Chem. 242, 1967, 4449.
9. Г. В. Микадзе, Н. И. Гогнадзе, М. М. Заалишвили. Изв. АН ГССР, сер. биол., 1, № 1, 1975, 104.
10. H. H. Taussky, E. Shorr. J. Biol. Chem. 202, 1953, 675.
11. R. W. Lymn. J. Theor. Biol. 49, N, 2, 1975, 425.
12. A. G. Weeds. Biochem. Soc. Trans., 5, N 5, 1977, 1274.
13. H. Nakamura, J. Tomomura. J. Biochem. 63, 1968, 279.
14. T. Tokima *et al.* J. Biochem. 61, 1967, 108.



БИОХИМИЯ

Г. В. ЦИЦИШВИЛИ (академик АН ГССР), О. Ю. ЗАРДАЛИШВИЛИ,  
Т. Г. АНДРОНИКАШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР),  
К. О. КИКОДЗЕ, И. Ш. ШАТИРИШВИЛИ

НЕКОТОРЫЕ БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЕРЦА,  
ВЫРАЩЕННОГО НА КЛИНОПТИЛОЛИТСОДЕРЖАЩЕЙ ПОЧВЕ

В ряде работ [1, 2] приведены данные о перспективности использования природных цеолитов, в основном клиноптилолитсодержащих туфов, в сельском хозяйстве, как пролонгаторов действия удобрений, средств повышения урожайности различных растений, главным образом на бедных почвах, и экономии минеральных удобрений, а также защиты окружающей среды от загрязнения. Имеются сведения, что внесение цеолитсодержащих горных пород в почву приводит к улучшению биохимических показателей растений [3—5].

Нами были проведены вегетационные опыты по изучению влияния цеолитовых добавок, внесенных в почву, на сахаристость и содержание аскорбиновой кислоты в такой с/х культуре, как перец, для которого характерно высокое содержание витамина С.

Вегетационные сосуды заполнялись почвой в количестве 7 кг.

Объектом исследования служил перец Болгарский-79. Использовались темно-коричневая почва Поничальской экспериментальной базы и черноземная почва Сартичальского опытного пункта Института почвоведения, агрохимии и мелиорации им. М. Н. Сабашвили. В качестве цеолитов применялись клиноптилолитсодержащие породы месторождения Тедзани (ГССР); минеральные удобрения вносились из расчета  $N_{0,15}P_{0,15}K_{0,12}$  г/кг почвы. Эксперимент выполнялся по следующей схеме в трех повторностях: I (абсолютный фон) — сосуд, заполненный чистой почвой; II — сосуд, заполненный почвой, содержащей минеральные удобрения NPK (контроль); III — контроль + 1 г цеолита/кг почвы; IV — контроль + 3 г цеолита/кг почвы; V — контроль + 5 г цеолита/кг почвы; VI — контроль + 7 г цеолита/кг почвы; VII — контроль + 10 г цеолита/кг почвы; VIII — абсолютный фон + 2 г цеолита/кг почвы; IX — абсолютный фон + 4 г цеолита/кг почвы; X — абсолютный фон + 6 г цеолита/кг почвы.

Рассада перца высажена 30.5.1984 г.

Отмечено полное отсутствие прорастания сорняков на образцах почвы, содержащих клиноптилолитовые породы.

Фенологические наблюдения показали, что внесение в почву клиноптилолита способствует росту длины стебля в среднем на 10—20%. Длина и диаметр плода увеличиваются на темно-коричневой почве соответственно на 28—45 и 21—51% в зависимости от количества внесенного в почву клиноптилолита. Количество плодов увеличивается на 8—53%, а средняя масса плода — на 7—31%.

В меньшей степени сказывается влияние клиноптилолита при его внесении в черноземную почву. Так, длина и диаметр плода увеличиваются только на 6—16 и 5—13%, средняя масса плода — на 5—23%, а количество плодов — на 6—41%.

Биохимические исследования проводились в период как технической (зеленый), так и физиологической (красный) зрелости перца. Результаты эксперимента сведены в таблицу. Из этой таблицы следуют:

Влияние клинцитлодитсодержащих туфов на продуктивность и биохимические показатели перца Болгарский-79

| Схема опыта            | Темно-коричневая почва    |                     |      |                                     |         |          |         | Черноземная почва         |                     |         |                                     |         |          |         |         |
|------------------------|---------------------------|---------------------|------|-------------------------------------|---------|----------|---------|---------------------------|---------------------|---------|-------------------------------------|---------|----------|---------|---------|
|                        | Общий вес плодов, г/сосуд | Прибавка к среднему |      | Витамин С, мг/100 г сырого вещества |         | Сахар, % |         | Общий вес плодов, г/сосуд | Прибавка к среднему |         | Витамин С, мг/100 г сырого вещества |         | Сахар, % |         |         |
|                        |                           | г/сосуд             | %    | Зеленый                             | Красный | Зеленый  | Красный |                           | г/сосуд             | г/сосуд | %                                   | Зеленый | Красный  | Зеленый | Красный |
|                        |                           |                     |      |                                     |         |          |         |                           |                     |         |                                     |         |          |         |         |
| Абсолютный фон         | 300,5                     | —                   | —    | 68                                  | 196     | 4,2      | 7,2     | 379                       | —                   | —       | 40                                  | 190     | 4,9      | 7,9     |         |
| Контроль NPK           | 391,2                     | —                   | —    | 72                                  | 220     | 4,9      | 8,3     | 443,7                     | —                   | —       | 64                                  | 240     | 5,3      | 8,7     |         |
| Контроль + 1 г/ц       | 458,5                     | 67,3                | 17   | 112                                 | 242     | 5,9      | 9,7     | 467,2                     | 23,5                | 5       | 104                                 | 252     | 5,9      | 8,9     |         |
| Контроль + 3 г/ц       | 627,0                     | 235,8               | 60   | 128                                 | 264     | 6,5      | 10,5    | 633,6                     | 189,9               | 42      | 108                                 | 260     | 6,2      | 9,5     |         |
| Контроль + 5 г/ц       | 681,2                     | 290,0               | 74,1 | 152                                 | 278     | 6,5      | 10,7    | 679,0                     | 235,3               | 53      | 112                                 | 268     | 6,5      | 10,3    |         |
| Контроль + 7 г/ц       | 661,2                     | 270,0               | 69   | 128                                 | 272     | 6,1      | 10,7    | 673,2                     | 229,5               | 51,7    | 108                                 | 268     | 6,5      | 10,3    |         |
| Контроль + 10 г/ц      | 501,3                     | 110,1               | 28   | 120                                 | 264     | 5,9      | 10,5    | 520,8                     | 77,1                | 17      | 104                                 | 256     | 6,1      | 10,0    |         |
| Абсолютный фон + 2 г/ц | 348,4                     | 42,8                | —    | 112                                 | 249     | 5,8      | 10,2    | 415,8                     | —                   | —       | 68                                  | 248     | 5,9      | 9,9     |         |
| Абсолютный фон + 4 г/ц | 321,6                     | —                   | —    | 104                                 | 242     | 5,8      | 10,0    | 368,7                     | —                   | —       | 67                                  | 244     | 5,7      | 9,9     |         |
| Абсолютный фон + 6 г/ц | 268,2                     | —                   | —    | 104                                 | 242     | 5,8      | 10,0    | 356,2                     | —                   | —       | 67                                  | 244     | 5,7      | 9,7     |         |





ეტ, что внесение клиноптилолита на фоне минеральных удобрений способствует увеличению урожайности перца на темно-коричневой почве на 17—74,1% и на черноземной почве на 5—53%, а также оказывает значительное влияние на содержание витамина С в плодах и на их сахаристость.

Содержание витамина С в плодах перца колеблется в зеленых в пределах 68—152 мг/100 г сырого вещества, в красных — 196—278 мг/100 г сырого вещества на темно-коричневой почве, 40—112 и 190—268 мг/100 г сырого вещества на черноземной почве.

Внесение в почву только минеральных удобрений не способствует увеличению содержания витамина С в плодах перца как технической, так и физиологической зрелости. Ввиду того что внесение цеолита на абсолютном фоне вызывает рост содержания витамина С в плодах перца, можно высказать предположение, что именно цеолит вызывает этот положительный биохимический сдвиг.

Внесение цеолитов в почву приводит к повышению сахаристости плодов перца, причем это происходит как под влиянием минеральных удобрений, так и цеолитов, внесенных вместе с удобрениями. Эта прибавка увеличивается в зеленых плодах на 1,0—1,6%, в красных — на 1,4—2,4% при выращивании перца на темно-коричневой почве. Сахаристость же перца на черноземной почве соответственно увеличивается на 0,6—1,2 и 0,2—1,6%.

Таким образом, установлено, что внесение в почву клиноптилолитсодержащего туфа способствует увеличению урожайности перца, а также значительно улучшению некоторых биохимических показателей. В особенности этот эффект проявляется на темно-коричневой почве.

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

(Поступило 26.6.1986)

ბიოქიმიკა

- ბ. ტიციშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), მ. ზარდალიშვილი,  
თ. ანდრონიკაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),  
ბ. ძიძოყე, ი. შათირიშვილი

კლინოპტილოლიტზემცველ ნიადაგში აღმოცენებული ფიჭაპის  
ზოგიერთი ბიოქიმიური მაჩვენებელი

რ ე ზ ი ე მ ე

მოსავლიანობა საკონტროლოსთან შედარებით გაიზარდა რუხ-ყავისფერ ნიადაგზე 17—74,1%-ით, შავმიწა ნიადაგზე 5—53%-ით. ასევე გაიზარდა ზოგიერთი ბიოქიმიური მაჩვენებელი (ვიტამინი „С“, შაქრიანობა). ვიტამინ С შემცველობა „ბულგარული-79“ წიწყის ნაყოფში მერყეობს: მწვანეში 68—152 მგ/100 გ ნედლ ნივთიერებაზე, წითელში 196—278 მგ/100 გ ნედლ ნივთიერებაზე (ნიადაგი — რუხი ყავისფერი) და შესაბამისად 40—112 მგ/100 გ ნედლ ნივთიერებაზე, 190—268 მგ/100 გ ნედლ ნივთიერებაზე (ნიადაგი—შავმიწა). რუხ ყავისფერ ნიადაგში შაქრიანობა გაიზარდა 1,0—1,6%-ით (მწვანე ნაყოფი) და 1,4—2,4%-ით (წითელი ნაყოფი). შავმიწა ნიადაგში — 0,6—1,2%-ით (მწვანე ნაყოფი) და 0,2—1,6%-ით (წითელი ნაყოფი).



G. V. TSITSISHVILI, O. Yu. ZARDALISHVILI, T. G. ANDRONIKASHVILI,  
K. O. KIKODZE, I. Sh. SHATIRISHVILI

SOME BIOCHEMICAL INDICES OF PEPPER GROWN ON  
CLINOPTILOLITE-CONTAINING SOIL

Summary

The results of pot experiments on „Bulgarian—79“ pepper growing on dark-brown and black earth soil containing clinoptilolite-rich tufts using mineral fertilizers have shown that there is an increase in the productivity of this crop by 17—74.1% as compared with the control grown on dark-brown soil, and by 5—53% as compared with the control grown on black earth soil. There is also an improvement of some biochemical indices (vitamin „C“, sugariness).

The content of vitamin „C“ in pepper grown on dark-brown soil amounts to 68—152mg/100g of raw material for green pepper, and 196—278mg/100 g of raw material for red pepper, whereas in the case of black earth soil it amounts to 40—112 mg/100g, and 190—268mg/100g, respectively.

Sugariness of pepper grown on dark-brown soil is increased by 1.0—1.6% (green pepper) and 1.4—2.4% (red pepper). Sugariness of pepper grown on black earth soil is increased, accordingly, by 0.6—1.2 and 0.2—1.6%.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. В. Цицишвили. Природные цеолиты в сельском хозяйстве. Тбилиси, 1980.
2. Э. А. Архипов, М. М. Ташкузнев и др. Применение природных цеолитов в животноводстве и растениеводстве. Тбилиси, 1984.
3. Н. Ф. Челишев, Р. В. Челишева. Вестник с/х наук, № 2, 1978.
4. П. И. Читая, Г. А. Далакишвили, К. В. Джаиашия. Применение природных цеолитов в животноводстве и растениеводстве. Тбилиси, 1984.
5. С. М. Мамедова. Автореферат канд. дисс. Баку, 1984.



Г. К. ГУГУШВИЛИ

## РАЗДРАЖИМОСТЬ ANOPHELES MACULIPENNIS MEIG. В ОБРАБОТАННЫХ И НЕОБРАБОТАННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ ПОСЕЛКОВ ГРУЗИНСКОЙ ССР

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. Е. Курашвили 20.6.1986)

Опыты были проведены в населенных пунктах гипермалариогенной зоны [1] Колхидской низменности и амалариогенной зоны Боржомского ущелья.

В Колхидской низменности (поселки Шавлидзе, Кахабери, Мхвилаури, Хелвачаурский район, пос. Хуцубани, Кобулетский район, Аджарская АССР, Очамчирский и Гальский районы, Абхазская АССР) в борьбе с переносчиками малярии с 1952 г. регулярно применяются хлорорганические инсектициды.

В амалариогенной зоне пос. Бакуриани, который расположен в Боржомском ущелье, не проводились противокмарийные мероприятия.

В вышеуказанных населенных пунктах при обследовании помещений (хлева, жилые помещения и др.) нами неоднократно было замечено, что комары избегают обработанных помещений и скопляются в необработанных помещениях. Наблюдается нарастание численности основного переносчика малярии в природных биотопах (кустарники, дупла деревьев, норы и берлоги диких животных, трубы, навесы и др.) и в необработанных скотских и жилых помещениях. Таким образом, увеличивается степень зоофильности и экзофильности. Такое поведение переносчика вызвано отпугивающим действием ДДТ.

Увеличение степени экзофилии и зоофилии заслуживает особого внимания, так как уменьшается контакт переносчика с инсектицидом, а также с человеком в помещениях, комары большей частью нападают под открытым небом. Борьба с переносчиками в природных условиях затрудняется.

В результате длительного применения хлорорганических препаратов против переносчиков малярии изменяется степень раздражимости комаров. Иногда понижается раздражимость у резистентных популяций по сравнению с чувствительными популяциями, а зачастую отмечается противоположная реакция или же бывает одинаковая реакция у резистентных и чувствительных популяций комаров *An. maculipennis*.

Поведенческая реакция переносчиков малярии имеет как эпидемиологическое, так и большое практическое значение. Уровень раздражимости резистентных популяций переносчика малярии всецело зависит от того, на какой фазе (личиночной или имагинальной) происходит отбор на резистентность комаров.

Степень раздражимости *An. maculipennis* определялась у популяций из 7 различных объектов республики.

Популяции комаров из Шавлидзе, Кахабери и Мхвилаури (Аджария) были высоко устойчивы к ДДТ:  $LC_{50}$  превышала 5% ДДТ, а из Кобулетского района (Аджария) и из Очамчиры и Гали (Абхазия)  $LC_{50}$  равнялась 3,75%. Что касается необработанного объекта Бакуриани (Боржомский район), то там  $LC_{50}$  составляла 2,3%.



Раздражимость самок *An. maculipennis* определялась по методике ВОЗ [2] и спецнаборами, полученными из ВОЗ.

Раздражимость *An. maculipennis* под действием ДДТ

| Популяция комаров   | Уровень чувствительности к ДДТ, % | Среднее число взлетов 5 комаров в течение 15 мин |          | Среднее время от начала контакта комаров с импрегнированной ДДТ бумагой до первого взлета с нее, мин |          |
|---------------------|-----------------------------------|--|----------|--|----------|
|                     |                                   | Опыт   | Контроль | Опыт   | Контроль |
| Адjarская АССР      |                                   |  |          |  |          |
| Хелвачаурский район |                                   |  |          |  |          |
| пос. Шавлидзе       | 5,25                              | 50,5   | 4,7      | 2,2  | 0        |
| пос. Кахабери       | 5,25                              | 73,2   | 9,4      | 1,2  | 0        |
| пос. Махвилаури     | 5,25                              | 58,6   | 2,0      | 3,5  | 5,6      |
| Кобулетский район   |                                   |  |          |  |          |
| пос. Хуцубани       | 3,75                              | 55,1   | 5,3      | 3,1  | 5,5      |
| Абхазская АССР      |                                   |  |          |  |          |
| Очамчирский район   | 3,75                              | 187,6  | 2,5      | 2,0  | 5,0      |
| Гальский район      | 3,3                               | 127,5  | 4,5      | 3,5  | 6,4      |
| Боржомский район    |                                   |  |          |  |          |
| пос. Бакуриани      | 2,3                               | 133,6  | 24,6     | 2,4  | 6,0      |

Показателем раздражимости считалось время от начала контакта самок *An. maculipennis* с обработанной поверхностью до первого взлета с нее и число взлетов 5 самок в течение 15 мин с обработанной поверхности (фильтровальная бумага, импрегнированная 2% раствором ДДТ). В контроле самки контактировали с бумагой, импрегнированной растворителем. В опыт бралось по 5 самок на II—III стадии Sella. Опыты были проведены в 8 повторностях. Температура воздуха во время опытов колебалась от 24 до 29°, а относительная влажность составляла 75—85%.

Как видно из таблицы, первый взлет самок с фильтровальной бумаги, импрегнированной ДДТ, регистрировался через 1,2—3,5 мин после начала контакта. В течение 15 мин самки *An. maculipennis* взлетали от 50,5 до 127,5 раза (резистентная популяция комаров из Адjarской и Абхазской АССР). Более раздражительной была популяция самок *An. maculipennis* из пос. Очамчира, которые в течение 15 мин взлетали 187,6 раза. Хотя в этом поселке уровень чувствительности к ДДТ равнялся 3,75%, но самки были более раздражительными, чем в необработанном пос. Бакуриани. В этом случае зафиксирован взлет самок 133,6 раза. Полученные данные свидетельствуют о том, что резистентные комары (очамчирская популяция) не отличаются по раздражимости от чувствительных (Бакуриани). В других объектах резистентная популяция самок была гораздо менее раздражимой.

Результаты проведенных исследований подтверждают, что избегание обработанных поверхностей характерно как для резистентных, так и для чувствительных самок *An. maculipennis*. Вследствие такого поведения увеличивается степень экзотропности и повышается контакт переносчика с человеком под открытым небом.

Таким образом, целесообразно проводить борьбу против переносчиков малярии путем обработки помещений препаратами ДДТ.

Необходимой задачей является усиление борьбы против преимагинальных фаз комаров биологическим (рыбка гамбузия) и экологическим (санитарная гидротехника) методами.

Институт медицинской паразитологии  
и тропической медицины  
им. С. С. Вирсаладзе  
МЗ ГССР

(Поступило 27.6.1986)

ენტომოლოგია

ბ. გუგუშვილი

ANOPHELES MACULIPENNIS-ის გაღიზიანებადობა დამუშავებულ და დაუმუშავებელ შენობებში სპარტეველს სსრ დაბებში

რეზიუმე

*An. maculipennis*-ის დღტ-ს პრეპარატებისადმი გაღიზიანებადობის დასადგენად გაერთიანებული ერების ჯანდაცვის საერთაშორისო ორგანიზაციის მიერ მოწოდებული მეთოდის თანახმად ცდებისათვის შევარჩიეთ ორი ერთმანეთისაგან განსხვავებული ობიექტი: კოლხეთის დაბლობის ჰიპერმალარიოგენური ზონა, სადაც 1952 წლიდან მალარიის გამამტანის წინააღმდეგ რეგულარულად იყენებენ ქლორორგანულ ინსექტიციდებს და დაუმუშავებელი ობიექტი — ბორჯომის ხეობაში დაბა ბაკურიანი.

მიღებული შედეგებით შეიძლება დავსკვნათ, რომ შემდგომში კოლოების წინააღმდეგ ბრძოლა დღტ-ს პრეპარატებით არ არის მიზანშეწონილი. აუცილებელია იმაგოს წინა ფაზების წინააღმდეგ ბრძოლის ბიოლოგიური (თევზი გამბუზია) და ეკოლოგიური (სანიტარიული ჰიდროტექნიკა) მეთოდების გაძლიერება.

ENTOMOLOGY

G. K. GUGUSHVILI

IRRITABILITY OF *ANOPHELES MACULIPENNIS* MEIG. IN TREATED AND UNTREATED BUILDINGS IN THE GEORGIAN SSR

Summary

With a view to determining the irritability of *An. maculipennis* by DDT preparations, experiments in accordance with the methods recommended by the WHO were carried out in two different areas: in the highly malarial zone of the Colchis lowland, regularly treated against malaria vector by chlororganic insecticides since 1952, and in the untreated zone of Bakuriani.

*An. maculipennis* population proved to be highly resistant to DDT preparations in the Colchis lowland, with  $LC_{50}$  above 5% in Adjara, and 3.75% in Abkhazia. In the untreated zone  $LC_{50}$  proved 2.3%. The experiments showed reduced irritability of *An. maculipennis* resistant

population by DDT preparations, the cases of high irritability being the populations in Ochamchire (resistant) and Bakuriani (untreated).

These results warrant the conclusion on the necessity to improve biological (gambusia) and ecological (sanitary hydraulic engineering) methods of controlling the preimago phases.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. Л. Бакрадзе. Особенности эпидемиологии малярии в процессе ее ликвидации в Грузинской ССР. Тбилиси, 1974.
2. Семнадцатый доклад комитета экспертов ВОЗ по инсектицидам. М., 1972.





მ. სოფერიძე

სუბიექტის ზოგადლინგვისტური ცნება და კვიმდებარის სემანტიკური ფუნქციები თანამედროვე ფრანგულ ენაში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა შ. ძიმიტურმა 15.6.1986)

ენათმეცნიერების განვითარების თანამედროვე ეტაპზე აღინიშნება სუბიექტის ცნების განსაზღვრების მრავალსაპექტოვნება, რაც ნათლად ჩანს იმ ერთმანეთისაგან განსხვავებული დეფინიციებიდან, რომლებიც მოცემული აქვს სხვადასხვა ლინგვისტს. აი, რას წერს სუბიექტის სტრუქტურული როლის შესახებ მ. პოტაპოვ ა: „ქვემდებარის განსაზღვრება გრამატიკაში ჭერ კიდევ არ არის უნიფიცირებული. ყველაზე უფრო ხშირად ქვემდებარე ლეზულობს ან ლოგიკურ-ფსიქოლოგიურ ინტერპრეტაციას „ის, რაზეც ლაპარაკია წინადადებაში“, ან სემანტიკურ ინტერპრეტაციას, როდესაც ქვემდებარე განსაზღვრება როგორც შემასმენელში მოცემული ნიშან-თვისებების გამომხატველი, ან კიდევ, უფრო ფართო გაგებით — როგორც „პირი, ან საგანი, რომელიც ასრულებს ან განიცდის მოქმედებას, ან კიდევ იმყოფება ამა თუ იმ მდგომარეობაში“ [1]. მაგრამ მთავარია აღინიშნოს, რომ ქვემდებარის ტრადიციული ცნება ვერ პასუხობს მის რეალურ ფუნქციებს. ქვემდებარე (სინტაქსური სუბიექტი) მუდამ როდი გამოხატავს მოქმედ ან გარკვეულ მდგომარეობაში მყოფ საგანს (პირს). საქმე იმაშია, რომ წინადადებას (ფრაზას) უნარი შესწევს მოახდინოს ამა თუ იმ სიტუაციის ან ხდომილების არა მარტო პირდაპირად, არამედ იზომორფულად, ირიბად დასახელება (ნომინაცია). აქედან გამომდინარე, შესაძლებელი და აუცილებელი ხდება კვლევა ვაწარმოოთ არა მხოლოდ სინტაქსურ (ფორმალურ), არამედ სემანტიკურ დონეზეც; შეუსაბამობა, რომელიც ხშირად ვლინდება ქვემდებარის სინტაქსურ სტატუსსა და მის სემანტიკურ ფუნქციებს შორის, ჩვენ შეგვიძლია გავიზიაროთ შემდეგი სამი თანამედროვე სინტაქსური მოძღვრების გათვალისწინებით:

- ა) მოძღვრება წინადადების წევრთა ფუნქციისა და პოზიციის გამიჯვნის შესახებ;
- ბ) მოძღვრება წინადადების ანალიზის შესახებ სხვადასხვა დონეზე;
- გ) წინადადების ვერბოცენტრული კონცეფცია, ანუ კონცეფცია, რომლის მიხედვით წინადადების სტრუქტურულ ცენტრს ზმნა წარმოადგენს.

სუბიექტის კვლევისადმი ასეთი მიდგომა, სახელდობრ, ძიება იმისა, თუ რა სემანტიკურ ფუნქციებს შეიძლება ასრულებდეს სინტაქსური სუბიექტი (ქვემდებარე), საშუალებას იძლევა კორექტივი შევიტანოთ ფრანგული ენის სინტაქსის სწავლების მეთოდოლოგიაში, რათა უფრო გააზრებული გავხადოთ ეს სწავლება, დავუხლოვოთ იგი თანამედროვე მეცნიერების დონეს.

პირველ რიგში აუცილებელია მივუთითოთ სინტაქსური პოზიციისა და ფუნქციის ცნებათა არაიდენტურობაზე, მათ გამიჯვნაზე. ფუნქცია თანამედროვე ენათმეცნიერებაში განიხილება როგორც წინადადების წევრის შინაარსი, ხოლო პოზიცია — როგორც მისი სინტაქსური ფორმა. „ფუნქცია და პოზიცია — სინტაქსური ერთეულის ორი მხარეა, მისი შინაარსი და ფორმაა, ორი პარამეტრია, რომელიც ახასიათებს ერთსა და იმავე კომპონენტს სხვადასხვა თვალსაზრისით“ — წერს ნ. მატვეევა [2]. პოზიციისა და ფუნქციის ამ

გამიჯვნის შესაბამისად თანამედროვე ლინგვისტიკაში წინადადების ანალიზი გულისხმობს შემდეგი სამი სტრუქტურის, სამი დონის გამიჯვნას. ეს დონეებია: სემანტიკური (აზრობრივი), სინტაქსური (ფორმალური) და ლოგიკურ-კომუნიკაციური. ანალიზი სამივე დონის გათვალისწინებით ცხადყოფს, რომ ამ სამ დონეს შორის არსებობს გარკვეული პარალელიზმი. მაგალითად, წინადადებაში "Le garçon chante", "Le garçon" ფუნქციონირებს როგორც სინტაქსური სუბიექტი (ქვემდებარე). ამასთან ერთად „le garçon“ წარმოადგენს სუბიექტს აგრეთვე სემანტიკური და კომუნიკაციური თვალსაზრისით, მაგრამ ეს პარალელიზმი ხშირად ირღვევა. აი, რას წერს ამის შესახებ ვ. ვაკი: „სემანტიკური სუბიექტი სინტაქსურად შეიძლება გამოიხატოს ქვემდებარით, დამატებით (პეტრე მოწყენილია), განსაზღვრებით (პეტრეს ჩამოსვლა). კომუნიკაციური ერთეულები — თემა და რემა — თავის მხრივ შეიძლება არ დაემთხვეს სინტაქსურ ერთეულებს არც პარადიგმატულ, არც სინტაგმატურ ასპექტებში. ერთი და იგივე კომუნიკაციური ერთეულის რეალიზაცია შესაძლოა წინადადების სხვადასხვა წევრში, ან შეიძლება მოიცვას წინადადების რამდენიმე წევრი“ [3].

წინადადება ადგენს ერთეულს, რომელიც ნომინაციურ ფუნქციას ასრულებს, ე. ი. ასახელებს ხდომილებას ან სიტუაციას მთლიანობაში. სინტაქსური აქტანტები (ქვემდებარე და დამატებები), მოცემულნი ზმნის როგორც ბირთვის ირგვლივ, ქმნიან გარკვეულ კონფიგურაციას (სტრუქტურას). ეს კონფიგურაცია აქტანტთა ურთიერთშეცვლის გზით შეიძლება ისე შეიცვალოს, რომ გამონათქვამი შინაარსეულად იგივე დარჩეს. ასე, მაგალითად, ა) სინტაქსურმა (ფორმალურმა) ქვემდებარემ შეიძლება აღნიშნოს მოქმედების მიზეზი, სუბსტანცია, რომელიც ხელს უწყობს ან ხელს უშლის პროცესის განხორციელებას: Sa figure épouvanta l'enfant (G. Flaubert. Madame Bovary. p. 132).

ბ) სინტაქსურმა ქვემდებარემ შეიძლება შეასრულოს დროის კონკრეტიზატორის ფუნქცია: L'hiver fut froid (G. Flaubert. Madame Bovary. p. 79).

გ) სინტაქსურმა ქვემდებარემ შეიძლება გამოხატოს რეალური ადვილის გარემოება: Le monde était plein d'événements sanglants, absurdes... (F. Sagan. Un peu de soleil dans l'eau froide. p. 10).

დ) ფორმალურ სინტაქსურ ქვემდებარეს რეალური ობიექტის ფუნქციის შესრულებაც შეუძლია: Des qu'un mot tout entier est prononcé, il n'existe plus (Salacrou. La terre est ronde. p. 51).

ე) სინტაქსურმა ქვემდებარემ შეიძლება შეასრულოს რეალური ადრესატის ფუნქცია: Il reçut pour sa fête une belle tête phrénologique (G. Flaubert. Madame Bovary. p. 116).

ი. ჭავჭავაძის სახელობის უცხო

ენათა სახელმწიფო პედაგოგიური ინსტიტუტი

(შემოვიდა 20.6.1986)

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

М. У. ХОПЕРИЯ

ОБЩЕЛИНГВИСТИЧЕСКОЕ ПОНЯТИЕ СУБЪЕКТА И  
 СЕМАНТИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ПОДЛЕЖАЩЕГО  
 В СОВРЕМЕННОМ ФРАНЦУЗСКОМ ЯЗЫКЕ

Резюме

В связи с проблемой синтаксического субъекта в статье исследуется соотношение между синтаксическим и семантическим уровнями предложения. Выделяются некоторые семантические функции синтаксического субъекта.



M. V. KHOPERIA

LINGUISTIC NOTION OF SUBJECT AND SEMANTIC FUNCTIONS OF SYNTACTIC SUBJECT IN MODERN FRENCH

Summary

In connection with the problem of syntactic subject the paper deals with the relationship between the syntactic and the semantic levels of a sentence. Some semantic functions of the syntactic subject are described.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Д. Потапова. Иностранные языки в школе. № 3, 1976.
2. Н. Н. Матвеева. Научные доклады высшей школы, № 4, 1975.
3. В. Г. Гак. Научные доклады высшей школы. Филол. науки, № 5, 1975.

რ. ჩხენკელი

ქართულ ხალხურ სამშენებლო საქმისთან დაკავშირებული  
ანთროპომორფული ლექსიკა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ლ. ლომთათიძემ 25.6.1986)

უძველესი დროიდანაა ცნობილი ისეთი სახელწოდებები, რომლებიც საერთო ენის სხვადასხვა ყოფითი რეალიის აღმნიშვნელია (ქალამანი, ჩექმა, ჩანგალი, სარტყელი, ბალიში, ქუდი...) და რომლებიც სიტყვათა მნიშვნელობის მეტაფორული გადააზრების შედეგად ამა თუ იმ დარგის ტერმინებად ქცეულა [1].

როგორც ცნობილია, საზოგადოებრივი კოლექტივის მიერ ტერმინები იქმნება აზროვნების განვითარების გარკვეულ ეტაპზე. აზროვნების შედარებით ადრეული საფეხურის, კერძოდ კი მისი კონკრეტულ-ხატოვანი ფორმის გამოხატველი უნდა იყოს სწორედ ხალხურ სამშენებლო ტერმინოლოგიაში ადამიანის სხეულის ნაწილთა სახელების მეტაფორული გადააზრებით მიღებული ე. წ. ანთროპომორფული ტერმინები იმ რიგისა, როგორცაა შუბლი, წარბი, ქალა, მკლავი, ქუსლი, თავი, ფეხი, კოჭი... [1].

საერთო ენის სიტყვათა ტერმინოლოგიზაციის დროს ჩვეულებრივი ხმარების ესა თუ ის სიტყვა სხვა ფუნქციურ დატვირთვას იღებს და სპეციალური დანახელებისათვის საჭირო აუცილებელ შინაარსს იძენს. ბუნებრივია, ფუნქციის შეცვლას თან მოჰყვება სინტაგმატური ცვლილებებიც. შდრ. მაგ., ერთი მხრივ, ანატომიური ყური: ყური ეტკინა, ყური აუწია, ყურის ანთება და, მეორე მხრივ, ყური როგორც სამშენებლო ტერმინი: სახლის ყური, ყური აიყვანა, ყურები ამოტეხა და სხვა.

ქართულ ხალხურ სამშენებლო ლექსიკაში სახელდების ზემოაღნიშნული პრინციპი საქმაო სისრულით გამოიყენება: თითქმის არ არის დარჩენილი სხეულის არც ერთი ნაწილის სახელი, რომელიც სამშენებლო ტერმინად არ იყოს გადააზრებული. ამ რიგის ტერმინთა სიუხვე განსაკუთრებით თვალსაჩინოა სხვადასხვა დიალექტის მასალაზე შედგენილ სინონიმურ მწკრივებში, სადაც სინონიმთა დიდზე დიდ უმრავლესობას სწორედ ანთროპომორფული ტერმინები შეადგენს. ასე მაგალითად [2]:

ა) ანჯამების გამოგონებამდე კარებს ცალ გვერდზე თავსა და ბოლოში უკეთედებოდა წამახული ქიმები, რომლებითაც იგი სპეციალურ ხვრელებში ბრუნავდა. მათ სხვადასხვა დიალექტში განსხვავებული სხეულის ნაწილის სახელებით აღნიშნავენ: ფეხი (იმერ.) || კოჭი (ხევს.) || ქუსლი (ქიზიყ. შდრ.: საბა, დ. ჩუბ.) || ყურმალი (ლენჩ., ქვ. იმერ.).

ბ) რამდენიმე კოჭის ან ფიცრის ერთმანეთთან დასაკავშირებლად სათანადო ადგილას ამოჭრილი ჰდის მნიშვნელობით სხვადასხვა დიალექტში იხმა-

(1) ტერმინი „ანთროპომორფული“ ზემოთ აღნიშნული ტიპის სახელების მიმართ ნახშირი აქვს დ. ლოტეს [2].

(2) ადგილის სიმცირის გამო წერილში დასახელებული მაგალითების წყაროები არსად არ გვექნება მითითებული: ისინი სათანადო დიალექტოლოგიური ლექსიკონებიდანაა ამოკრეფილი.

(3) ყურმალი კომპოზიტია: ყური-მალი ყურის მალი, ე. ი. ყურის ქვალი [3]. შდრ.: „ყურის გარეშე“ (საბა).





რება: ყ ე ლ ი (რაჭ., იმერ.) || კ ბ ი ლ ი (ლეჩხ., რაჭ.) || ყ ბ ა (კახ., ქიზსყ., ფშქვ., მთ., იმერ., რაჭ.) || ლ ა შ -ყ ბ ა (ხევს.) || თ ვ ა ლ ი (აჭარ. — მივლინების მასალ.) || ე ნ ა (აჭარ. — მივლინების მასალ.).

გ) ხის სახლის გარეთ ნასკვიან კუთხეს სხვადასხვა დიალექტში ეწოდება: ღ ო ჯ ა (იმერ., ღ ო ჯ ე — გურ.; ღ ო ჯ ი ა — აჭარ. შდრ. ქეგლ: ღ ო ჯ ი = „ღილი კბილი, ეშვი“ || კ ო ჭ ყ უ რ ი (გურ. — კომპოზიტია: კ ო ჭ ი -ყ უ რ ი).

იმის გამო, რომ ენობრივი კოლექტივში ცოცხალია ამ სიტყვათა პირდაპირი მნიშვნელობით ხმარებაც, ფაქტობრივად საქმე გვაქვს მეტაფორული ხმარების შედეგად გაჩენილ ომონიმებთან.

ჩვენს საანალიზო ლექსიკაში ანთროპომორფული ტერმინების სამი ჯგუფი გამოიყოფა, რომლებშიც სემანტიკური გადააზრების საფუძველს ქმნის: ა) ხ ა ნ ა ნ ა ლ ო გ ი უ რ ი მ დ ე ბ ა რ ე ო ბ ა (კარ-ფანჯრის თ ა ვ ი, აივნის შ უ ბ ლ ი, ფ ე ხ ი), ბ) ხ ა ნ გ ა რ ე გ ნ უ ლ ი მ ს გ ა ვ ს ე ბ ა (ღ ო ჯ ა, კ ი ჭ კ ი -ჭ ა!), გ) ხ ა ნ ა ც — მ ს გ ა ვ ს ი ფ უ ნ ქ ც ი ა (კ ო ჭ ი, მ უ ხ უ რ ი) [2].

ცნობილია, რომ გადატანითი სიტყვახმარებისას სიტყვის შინაგანი ფორმა ანუ მოტივაცია გამჭვირვალეა, მაგრამ „არ არის სავალდებულო, რომ მოტივაცია სიტყვას სულ თან სდევდეს. ენობრივი კოლექტივი მალე იფიწყებს ხოლმე სიტყვის... სემანტიკურ აღნაგობას“ [4]. ამისი შედეგი უნდა იყოს, რომ მაგალითად აჭარულში ღ ო ჯ ე არა მარტო სახლის გარეთა კუთხეა, არამედ — კედელიც. აქ უკვე აღარ ეწევა ანგარიში ტერმინის სახელდების ამოსავალ მოტივს: ღ ო ჯ ი = „ღილი კბილი. აქ თითქოს სიტყვის თავდაპირველი მნიშვნელობა ერთგვარად გაბუნდოვანებულია. ახლომდებარე კონსტრუქციული ელემენტებისათვის საერთო ტერმინის გამოყენების მსგავსი შემთხვევები არც თუ იშვიათია ხალხურ სამშენებლო ლექსიკაში.

ზოგჯერ სიტყვის თავდაპირველი მნიშვნელობის გაბუნდოვანება შესაძლოა ბგერათა ფონეტიკური ცვლილებებით იყო გამოწვეული. ასე მაგ., იმერულში გავრცელებული კ ვ ა ჭ ა ხ უ რ ი <კ ვ ა ჭ ა ყ უ რ ი (კ ო ჭ ა ყ უ რ ი) სიტყვის სახეცვლილი ფორმაა (შდრ. გურ. კ ო ჭ ყ უ რ ი).

გვხვდება ისეთი შემთხვევებიც, როდესაც სიტყვები ერთი შეხედვით მთლიანად დაცლილი ჩანს შინაგანი ფორმისაგან, მაგრამ სავანგებო ძიების შედეგად მაინც ხერხდება მათი სემანტიკის ამოცნობა, კერძოდ კი მათი დაკავშირება ადამიანის სხეულის ნაწილთა სახელებთან. ამის ნიმუშად სიტყვა გ ო გ ი შეგვეძლო დაგვესახელებინა. ქართველ ხელოსანთა მეტყველებაში გ ო გ ი (იმერ., გ ო გ ა — ლეჩხ.) ეწოდება ვერტიკალურად აღმართულ ბოძს, რომელიც სახურავის სათავეს იჭერს. ამ ტერმინზე მსჯელობისას ივ. ჯავახიშვილი აღნიშნავს: „სავულისხმოა, რომ საბას განმარტებით, „გ ო გ ი თ ი თ ი ს გ ა რ ე გ ა ნ ი ნ ა წ ე ვ ა რ ი ა“, ე. ი. თითის გარე კიდურის ნაწილის სახელია. ცნობილია, რომ თითის ეს ნაწილი დანარჩენ ნაწევრებზე უფრო მომცროა და, საფიქრებელია, რომ სწორედ ამ მსგავსებაზეა დამყარებული გ ო გ ი ს... სახურავის ამ ნაწილის აღმნიშვნელ სახელად გამოყენებაც“ [7].

(1 კ ი ჭ კ ი ჭ ა მიღებულია კ ი ჭ (= „კბილი ბავშვის ენაზე“ — ქეგლ) ფუძის რედუქციაციით და აღნიშნავს კარნიზის ერთ-ერთ სახეობას, რომელსაც დაკბილული ფორმა აქვს (სიტყვა ჩაწერილია აჭარაში).

(2) სამართლიანად მიუთითებენ იმის თაობაზე, რომ ამგვარი დაყოფისათვის ყოველთვის ზუსტი საფუძელს კარნიზის ერთ-ერთ სახეობას, რომელსაც დაკბილული ფორმა აქვს (სიტყვა ჩაწერილია აჭარაში).

აქვე გვინდა აღვნიშნოთ ისიც, რომ სპეციალურ ლიტერატურაში ზოგი ავტორი ფუნქციის შეცვლას არ მიიჩნევს მეტაფორად [5], ზოგი ავტორი კი პირიქით — ფუნქციის მიხედვით მსგავსებას მეტაფორის ერთ-ერთ საფუძველად თვლის [6].





შეიძლება არ იყოს გამოსარიცხი გოგის დაკავშირება ფეხთანაც (1). აღმოსავლეთ საქართველოს მთის დიალექტებში გოგა აღნიშნავს ფეხის გულს, კოქს, ქუსლს (მნიშვნელობის შემდგომი განვითარებით კი უყულო წინდის ძირსაც). ალ. ჭინჭარაულის ზეპირი ცნობით, იგივე გოგი (ფეხის მნიშვნელობით) შემონახული უნდა იყოს სიტყვაში სა-გოგა-ვი (მთიულ., მონ. = აკენის ფეხი, რაზედაც ის ირწევა). ამ თვალსაზრისს უჭერს მხარს ქიზიყურის მონაცემიც: იქ სა-გოგა-ვი ნიშნავს ბარის სატერფულს, ბარის ტარში შეყრილ კოტას ფეხის დასადგმელად, რომ კაცი ბარს დააწვეს. იგივე ძირი ჩანს ზნუნურ ფორმაშიც და-გოგა-ს (= „გოგვით, ნარნარით და დის, ლამაზად და დის“ — ქეკელი).

ამგვარად, გოგი ფეხის თითის ნაწევარსაც შესაძლებელია გულისხმობდეს. უფრო მეტიც, გოგი შეიძლება ორივე კიდურის თითის ნაწევარსაც კი აღნიშნავდეს (შდრ. კოჭი, რომელიც ძველ ქართულში ორივე კიდურის შეერთების ადგილს აღნიშნავდა [3]). როგორც უნდა იყოს, მთავარი ისაა, რომ გოგი თუმცა დღეს ანატომიური მნიშვნელობით აღარ გვხვდება, მაგრამ მისი დაკავშირება სამშენებლო ანთროპომორფული ჯგუფის ტერმინებთან მაინც შესაძლებელი ჩანს.

ჩვენს საანალიზო ლექსიკაში ისეთი არამოტივირებული ტერმინებიც გვხვდება, რომელთა ეტიმოლოგიზაცია ქართული ენის მონაცემების მიხედვით არ ხერხდება. მათ შესახებ ცალკე გვექნება მსჯელობა, აღვნიშნავთ მხოლოდ, რომ ეს ის სიტყვებია, რომლებიც ქართულ სამშენებლო ლექსიკაში ანატომიურ სახელთა ზანურ ფორმით დამკვიდრებულა (ომპა||ომპე (იმერ.) = სახლის სახურავის ზედა ძელი, სათავე. შდრ. ანატომიური მნიშვნელობა — „ქიპი“, „გული“; ბორკალი (აჭარ.) = სახლის საყრდენი ბოძი, საძირკველი. შდრ. ანატომიური მნიშვნელობა — „ბარკალი“, „ფეხი“).

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ენათმეცნიერების ინსტიტუტი

(შემოვიღა 26.6.1986)

## ЯЗЫКОЗНАНИЕ

Р. Ч. ЧХЕНКЕЛИ

### АНТРОПОМОРФНАЯ ЛЕКСИКА, ИСПОЛЬЗОВАННАЯ В ГРУЗИНСКОМ НАРОДНОМ ЗОДЧЕСКОМ ДЕЛЕ

Резюме

В грузинской народной зодческой лексике выделяется сравнительно большая группа т. н. атропоморфных терминов, образованных путем метаморфического переноса наименований с частей человеческого тела. Среди них основную часть составляют термины-омонимы: tavi “голова”, rexi “нога”, šubli “лоб”, çarbi “бровь”, kusli “пята” и др; встречаются также и немотивированные термины, которые этимологически восходят к анатомическим наименованиям (gogi||goga “нога”, borçili “бедро”, omra||omre “пуп”, “сердце”).

(1 მთი უმეტეს, რომ საბას მიხედვით არ ჩანს, თუ რომელი კიდურის თითის ნაწევარია გოგი.

R. Ch. CHKHENKELI

 ANTROPOMORPHIC LEXIS USED IN GEORGIAN FOLK  
 DWELLING CONSTRUCTION

## Summary

In the lexis of the Georgian folk dwelling construction there can be singled out a relatively large group of the so-called antropomorphic terms, formed through metaphoric extension of names from the parts of human body. The majority of them represent homonymic terms: *tavi* „head“, *pekhi* „leg“, *šubli* „forehead“, *čarbi* „brow“, *kusli* „heel“, *ķbili* „tooth“, etc. There are also some unmotivated terms which etymologically originate from anatomic terms (*gogi* || *goga* „leg“, *borķili* „thigh“, *ompa* || *ompe* „navel“, „heart“).

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. П. Даниленко. Русская терминология. М., 1977, 99.
2. Д. С. Лотте. Основы построения научно-технической терминологии. М., 1961, 50.
3. ლ. გელენიძე. ადამიანის ანატომია-ფიზიოლოგიასთან დაკავშირებული ლექსიკა ძველ ქართულში. თბილისი, 1974, 51, 90.
4. ბ. ფოჩხუა. ქართული ენის ლექსიკოლოგია. თბილისი, 1974, 120.
5. А. А. Реформатский. Введение в языкознание. М., 1967, 51—53.
6. Б. Н. Головин. Введение в языкознание. М., 1977, 81.
7. ივ. ჯავახიშვილი. მშენებლობის ხელოვნება ძველ საქართველოში. თბილისი, 1946, 169.



ლიტერატურის ისტორია

ზ. გამსახურდია

„ვეფხისტყაოსნის“ სიმბოლური ონომასტოლოგია

(წარმოადგენს აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ს. ცაიშვილმა 22.1.1987)

საბუთური ლიტერატურათმცოდნეობისათვის დამახასიათებელი მეთოდოლოგიური თვალსაზრისით შუასაუკუნეობრივი რომანის პერსონაჟებს, მოვლენებსა და სიტუაციებს უწინარეს ყოვლისა სიმბოლური, ნიშნისმიერი ხასიათი აქვთ, ისინი მატარებელი არიან გარკვეული ფუნქციებისა (ზოგჯერ რამდენიმესი ერთად) მთელის სისტემაში. ამგვარი რომანების გმირები წარმოადგენენ არა ცოცხალ, მთლიან ხასიათებს, ცხოვრებიდან აღებული, არამედ მხატვრულ კონსტრუქციებს, რომელთა მეშვეობით ავტორი წყვეტს გარკვეულ მსოფლმხედველობრივ და ზნეობრივ პრობლემებს. აქედან გამომდინარე, როგორც დასავლური, ისე საბუთური მედიევისტიკის საერთო დასკვნით, შუასაუკუნეობრივი რომანი რეალისტურია ფილოსოფიური რეალიზმის გაგებით, რომელიც რეალობადა სთვლიდა ზოგად ცნებებს [1], რომელთა პერსონიფიკაციები მოცემულია პერსონაჟების, მხატვრული სახეების, მოვლენების სახით.

აქედან გამომდინარე, შუასაუკუნეობრივი რომანის ნიმუშებს ახასიათებთ სიმბოლური ონომასტიკონი, გმირის სახელის სემანტიკის განსაზღვრა ავტორის იდეურ-მსოფლმხედველობრივი და მხატვრული ჩანაფიქრიდან გამომდინარე (მსგავსი ტრადიცია მომდინარეობს ანტიკური მითოლოგიიდან და ლიტერატურაიდან), ან შერჩევა ტრადიციით არსებული სიმბოლური სახელებისა. შუასაუკუნეთა როგორც დასავლურ, ისე აღმოსავლურ ლიტერატურაში გავრცელებული გმირთა სახელების უმრავლესობა ალეგორიული ეტიმოლოგიზმის პრინციპებზეა აგებული. ასე მაგალითად, სახელი „პერსევალ“ ნიშნავს „ველად გაჭრილს“ (ძვ. ფრანგ.), რაც მიუთითებს სულზე, მის აქტიურ, მზიურ ინიციატივაზე (მზიური გმირის კონვენციური სახე). სახელი „ტრისტან“ დაკავშირებულია „მწუხარებასთან“ (tristesse), სახელი „პერცელაიდე“ ნიშნავს „გულსტიკივლს“ (გერ.), სახელი „კუნდრი“ დაკავშირებულია ცოდნასთან (გერმ. kund—ცოდნა), სახელი „ფანიერ-ფიც“ ნიშნავს „შავ-თეთრ ჯაყს“, მეტისს, რაც განასახიერებს სინთეზურ, დასავლურ-აღმოსავლურ კულტურას. სიბრძნის, პარციფალის მეუღლის სახელი „კონდვირამურ“ ნიშნავს „სიყვარულში მუდმივი“ და ა. შ. ამგვარი სახელების მატარებელი გმირები როგორც ეოლფრამ ფონ ეშენბახის „პარციფალში“, ისე სხვა რაინდულ რომანებსა და პოემებში, სიმბოლურად განასახიერებენ გარკვეულ ფუნქციებსა და ცნებებს, რასაც შეესაბამება მათი სახელები.

მსგავსი კონსტრუქციების შექმნა საცნაურია აღმოსავლურ შუასაუკუნეობრივ პოემებშიც. ასე მაგალითად, ფირდოუსის „შაჰ-ნამეს“ მთავარი გმირის, როსტემის სახელი წარმოადგენს ავესტური ძირების შერწყმას: roada — ხატება, იერი, და tahma — მძლავრი, რაც შუადღის მზეს განასახიერებს, ხოლო მისი ძის ზოჰრაბის სახელი აგრეთვე კომპოზიტია და შედგება ორი ფუძისაგან suhr>sur — წითელი და ab — ელვარება, რაც ამომავალი მზის ატრიბუტია, ვინაიდან ზოჰრაბი განასახიერებს დილის მზეს (ორივე გმირის არქეტის სოლარული მითოსის პერსონაჟებში ხედავენ). ნიშამი განჯევის „ლეილაქუნია-42: „მოამბე“, ტ. 127, № 3, 1987.



ნის“ მთავარი გმირის, ლეილის სახელი უკავშირდება laylah-ს (ეგვიპტური „ლამე“), რაც მიუთითებს საღვთო ბნელზე, ღვთის მიუწვდომელ, შეუმცნებელ ასპექტზე, ხოლო მაქნუნი ნიშნავს „სიყვარულით შმაგს“. „ლეილ“ უკავშირებენ აგრეთვე „ლილიტს“, რაც ქალური დემონური საწყისის სახელწოდებაა და გვგვხვდება ბაბილონშიც.

ვეფხისტყაოსნის გმირთა სახელების წარმოებაშიც შეინიშნება მსგავსი ალევგორიული ეტიმოლოგიები. სახელი „ტარიელ“ წარმოადგენს კომპოზიტს და ნაწარმოებია ორი ფუძიდან „ტარ“ და „ელ“. ტარ-ფუძიანი სახელები ძველი მსოფლიოს სხვადასხვა ხალხის (განსაკუთრებით იაფეტურ და ინდოევროპულ) პანთეონებში ფიგურირებენ როგორც თეონიმები, საკრალური კოსმიური არსებების, კერძოდ, ამინდისა და ქვექა-ქუხილის ღვთაებების აღმნიშვნელი (ტარ-ჰუ, ტარხონ, ტარა, ტარანი და ა. შ.). არაბულ ენაში და კერძოდ, სუფისტურ ტერმინოლოგიაში „ტარიქ, ტარიქა“ ნიშნავს ინიციაციის გზას [2], ხოლო „ელ“ ბიბლიაში და საერთოდ სემიტურ სამყაროში გავრცელებული ერთ-ერთი საღვთო სახელია. ამრიგად, „ტარიქ“-ისა და „ელ“-ის შერწყმა გვაძლევს „საღვთო გზას“, ღვთაებრივი, ვარსკვლავთმომხიერი საწყისის პერსონიფიკაციას. აქვე უნდა დავსძინოთ, რომ ზემოხსენებულ ამინდისა და ქვექა-ქუხილის უძველეს მცირეაზიურ და მედიტერანულ ღვთაებას ვეფხისტყაოსნად გამოსახვადნენ საკულტო მღვიმეების კედლებზე, როგორც ეს დასტურდება არქეოლოგიური გათხრებით [3]. ერთ-ერთი ამგვარი ღვთაების სახელი იაფეტურ და ინდოევროპულ პანთეონებში, როგორც აღვნიშნეთ, ტარ-ფუძიანია, ხოლო ქრისტიანულ ანგელოლოგიაში მისი ეკვივალენტი არის მთავარანგელოზი მიქაელ საღვთო სიყვარულისა და რაინდობის პერსონიფიკაცია, ისევე როგორც „ვეფხისტყაოსნის“ გმირი ტარიელი. ამასთან ტარიელი განასახიერებს პირველქმნილ ადამს, არქეტიპულ კაცს და ლოგოსს, რომელსაც ღვთაებრივი ფირმაინტუმი, სამყარო, მოსავს, როგორც ვეფხის ტყავი (რამდენადაც ბასილი დიდის „ფიზიოლოგოსის“ მიხედვით ვეფხი, პანთერა ქრისტეს სიმბოლოა, „ვეფხისტყაოსანი“, „ვეფხის ტყავით მოსილი“ ფუნქციურად ემთხვევა ჰაიოგრაფიული „ქრისტეშემოსილის“ გაგებას. ამავე დროს ვეფხის ტყავი ბიბლიური იოსების სამოსსაც უკავშირდება, რომელიც არის პრეფიგურაცია მესისის ძველ აღქმაში). ყოველივე ეს მიუთითებს იმაზე, რომ ტარიელის სახე მრავალ ფუნქციას შეიცავს, ისევე როგორც სხვა მთავარ გმირთა სახეები. მაგრამ უნდა აღინიშნოს, რომ „ვეფხისტყაოსნის“ გმირთა შორის მხოლოდ ტარიელი და ნესტანი ატარებენ თ ე ო ფ ო რ უ ლ, ე. ი. საღვთო სახელებს.

სახელი „ავთანდილ“ პროფ. იუსტ. აბულაძის გამოკვლევით, ნაწარმოებია არაბ. „ვატან უდ დინ“-იდან, რაც ნიშნავს „სარწმუნოების ბინას, კერას, სამშობლოს“, ხოლო ნიუანსით რად „სარწმუნოების ბურჯს, სიმტკიცეს“. ჩვენის თვალსაზრისით ეს გმირი პოემაში წარმოადგენს პერსონიფიკაციას რწმენისას, კერძოდ, ფილოსოფიური რწმენისა, რომლის პრინციპებიც არეკლილია ავთანდილის ანდერძში, ლოცვაში, მნათობთადმი მიმართვებში და ა. შ. ამასთან შემთხვევითი როლია, რომ ავთანდილის მონის, შერმადინის სახელიც სარწმუნოებას უკავშირდება და ნიშნავს „სარწმუნოების სიმორცხვეს, კდემას, კრძალულებას“.

სარწმუნოების ცნებასთან არის დაკავშირებული აგრეთვე სახელი „ნურადინ ფრიდონ“, რაც სიტყვასიტყვით ნიშნავს „სარწმუნოების ნათელს, მესამე გველისმბრძოლს, ანუ თრაეტონას (Feridun საშ. სპარს. Freton ავესტ. Fraetaona ეტიმოლოგიურად უკავშირდება რიცხვ „სამს“, „მესამეს“ და წარმოადგენს სახელს ავესტის ერთ-ერთი გველისმბრძოლი გმირისას), ხოლო „ნურ“ სუფისტური ნათელის სახელწოდებაა [4]. ნურადინ ფრიდონის სამკვიდრებელი, სიმბოლური ქვეყანა მულლანზანზარი, იუსტ. აბულაძის დაზუსტე-



ბით „მულანზარზარი“ (სპარს.), ანუ მურღანზარზარი ნიშნავს „ფრინველეთს“, „ფრინველთა ქვეყანას“, რაც სუფისტურ სიმბოლიკაში სულიერ პლანს განასახიერებს, ინიციაციის ერთ-ერთ საფეხურს. ეს ტერმინია „ფრინველთა საკრებულო“ (არაბ. მანთიქ უთ თაირ), ფარიდუდინ ათარის ამავე სახელწოდების პოემა მოგვითხრობს მისტიური ფრინველის, სი-მურღის ძებნაზე, რომელიც განასახიერებს ფრინველეთის ერთიანობას და თავად შედგება მრავალი ფრინველისაგან (მრავლობითობის ერთიანობა). ამასთან „ვეფხისტყაოსნის“ გმირის, ფრიდონის სახელი შემთხვევით როდი ემთხვევა „შაჰ-ნამეს“ გმირის ფარიდუნის სახელს, რომლის სახეშიც აირეკლა უძველესი კოსმიური მითი მზის (მზიური გმირის) ბრძოლისა ღრუბელ-ღრავონთან [5]. რამდენადაც ჩვენ „ვეფხისტყაოსნის“ გმირთა სამეულს, ანუ „სამ ფერს“, კონვენციონალური მზიური გმირის სხვადასხვა ასპექტს ვუკავშირებთ, გასაგებია ფუნქციათა ამგვარი ნათესაობა.

„ვეფხისტყაოსნის“ გმირი ქალების სახელებსაც ასეთივე ალევგორიული ეტიმოლოგიაში უდევთ საფუძვლად. სახელი თინათი დაკავშირებულია სარკის, სარკისეული ანარეკლის ეტიმოლოგიასთან (ლათ. speculum). პლატონისეული ანავოგის, ანუ ალევანებითი თარგმანების მიხედვით, სარკე სიმბოლიკა გონებისა, ვინაიდან ინდივიდუალური ადამიანური გონება წარმოადგენს სარკეს ღვთაებრივი გონებისას, რაც ფრიად გავრცელებული სიმბოლიკაა შუასაუკუნეთა ლიტერატურაში [6]. თინათინი განასახიერებს სპეკულატურ ფილოსოფიას, გონებისმიერ ჰერტაზე დამყარებულს. ავთანდილის მიჯნურობა გონება-თინათინისადმი ალევგორიულად ასახავს პლატონისეული ეპოპტური შობის პირველ ეტაპს, კერძოდ, სიყვარულს სულის გამოვლინებებისადმი გონებისმიერ ფორმებში, რაც სიმბოლიზებულია სარკით, მინით, ხოლო ტარიელთან მეგობრობა და მასთან ერთად ნესტანის ძიება შემდგომი ეტაპია ეპოპტური შობისა და ასახავს სიყვარულს წმინდა იდეისადმი, აბსოლუტური მშვენიერებისა და სიკეთისადმი (ტარიელ — ნესტანის სფერო), რაც სიმბოლიზებულია იავუნდით:

„ამან დღემან დამავიწყა, გული ჩემი ვინ დაბნიდა,  
დამიგდია სამსახური, იგი იქმნას, რაცა ვინდა,  
იავუნდი ეგრეცა სჯობს, ათასჯერმცა მინა მინდა,  
შენ გეახლო სიკვდილამდე, ამის მეტი არა მინდა“.

ნესტანდარეჯანის სახელი („ნესთ ანდარე ჯეჰან“) ნ. მარისა და იუსტ. აბულაძის განმარტებით ნიშნავს სიტყვა სიტყვით: „არ არის ქვეყანად“ (სპარს.), რაც მიუთითებს ტრანსცენდენტულ ღვთაებაზე და წარმოადგენს სუფისტურ მისტიკაში გავრცელებულ საღმრთო სახელს. „ნესთ ანდარე ჯეჰანი“ საღვთო სიბრძნის, სოფიას პერსონიფიკაციაა, შერთვის ობიექტია (მაგ. ნიზამის „ისყენ-დერნამეში“).

სახელი „ფატმან“ მომდინარეობს არაბულ-სუფისტური ტერმინიდან „ფაჰმატ“ (ცოდნა). არაბულ ენაში და აქედან სპარსულშიც სიტყვა „ფაჰმ“ (სემი-ტური ძირიდან ფჰმ) ნიშნავს გაგებას, მიხედვრას, ცოდნას, აქედანვეა „ფაჰმატ“ და ხსენებული ძირიდან ნაწარმოები სხვა სიტყვები [7]. „ფატმანი“ არაბულ-სუფისტური შესატყვისია „კუნდრისა“ (ცოდნა) და პოემაში განასახიერებს მიწიერ ფილოსოფიას. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ სოლომონის იგავთა წიგნში (2.17) მოხსენებული მეძაიე (ქმრის მოღალატე ქალი) ეკლესიის მამათა ეგზეგეტიკის მიხედვით წარმოადგენს მიწიერი, ამქვეყნიური ფილოსოფიის ალევგორიას [8].

„ვეფხისტყაოსნის“ ალუზიური, ენიგმატური პოემა-რომანია, მასში მითოპოეტური აზროვნება შერწყმულია შუასაუკუნოებრივ სიმბოლიზმთან, ალევგორიზმთან. პოემაში გამოყენებულია სუფიზმის საიდუმლო ხატოვანი ენისათვის დამახასიათებელი ტერმინები. რუსთველი სინკრეტულ მთლიანობაში გვა-



ძღვეს როგორც ანტიკური, ისე შუასაუკუნეობრივი ინიციაციური სიბრძნის „სუმმას“ მხატვრული პირობითობის, მხატვრული სინთეზის სახით, რის შედეგადაც მასში ვხვდებით პეტროგენულ იდეებს, სხვადასხვა ინიციაციური სკოლისა და რელიგიურ-ფილოსოფიური მიმდინარეობისათვის დამახასიათებელთ. ქრისტიანულ-ნეოპლატონური ფილოსოფია, არეოპაგიტული და სუფისტური სახისმეტყველება მისთვის ამოსავალი წერტილია.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 შოთა რუსთაველის სახ. ქართული ლიტერატურის  
 ისტორიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 29.1.1987)

ИСТОРИЯ ЛИТЕРАТУРЫ

З. К. ГАМСАХУРДИЯ

СИМВОЛИЧЕСКАЯ ОНОМАТОЛОГИЯ «ВИТЯЗЯ В БАРСОВОЙ ШКУРЕ»

Резюме

Имена персонажей «Витязя в барсовой шкуре» символически выражают определенные понятия и функции, персонификациями которых являются сами герои. Этимологический смысл этих имен определяется идейным и художественным замыслом автора, сообразно традициям средневекового романа и эпоса, как запада, так и востока.

HISTORY OF LITERATURE

Z. K. GAMSAKHURDIA

THE SYMBOLIC ONOMATOLOGY OF "THE KNIGHT IN THE PANTHER'S SKIN"

Summary

The names of "The Knight in the Panther's Skin" personages symbolize definite functions and conceptions, personifications of which are the characters themselves. Their etymological meaning is determined by the idea content of the poem and the author's artistic purpose, in accordance with the traditions of the medieval romance and epic tales both of the East and West.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. М. Мелетинский. Средневековый роман. М., 1983, 7, 8.
2. Idries Shah. The Sufis, London, 1971, 397.
3. Т. В. Гамкрелидзе, В. В. Иванов. Индоевропейский язык и индоевропейцы. Тбилиси, 1984, 505, 506.
4. I. Chevalier. Le Soufisme, Paris, 1971.
5. Фирдоуси. Шах-Наме, т. I. М., 1957, 616.
6. I. Frappier. Histoires, mythes et symboles, Geneve, 1973, 149.
7. Idries Shah. The sufis, 178, 225, 369.
8. H. A. Wolfson. The Philosophy of the Church Fathers, Cambridge, Massachusets, 1970. 24.

127-ი ტომის ავტორთა საძიებელი

აბესაძე თ. 55, 280  
 აბესაძე ი. 87  
 აბურჯანია ა. 627  
 აგამიროვი ვ. 48  
 ადამია რ. 44, 272  
 ავალიშვილი ი. 390  
 ავთანდილაშვილი მ. 512  
 ალაგიძე თ. 292  
 ალოევა ლ. 364  
 ანდრონიკაშვილი თ. 91, 643  
 არაბიძე გ. 356  
 არველაძე ი. 147  
 ახვლედიანი რ. 600  
 ახვლედიანი შ. 365

ბააკაშვილი ვ. 620  
 ბაიდოშვილი ო. 548  
 ბანძელაძე ბ. 44, 272  
 ბარხინა გ. 416  
 ბატიაშვილი თ. 299  
 ბაქრაძე მ. 167  
 ბაღდავაძე ვ. 603  
 ბაძოშვილი ვ. 331  
 ბენაშვილი ე. 96, 548  
 ბენდელიანი გ. 352  
 ბენდელიანი ვ. 352  
 ბერმანი ს. 539  
 ბერძენიშვილი თ. 523  
 ბოლტანსკი ვ. 471  
 ბოციაძე ვ. 587  
 ბრიტო-როხასი ა. 299  
 ბუთხუზი თ. 377  
 ბუთხუზი ს. 377  
 ბუიშვილი ლ. 55  
 ბულგაკოვი ვ. 132  
 ბურჯაძე გ. 183  
 ბურჭულაძე ა. 512  
 ბუცხრიკიძე მ. 156, 636  
 ბუჯიაშვილი მ. 195

გაბელაია ა. 496  
 გაბისიანი ა. 119  
 გაგაშელი ა. 307  
 ვალპერინი ვ. 28  
 გამსახურდია ზ. 657  
 გამყრელიძე ნ. 567  
 გაფრინდაშვილი ვ. 288, 560  
 გაჩავა ე. 176

გაჩეჩილაძე ნ. 396  
 გეგენავა გ. 403  
 გერასიმოვი ა. 520  
 გველესიანი გ. 603  
 გვერდწითელი ი. 520  
 გიგაური რ. 80, 292  
 გლოველი თ. 376  
 გლუჯაძე ლ. 606  
 გობრონიძე თ. 103  
 გოგიაშვილი თ. 292  
 გოგიჩაიშვილი ვ. 359  
 გოგიჩაძე ლ. 288, 560  
 გოგსაძე რ. 359  
 გოგუა ზ. 520  
 გოდერძიშვილი გ. 516  
 გონჯიაშვილი ნ. 119  
 გოცაძე ვ. 320  
 გუგუშვილი გ. 647  
 გუჯასიანი ლ. 612

დადიანი თ. 606  
 დალაქიშვილი ა. 99, 304, 562  
 დარასელია დ. 64  
 დვალიშვილი ა. 539  
 დოკაძე ა. 606  
 დოლიაშვილი ქ. 64  
 დომუხოვსკი ვ. 119  
 დოლონაძე რ. 68  
 დუბლიანსკი ვ. 572  
 დუმბაძე ნ. 376  
 დუნდუა ვ. 72

ეპრიკაშვილი ვ. 252  
 ერემენკო ვ. 612

ვარშტეინი ი. 502  
 ვასნიოვი ვ. 292  
 ვაშაყიძე მ. 87  
 ვინხოლცი რ. 594

ზაალიშვილი მ. 396, 640  
 ზარდალიშვილი ო. 643  
 ზილბერშტეინი ა. 623  
 ზოიძე ნ. 331

თაყაძე დ. 331  
 თალაკვაძე ლ. 535  
 თარხნიშვილი დ. 167  
 თოფჩიშვილი ა. 51  
 თოფჩიშვილი მ. 312  
 თუთბერძიძე ბ. 108

ივანიშვილი ა. 516  
 ინასარიძე ლ. 572  
 იოსელიანი თ. 376  
 იორდანიშვილი ზ. 28  
 ირემაძე ნ. 83, 87  
 იუღინი ს. 523

კაკაბაძე გ. 55  
 კანკავა ვ. 405  
 კანდელაკი ნ. 22  
 კაპანაძე მ. 567  
 კაჭარავა ნ. 183  
 კეკელიძე ნ. 516  
 კერესელიძე რ. 531  
 კვანტალიანი ლ. 556  
 კვანტალიანი რ. 112  
 კვაჭანტირაძე მ. 371  
 კვერნაძე ვ. 259  
 კვიციანი გ. 416  
 კვიციანიშვილი გ. 352  
 კვიციანიშვილი რ. 441  
 კიკაბერიძე გ. 623  
 კიკოზაშვილი ი. 188  
 კინწურაშვილი ნ. 405  
 კირთაძე ა. 35  
 კირიაკოვა ა. 83  
 კილურაძე თ. 147  
 კლიმჩუკი ა. 572  
 კობიაშვილი რ. 340, 616  
 კოგანი ლ. 296  
 კოვზირიძე თ. 539  
 კოკოჩაშვილი თ. 551  
 კორტავა ლ. 296  
 კოსტავა ა. 128  
 კოუტინ-კორეა დ. 299  
 კურციე მ. 594  
 კუხალეიშვილი რ. 244

ლალიძე რ. 83, 87, 539  
 ლალიძე ვ. 83, 535



- ლეზანძე ზ. 591  
 ლელაშვილი მ. 205  
 ლემკე ვ. 594  
 ლოლაძე მ. 356  
 ლოლუა დ. 147  
 ლომსაძე ბ. 399  
 ლორთქიფანიძე ნ. 424  
 ლუარსაბიშვილი ნ. 331  
 ლურსმანაშვილი მ. 87
- მაისურაძე ბ. 567  
 მანჯგალაძე მ. 412  
 მარგივეი ბ. 119  
 მარსაგვიშვილი თ. 68  
 მაჭავარიანი თ. 116  
 მაჭავარიანი მ. 68  
 მაჭავარიანი ნ. 575  
 მაჭარაშვილი ს. 116  
 მახარაძე ა. 315, 583  
 მგალობლიშვილი ნ. 376  
 მელაძე მ. 399  
 მელიქაძე ლ. 296, 531  
 მელიქიშვილი მ. 660  
 მელიქსეტაიანი ნ. 631  
 მელქაძე ე. 201  
 მესარიშვილი ა. 91  
 მიარცხულავა ა. 516  
 მიქაუტაძე გ. 135  
 მიქაძე გ. 296, 640  
 მიქაძე ზ. 128  
 მიქელაშვილი ზ. 556  
 მოღებაძე მ. 75  
 მოლდავსკი მ. 60  
 მონიავა ე. 156, 636  
 მოსიძე ნ. 163, 384  
 მოშიაშვილი ს. 427  
 მოწონელიძე ნ. 343  
 მურგანიძე ბ. 437  
 მუსელიანი თ. 627  
 მუსერაძე ნ. 328  
 მუსხელიშვილი გ. 412  
 მუსხელიშვილი თ. 172  
 მუსხელიშვილი ლ. 412  
 მწარიაშვილი ლ. 124  
 მჭედლიშვილი მ. 531
- მადირაშვილი ნ. 255  
 ნაკიძე შ. 128  
 ნაკაშიძე ი. 152  
 ნასიძე გ. 600  
 ნატროშვილი თ. 399  
 ნიაური ი. 491  
 ნიკოლაიშვილი მ. 284  
 ნიკოლაიშვილი მ. 348  
 ნიკოლაიშვილი ნ. 627  
 ნოზაძე დ. 612
- ომანაძე რ. 31  
 ორლიკი ე. 567  
 ორლოვი ა. 143  
 ორმოცაძე ლ. 377  
 ორჭონიკიძე ე. 403
- პაატაშვილი ე. 474  
 პავლიაშვილი გ. 640  
 პავლოვა ა. 432  
 პაპიძე ი. 91, 516  
 პერტაია კ. 284  
 პეტრიაშვილი გ. 152, 416  
 პინსკი მ. 135  
 პოლიტოვა ი. 328  
 პროზოროვი ე. 336, 620
- ყორღანია ი. 132  
 ყლენტი შ. 96
- რაზმაძე დ. 531  
 რევაზიშვილი თ. 535  
 რეზვანი ვ. 572  
 რიგვაჯა ს. 183  
 რობაქიძე ა. 80  
 როგავა მ. 96  
 როინიშვილი ლ. 416
- საღრაძე ე. 437  
 სალუქვაძე ნ. 579  
 სამაღაშვილი ზ. 384  
 სამუშია ი. 365  
 სანაძე ე. 606  
 სანიციძე ნ. 535  
 საფარიშვილი ნ. 180  
 სეინიშვილი თ. 403  
 სიტნიკოვა ე. 274  
 სიხარულიძე ა. 152  
 სობოლევსკი ვ. 551  
 სულდოვი ბ. 324  
 სულაძე ლ. 176  
 სურამანიძე რ. 248
- ტაბატაძე ლ. 399  
 ტაბატაძე მ. 560  
 ტაბაჩნიკოვა ი. 320  
 ტალახაძე გ. 143  
 ტატიშვილი დ. 416  
 ტინტილოზოვი ზ. 572  
 ტიტკოვი ე. 523  
 ტოფონიძე გ. 512  
 ტორიაშვილი თ. 396
- ტონინი ვ. 147  
 ტულუში ა. 280
- უნგიაძე ა. 159  
 უშარაული ე. 296, 544
- ფანცულაია გ. 35  
 ფარჯანაძე ე. 19  
 ფალავა ს. 512  
 ფანტიაშვილი დ. 551  
 ფილაური ნ. 479  
 ფრიდმანი მ. 188  
 ფუტურაძე ზ. 491  
 ფხაკაძე მ. 520
- ქანთარია მ. 556  
 ქანთარია რ. 516  
 ქარუმიძე გ. 72  
 ქაშაიაშვილი გ. 132  
 ქვეციშვილი ნ. 356  
 ქელბაქიანი ნ. 567  
 ქირიაკაშვილი ნ. 512  
 ქიქოძე ქ. 643  
 ქუთათელაძე გ. 103
- ლავთაძე თ. 579  
 ლულუშაური ი. 183  
 ლურწყაია გ. 377
- ყაპიაშვილი ქ. 48  
 ყვავაძე ე. 176  
 ყვავაძე ე. 191
- შაბთრიშვილი შ. 199  
 შავგულაძე ს. 507  
 შათირიშვილი ი. 531, 643  
 შვეჩენკო ვ. 482  
 შონია ნ. 163
- ჩაგელიშვილი ლ. 83  
 ჩაგელიშვილი რ. 288, 560  
 ჩალაიაშვილი დ. 512  
 ჩიხლაძე ნ. 72  
 ჩიხლაძე თ. 64  
 ჩიხლაძე რ. 183  
 ჩუბინიძე თ. 119  
 ჩხარტიშვილი ა. 377  
 ჩხენკელი რ. 653

ჩხევიძე ე. 167  
 ჩხეზინიშვილი ლ. 387

წულია პ. 140

ხომერიკი რ. 499  
 ხოფერია პ. 649  
 ხულორდავა კ. 512  
 ხუსკივიძე გ. 474

ცაგარელი ე. 579  
 ცინცაძე ნ. 60  
 ციციშვილი გ. 91, 556  
 ცომაია ი. 156, 636  
 ცხაღია რ. 603

კეკელიძე დ. 539  
 კიპაშვილი დ. 556  
 კიტიანი თ. 116  
 კუმბურძე თ. 91, 299

ჯაბუა ზ. 606  
 ჯავახიშვილი ჯ. 60  
 ჯანიშანი თ. 288, 560  
 ჯაფარიძე დ. 64  
 ჯაფარიძე პ. 567  
 ჯეირანაშვილი ე. 191  
 ჯიბუტი ზ. 520  
 ჯორბენაძე ა. 39, 267

ძიძიგური ა. 116  
 ძნელაძე მ. 433  
 ძოწენიძე ზ. 551

ხანაია ზ. 156, 636  
 ხარაზიშვილი ა. 264, 488  
 ხახანაშვილი ი. 343  
 ხიმშიაშვილი გ. 468

## УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ 127-го ТОМА

Абесадзе И. Г. 85  
 Абесадзе Т. III. 53, 277  
 Абурджания А. Н. 625  
 Авалишвили И. П. 389  
 Автандилашвили М. В.  
 509  
 Агамиров В. А. 45  
 Адамия Р. III. 41, 269  
 Алавидзе Т. З. 289  
 Алоева Л. М. 361  
 Андроникашвили Т. Г.  
 89, 641  
 Арабидзе Г. О. 353  
 Арвеладзе И. С. 145  
 Ахвледiani P. A. 597  
 Ахвледiani Ш. Н. 367

Буишвили Л. Л. 53  
 Булгаков В. П. 129  
 Буркадзе Г. М. 181  
 Бурчуладзе А. А. 509  
 Бутхузи С. М. 380  
 Бутхузи Т. Т. 380  
 Буцхრიкидзе М. П. 153,  
 633  
 Вайнштейн Ю. Б. 501  
 Васнев В. А. 289  
 Вашакидзе М. III. 85  
 Винхольц Р. 593

Гогуа З. Г. 517  
 Годердзишвили Г. И.  
 513  
 Гозалишвили М. И. 549  
 Гонджилашвили Н. Д.  
 117  
 Гоцадзе В. И. 317,  
 585  
 Гугушвили Г. К. 645  
 Гудушаური О. Н. 181  
 Гукасян Л. Е. 609  
 Гурицкая Г. П. 380

Баакашвили В. С. 617  
 Багдаვაძე დ. ი. 601  
 Бадзошვილი В. И. 329  
 Баიძოშვილი О. С. 545  
 Бакраძე М. А. 165  
 Бандзеладзе Б. Р. 41,  
 269  
 Барыхина Г. А. 413  
 Батнашвили Т. В. 297  
 Бенашвили Е. М. 93,  
 545  
 Бенделiani Г. Дж. 349  
 Бенделiani Дж. М. 349  
 Бердзенишвили Т. Л.  
 521  
 Берман С. С. 537  
 Болтянский В. В. 469  
 Брито-Рохас А. 297  
 Буджиашвили М. О.  
 193

Габелая А. Г. 493  
 Габиснани А. Г. 117  
 Гавашели А. М. 305  
 Гавтаძე თ. თ. 577  
 Гальперин Г. А. 25  
 Гамкრелиძე ნ. ვ. 565  
 გამსახურდია ზ. კ. 660  
 Гаприндашвили В. Н.  
 285, 557  
 Гачава Э. III. 173  
 Гачечилаძე ნ. ა. 393  
 Гвелესнани Г. Г. 601  
 Гвердцители И. Г. 517  
 Гегенава Г. В. 401  
 Герасимов А. Б. 517  
 Гигаური Р. Д. 77, 289  
 Гловели Т. Б. 373  
 Глурдჯიძე ლ. ნ. 605  
 Гобронидзе Т. И. 101  
 Гогнашвили Т. М. 289  
 Гогичадзе Л. Д. 285,  
 557

Дадiani T. O. 605  
 Далакишвили А. И. 97,  
 301, 561  
 Дараселия Д. М. 61  
 Двалишвили А. И. 537  
 Джабуа З. У. 605  
 Джавахишвили Дж. И.  
 57  
 Джаниманов Т. Б. 285,  
 557  
 Джапаридзе Д. Л. 61  
 Джапаридзе П. Н. 565  
 Джейранашвили В. Г.  
 189  
 Джибუტი ზ. ვ. 517  
 Джорбенаძე ა. ნ. 37,  
 265  
 Дзидзигური А. А. 113  
 Дзелалдзе М. С. 435  
 Дзопениძე ზ. გ. 549  
 Догонадзе Р. Р. 65  
 Докаძე ე. ვ. 605  
 Долнашвили К. А. 61  
 Домуховский В. П. 117



- Дублянский В. Н. 569  
 Думбадзе Н. В. 373  
 Дундуа В. Ю. 69
- Еременко В. И. 609
- Жгенти Ш. Ш. 93  
 Жордания И. С. 129
- Заалишвили М. М. 393, 637  
 Зардалишвили О. Ю. 641  
 Зильберштейн А. М. 621  
 Зондзе Н. А. 329
- Иванишвили А. Н. 513  
 Инасаридзе Л. Т. 573  
 Иорданишвили З. А. 525  
 Иоселнани Т. К. 373  
 Иремадзе Н. К. 81, 85
- Какабадзе Г. Л. 53  
 Кавделаки Н. П. 21  
 Канкава В. Л. 406  
 Кантария М. Л. 553  
 Кантария Р. В. 513  
 Капанадзе М. Г. 565  
 Карумидзе Г. С. 69  
 Качарава Н. Н. 181  
 Качашвили К. И. 45  
 Кашакашвили Г. В. 129  
 Квавадзе Э. В. 189  
 Квавадзе Э. Ш. 173  
 Кванталиани Л. К. 553  
 Кванталиани Р. И. 109  
 Квачантвradze Э. П. 369  
 Квернадзе Г. А. 257  
 Квинихидзе Г. С. 413  
 Квирикашвили Г. В. 349  
 Квиташвили Р. Ш. 443  
 Кевхишвили Н. А. 353  
 Кекелидзе Н. П. 513  
 Келбакиани Н. В. 565  
 Кереселидзе Р. В. 529  
 Кигурадзе О. Д. 145
- Кикачейшвили Г. Е. 621  
 Кикодзе К. О. 641  
 Кикозашвили И. Л. 185  
 Кинцурашвили Н. Т. 406  
 Кириакова А. В. 81  
 Кирикашвили Н. Е. 509  
 Киртадзе А. П. 33  
 Климчук А. Б. 569  
 Кобиашвили Р. Р. 337, 613  
 Ковзиридзе Т. А. 537  
 Коган Л. О. 293  
 Кокочашвили Т. В. 549  
 Кортава Л. М. 293  
 Костава А. А. 125  
 Коутин-Корреа Д. П. 297  
 Круашвили З. Е. 45  
 Курце М. 593  
 Кутателадзе Г. Н. 101  
 Кухалейшвили Р. Э. 241
- Лагидзе Д. Р. 81, 533  
 Лагидзе Р. М. 81, 85, 537  
 Лебанидзе З. М. 589  
 Лелашвили М. З. 207  
 Лемке В. 593  
 Лоладзе М. Ш. 353  
 Лолуа Д. Р. 145  
 Ломсадзе Б. А. 397  
 Лордкипанидзе Н. З. 421  
 Луарсабишвили Н. Н. 329  
 Лурсманашвили М. О. 85
- Майсурадзе Б. Г. 565  
 Манджавидзе М. В. 409  
 Маргиев Б. Г. 117  
 Марсагишвили Т. А. 65  
 Махарадзе А. И. 313, 581  
 Мачавариани М. Н. 65  
 Мачавариани Н. Г. 573  
 Мачавариани Т. М. 113  
 Мачарашвили С. В. 113  
 Мгалоблишвили Н. Р. 373
- Меладзе М. Р. 397  
 Меликадзе Л. Д. 293, 529, 541  
 Меликишвили М. Ш. 637  
 Меликсетян Н. А. 629  
 Мелкадзе Э. Г. 204  
 Месарош А. 89  
 Микадзе Г. А. 297  
 Микадзе Г. В. 637  
 Микадзе З. К. 125  
 Микаутадзе М. М. 133  
 Микелашвили З. В. 553  
 Мирцхулава А. А. 513  
 Модебадзе М. Е. 73  
 Молдавский М. Л. 57  
 Мониава Э. С. 153, 633  
 Мосидзе Н. В. 161, 381  
 Моцонелидзе Н. С. 341  
 Мошиашвили С. А. 425  
 Мурванидзе Б. М. 439  
 Муселиани Т. Г. 625  
 Мусеридзе Н. К. 325  
 Мухелишвили Г. Д. 409  
 Мухелишвили Л. В. 409  
 Мухелишвили Т. А. 169  
 Мцариашвили Л. В. 121  
 Мchedlishvili И. Д. 541
- Надирашвили Н. С. 253  
 Накаидзе Ш. Г. 125  
 Накашидзе И. А. 149  
 Насидзе Г. И. 597  
 Натрошвили Т. Г. 397  
 Ннаური Ю. А. 489  
 Николаишвили М. С. 345  
 Николайшвили М. М. 281  
 Николайшвили Н. С. 625  
 Нозадзе Д. А. 609
- Оманадзе Р. Ш. 29  
 Орджоникидзе Э. К. 401  
 Орлик Е. В. 565  
 Орлов А. Н. 141  
 Ормоцадзе Л. Г. 380





- Пааташвили В. А. 473  
 Павлиашвили Г. И. 637  
 Павлова А. Н. 429  
 Пагава С. В. 509  
 Панцулая Г. Р. 33  
 Папидзе И. В. 513  
 Папп Я. 89  
 Парджанадзе В. В. 17  
 Пертая К. В. 281  
 Петвиашвили Д. И. 549  
 Петриашвили Г. Г. 149  
 Петриашвили Л. И. 413  
 Пилаури Н. Ш. 477  
 Пинский М. А.\* 135  
 Политова Ю. В. 325  
 Прозоров В. Г. 333, 617  
 Пугуридзе З. Ш. 489  
 Пхакадзе М. Г. 517  
  
 Размадзе Д. Б. 529  
 Ревазишвили Т. Н. 533  
 Резван В. Д. 569  
 Ригвава С. А. 181  
 Робакидзе А. Н. 77  
 Рогвава М. М. 93  
 Роинишвили Л. Г. 413  
  
 Садрадзе В. Г. 439  
 Салуквадзе Н. Ш. 577  
 Самадашвили З. В. 381  
 Самушва М. Д. 367  
 Санадзе В. В. 605  
 Саникидзе Н. С. 533  
 Сапаришвили Н. Ш. 177  
 Сеивишвили О. Н. 401  
 Ситникова Е. Э. 273  
 Сихарулидзе А. Ю. 149  
 Соболев В. А. 549  
 Судов Б. А. 321  
  
 Суладзе Л. Ф. 173  
 Сурманидзе Р. М. 245  
  
 Табатадзе Л. Г. 397  
 Табатадзе М. Ш. 557  
 Табачникова И. П. 317  
 Тавадзе Ф. Н. 329  
 Талаквадзе Л. Я. 533  
 Талахадзе Г. С. 141  
 Тархнишвили Д. Н. 165  
 Татишвили Д. Г. 417  
 Тинтилозов З. К. 369  
 Титков В. И. 521  
 Тогонидзе Г. И. 509  
 Топчишвили А. Л. 49  
 Топчишвили М. В. 309  
 Торнишвили Т. Т. 393  
 Точин В. А. 145  
 Тугуши А. И. 277  
 Тутберидзе Б. Д. 105  
  
 Унгиадзе А. А. 157  
 Ушараули Э. А. 293, 541  
  
 Фридман М. М. 185  
  
 Ханаева З. С. 153, 633  
 Харазишвили А. Б. 261, 485  
 Хаханашвили И. Г. 341  
 Химшиашвили Г. Н. 465  
 Хомерики Р. Л. 497  
 Хоперия М. У. 650  
 Хулордава К. Г. 509  
 Хускивадзе Г. А. 473  
  
 Цагарели Е. А. 577  
 Цицшадзе Н. Л. 57  
 Цицишвили Г. В. 89, 553, 641  
 Цомайя И. А. 153, 633  
 Цулая Г. Г. 137  
 Цхадая Р. А. 601  
  
 Чавчанидзе Д. Г. 537  
 Чагелишвили Л. Г. 81  
 Чагелишвили Р. Д. 285, 557  
 Чалаташвили Д. В. 509  
 Чипашвили Д. С. 553  
 Чихладзе Н. В. 69  
 Чихладзе О. А. 61  
 Чихладзе Р. Т. 181  
 Чичинадзе Т. Ч. 113  
 Чубинидзе Т. А. 117  
 Чумбуридзе Т. А. 89  
 Чхартишвили А. Г. 380  
 Чхенкели Р. Ч. 655  
 Чхиквадзе В. М. 165  
 Чхубианишвили Л. Г. 385  
  
 Шабურიшвили Ш. К. 197  
 Шавгулидзе С. А. 505 197  
 Шавидзе М. Г. 505  
 Шатакишвили Т. Н. 529  
 Шатиришвили И. Ш. 525, 641  
 Шевчиц В. В. 481  
 Шония Н. Б. 161  
  
 Эприкашвили Г. П. 249  
  
 Юфин С. А. 521

## AUTHOR INDEX TO VOLUME 127

- Abesadze I. Sh. 87  
 Abesadze T. Sh. 55, 280  
 Aburjania N. A. 628  
 Adamia R. Sh. 44, 272  
 Agamirov V. A. 48  
 Akhvlediani R. A. 600  
 Akhvlediani Sh. N. 367  
 Alavidze T. Z. 292  
 Aloeva L. M. 364  
 Andronikashvili T. G. 92, 644  
  
 Arabidze G. O. 356  
 Arveladze I. S. 147  
 Avalishvili I. P. 391  
 Avtandilashvili M. V. 512  
  
 Baakashvili V. S. 620  
 Badzoshvili V. I. 332  
 Bagdavazde D. I. 603  
 Baidoshvili O. S. 548  
 Bakradze M. A. 167  
  
 Bandzeladze R. R. 44, 272  
 Barykhina G. A. 416  
 Batiashvili T. V. 299  
 Benashvili E. M. 96, 548  
 Bendeliani G. J. 352  
 Bendeliani J. M. 352  
 Berdzenishvili T. L. 524  
 Berman S. S. 540  
 Boltyansky V. V. 472  
 Brito-Rojas A. 299  
 Buishvili L. L. 55



- Bujiashvili M. O. 195  
 Bulgakov V. P. 132  
 Burchuladze A. A. 512  
 Burkadze G. M. 184  
 Butkhuzi S. M. 380  
 Butkhuzi T. T. 380  
 Butskhrikidze M. P. 156, 636  
  
 Chagelishvili L. G. 83  
 Chagelishvili R. D. 288, 560  
 Chalataashvili D. V. 512  
 Chavchanidze D. G. 540  
 Chichinadze T. Ch. 116  
 Chikhladze N. V. 72  
 Chikhladze O. A. 64  
 Chikhladze R. T. 184  
 Chipashvili D. S. 556  
 Chkhartishvili A. G. 380  
 Chkhenkeli R. Ch. 656  
 Chkhikvadze V. M. 167  
 Chkhubianishvili L. G. 388  
 Chubinidze T. A. 120  
 Chumburidze T. A. 92, 299  
 Coutin-Correa D. P. 299  
  
 Dadiani T. O. 606  
 Dalakishvili A. I. 100, 304, 563  
 Daraselia D. M. 64  
 Dogonadze R. R. 68  
 Dokadze E. V. 606  
 Doliashvili K. A. 64  
 Domukhovskiy V. P. 120  
 Dublyansky V. N. 572  
 Dumbadze N. V. 376  
 Dundua V. Yu. 72  
 Dvalishvili A. I. 540  
 Dzhanimanov T. B. 288  
 Dzheiranashvili V. G. 192  
 Dzidziguri A. A. 116  
 Dzncladze M. S. 435  
 Dzotsenidze Z. G. 552  
  
 Eprikashvili G. P. 252  
 Eremenko V. I. 612  
  
 Fridman M. M. 612  
  
 Gabelaya A. G. 496  
 Gabisiani A. G. 120  
 Gachava E. Sh. 176  
 Gachechiladze N. A. 396  
 Galperin G. A. 28  
 Gamkrelidze N. V. 567  
 Gamsakhurdia Z. K. 660  
 Gaprindashvili V. N. 288, 560  
 Gavasheli A. M. 307  
 Gavitadze T. T. 579  
 Gegenava G. V. 403  
 Gerasimov A. B. 520  
 Gigauri R. D. 80, 292  
 Gloveli T. B. 376  
 Glurjidge L. N. 606  
 Gobronidze T. I. 104  
 Goderdzishvili G. I. 516  
 Gogiashvili T. M. 292  
 Gogichadze L. D. 288, 560  
 Gogichaishvili V. K. 360  
 Gogua Z. G. 520  
 Gogsadze R. Sh. 360  
 Gonjilashvili N. D. 120  
 Gotsadze V. I. 320, 587  
 Gozalishvili M. I. 552  
 Gudushauri O. N. 184  
 Gugushvili G. K. 647  
 Gukasyan L. E. 612  
 Gurtskaya G. P. 380  
 Gvelesiani G. G. 603  
 Gverdtseteli I. G. 520  
  
 Inasaridze L. T. 575  
 Iordanishvili Z. A. 528  
 Ioseliani T. V. 376  
 Iremadze N. K. 84, 87  
 Ivanishvili A. N. 516  
  
 Jabua Z. U. 606  
 Janimanov T. B. 560  
 Japaridze D. L. 64  
 Japaridze P. N. 567  
 Javakhishvili J. I. 60  
 Jibuti Z. V. 520  
 Jorbenadze A. N. 39, 267  
  
 Kacharava N. N. 184  
 Kachiashvili G. I. 48  
 Kakabadze G. L. 55  
 Kandelaki N. F. 23  
 Kankava V. L. 407  
 Kantaria M. L. 556  
  
 Kantaria R. V. 516  
 Kapanadze M. G. 567  
 Karumidze G. S. 72  
 Kashakashvili G. V. 132  
 Kekelidze N. P. 516  
 Kelbakiani N. V. 567  
 Kereselidze R. V. 532  
 Kevkhishvili N. A. 356  
 Khakhanashvili I. G. 343  
 Khanaeva Z. S. 156, 636  
 Kharazishvili A. B. 264, 480  
 Khimshiashvili G. N. 468  
 Khomeriki R. L. 499  
 Khoperia M. V. 651  
 Khulordava K. P. 512  
 Khuskivadze G. A. 475  
 Kiguradze O. D. 147  
 Kikacheishvili G. E. 623  
 Kikodze K. O. 644  
 Kikozashvili I. L. 188  
 Kintsurashvili N. T. 407  
 Kirikashvili N. E. 512  
 Kirtadze A. P. 35  
 Kiryakova A. V. 83  
 Klimchuk A. B. 572  
 Kobiashvili B. R. 340, 616  
 Kogan L. O. 296  
 Kokochashvili T. V. 552  
 Kortava L. M. 296  
 Kostava A. A. 128  
 Kovziridze T. A. 540  
 Krushvili Z. E. 48  
 Kukhaleishvili R. E. 244  
 Kurze M. 595  
 Kutateladze G. N. 104  
 Kvachantiradze E. P. 371  
 Kvantaliani L. K. 556  
 Kvantaliani R. I. 112  
 Kvavadze E. Sh. 176  
 Kvavadze E. V. 195  
 Kvernadze G. A. 259  
 Kvinkhidze G. S. 416  
 Kvirikashvili G. N. 352  
 Kvitashvili R. Sh. 443  
  
 Lagidze J. R. 83, 536  
 Lagidze R. M. 83, 87, 540  
 Lebanidze Z. M. 591  
 Lelashvili M. Z. 207  
 Lemke W. 595  
 Loladze M. Sh. 356  
 Lolua D. G. 147  
 Lomsadze B. A. 399  
 Lortkipanidze N. Z. 424

- Luarsabishvili N. N. 332  
 Lursmanashvili M. O. 87
- Macharashvili S. V. 116  
 Machavariani M. N. 68  
 Machavariani N. G. 575  
 Machavariani T. M. 116  
 Maisuradze B. G. 567  
 Makharadze A. I. 316, 584  
 Manjgaladze M. V. 412  
 Margiev B. G. 120  
 Marsagishvili T. A. 68  
 Mchedlishvili I. J. 544  
 Meladze M. G. 399  
 Melikadze L. D. 296, 532, 544  
 Melikishvili M. Sh. 640  
 Meliksetyan N. A. 632  
 Melkadze E. G. 204  
 Mesarosh A. 92  
 Mgaloblishvili N. R. 376  
 Mikadze G. A. 299  
 Mikadze G. V. 640  
 Mikadze Z. K. 128  
 Mikautadze M. M. 136  
 Mikelashvili Z. V. 556  
 Mirtskhulava A. A. 516  
 Modebadze M. E. 76  
 Moldavsky M. L. 60  
 Moniava E. S. 156, 636  
 Moshiasvili S. A. 427  
 Mosidze N. V. 164, 304  
 Motsonelidze N. S. 343  
 Mtsariashvili L. V. 124  
 Murvanidze B. M. 439  
 Museliani T. G. 628  
 Museridze N. K. 328  
 Muskhelishvili G. D. 412  
 Muskhelishvili L. V. 112  
 Muskhelishvili T. A. 172
- Nadirashvili N. S. 251  
 Nakaidze Sh. G. 128  
 Nakashidze I. A. 152  
 Nasidze G. I. 600  
 Natroshvili T. G. 399  
 Niauri Yu. A. 491  
 Nikolaishvili M. M. 284  
 Nikolaishvili M. S. 348  
 Nozadze D. A. 612
- Omanadze R. Sh. 32  
 Orjonikidze E. K. 403  
 Orlik E. V. 567  
 Orlov A. N. 144  
 Ormotsadze L. G. 386
- Paatashvili V. A. 475  
 Pagava S. V. 512  
 Pantsulaia G. R. 35  
 Papidze I. V. 516  
 Papp J. 92  
 Parjanadze V. V. 19  
 Pavliashvili G. I. 640  
 Pavlova A. N. 432  
 Pertaya K. V. 284  
 Petriashvili G. G. 152  
 Petriashvili L. I. 416  
 Petviashvili D. I. 552  
 Pilauri N. Sh. 480  
 Pinsky M. A. 136  
 Pkhakadze M. G. 520  
 Poli ova Yu. V. 328  
 Prozorov V. G. 340, 620  
 Puturidze Z. Sh. 491
- Razmadze D. B. 532  
 Revazishvili T. N. 536  
 Rezvan V. D. 572  
 Rigvava S. A. 184  
 Robakidze A. N. 80  
 Rogava M. M. 96  
 Roinishvili L. G. 416
- Sadradze V. G. 439  
 Salukvadze N. Sh. 579  
 Samadashvili Z. S. 384  
 Samushia M. D. 367  
 Sanadze V. V. 606  
 Sanikidze N. S. 536  
 Saparishvili N. Sh. 180  
 Seinishvili O. N. 403  
 Shaburishvili Sh. K. 199  
 Shamidze M. G. 508  
 Shatakishvili T. N. 532  
 Shatirishvili I. Sh. 528, 644  
 Shavgulidze S. A. 508  
 Shevchik V. V. 482
- Shonia N. B. 164  
 Sikharulidze A. J. 152  
 Sitnikova E. E. 275  
 Sobolev V. A. 552  
 Sudov B. A. 324  
 Suladze L. F. 176  
 Surmanidze R. M. 248
- Tabachnikova I. P. 320  
 Tabatadze L. G. 399  
 Tabatadze M. Sh. 560  
 Talakvadze G. S. 144  
 Talakvadze L. I. 536  
 Tarkhnishvili D. N. 167  
 Tatiashvili D. G. 419  
 Tavadze F. N. 332  
 Tintilozov Z. K. 572  
 Titkov V. I. 524  
 Tochin V. A. 147  
 Togonidze G. I. 512  
 Topchiashvili A. L. 51  
 Topchiashvili M. V. 312  
 Toriashvili T. T. 396  
 Tsagareli E. A. 579  
 Tsintsadze N. L. 60  
 Tsitsishvili G. V. 92, 556, 644  
 Tskhadaia R. A. 603  
 Tsomaya I. A. 156, 636  
 Tsulaia G. G. 140  
 Tugushi A. I. 280  
 Tutberidze B. D. 108
- Ungiadze A. A. 159  
 Usharauli E. A. 296, 544
- Vashakidze M. Sh. 87  
 Vasnev V. A. 292
- Weinstein Yu. V. 503  
 Wincholz R. 595
- Zaalishvili M. M. 396, 640  
 Zardalishvili O. U. 644  
 Zhordania I. S. 132  
 Zilbershtein A. M. 623  
 Zoidze N. N. 332
- Yufin S. A. 524

## ს ა ტ ო რ თ ა ს ა ქ უ რ ა დ ლ ე ბ ო ლ

1. ჟურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევათა ჯერ გამოუქვეყნებულ შედეგებს. წერილები ქვეყნდება მხოლოდ იმ სამეცნიერო დარგებიდან, რომელთა ნომენკლატურული სია დამტკიცებულია აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ.

2. „მოამბეში“ არ შეიძლება გამოქვეყნდეს პოლემიკური წერილი, აგრეთვე მიმოხილვითი ან აღწერითი ხასიათის წერილი ცხოველთა, მცენარეთა ან სხვათა სისტემატიკაზე, თუ მასში მოცემული არაა მეცნიერებისათვის განსაკუთრებით საინტერესო შედეგები.

3. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიკოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბუღლად 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. გამონაკლის შემთხვევაში როცა აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს მოითხოვს 12-ზე მეტი წერილის წარდგენას, საკითხს წყვეტს მთავარი რედაქტორი. წარდგინების გარეშე შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია წარმოსადგენად გადასცემს აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (გარდა აკადემიკოსისა და წევრ-კორესპონდენტისა) წელიწადში შეუძლია „მოამბეში“ გამოაქვეყნოს არა უმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთია, თანავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილს აუცილებლად უნდა ახლდეს ჟურნალ „მოამბის“ რედაქციის სახელზე იმ სამეცნიერო დაწესებულებისგან რომელიც, სადაც შესრულებულია ავტორის სამუშაო.

5. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბუღლად საეცხებით შუა 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 მიცელობა ილუსტრაციებითურთ, რეზიუმეებითა და დამოწმებულ ლიტერატურის ნუსხითურთ, რომელიც მას ბოლოში ერთვის, არ უნდა აღმატებოდეს ჟურნალის 4 გვერდს (8000 სსსტამბო ნიშანი), ანუ საწერ მანქანაზე ორი ინტერვალით გადაწერილ 6 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულებიანი წერილი კი 5 გვერდს). არ შეიძლება წერილებს ნაწილებად დაყოფა სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად. ავტორისაგან რედაქცია დებულობს თავში მხოლოდ ერთ წერილს.

6. აკადემიკოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღნიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილში, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უპასუხებს ამ წესების 1 მუხლის მოთხოვნას.

7. წერილი არ უნდა იყოს გადატირთული შესავლით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოწმებულ ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დამოუხილი საკუთარი გამოკვლევის შედეგებს. თუ წერილში გზადაგზა, ქვეთავების მიხედვით გადამოცემულია დასკვნები, მაშინ საჭირო არაა მათი გამეორება წერილის ბოლოს.

8. წერილი არ ფორმდება: თავში ზემოთ უნდა დიწეროს ავტორის ინიციალები და გვარი, ქვემოთ — წერილის სათაური. ზემოთ მარჯვენა მხარეს, წარმომდგენმა 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 ტუშით. წარწერები ნახაზებზე უნდა გაუკეთდეს კალიგრაფულად და ისეთი ზომისა, რომ შემცირების შემთხვევაშიც კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტის წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტობრუნისა და ნახაზების დაწებება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდვე ფანქრით უნდა აღნიშნოს, რა ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისეთი





ცხრილი, რომელიც ყურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მეტწილად დაწერილია ფიოდ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ეგზემპლარში, ბერძნულ ასოებს ქვემოთ ყველაგან უნდა გაესვას თითო ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს — ქვემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით, ხოლო არამთავრულ ასოებს — ზემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით. ფანქრითვე უნდა შემოიფარგლოს ნახევარწრივი ნიშნაკებიც (ინდექსები და ხარისხის მაჩვენებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე. წერილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფანქრით ან მელნით.

10. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცელზე. საჭიროა დაეუფოს იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი, თუ დამოწმებულია საყურანლო შრომა, ვუჩვენეთ ყურნალის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი. თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ვუჩვენოთ მისი სრული სახელწოდება, გამოცემის ადგილი და წელი. თუ ავტორი საჭიროდ მიიჩნევს, ბოლოს შეუძლია გვერდების ნუმერაციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით, არამედ დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტსა თუ შენიშვნებში კვადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენები უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა. არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც ტექსტში მითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის დამოწმება. დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს სად მუშაობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

11. „მოამბეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერატულ ყურნალში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალკედ).

12. ავტორს წასაითხად 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 გარეშე.

13. ავტორს უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 25 ამონაბეჭდი.

(დამტკიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1966; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969)

რედაქციის მისამართი: თბილისი 60, კუტუხოვის 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 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 (статья 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. Подписанные 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 вместиться на одной странице журнала. Формулы должны быть четко вписаны чернилами в оба экземпляра текста; под греческими буквами проводится одна черта красным карандашом, под прописными — две черты черным карандашом снизу, над строчными — также две черты черным карандашом сверху. Карандашом должны быть обведены полукругом индексы и показатели степени. Резюме представляются на отдельных листах. В статье не должно быть исправлений и дополнений карандашом или чернилами.

10. Список цитированной литературы должен быть отпечатан на отдельном листе в следующем порядке. Вначале пишутся инициалы, а затем — фамилия автора. Если цитирована журнальная работа, указываются сокращенное название журнала, том, номер, год издания. Если автор считает необходимым, он может в конце указать и соответствующие страницы. Список цитированной литературы приводится не по алфавиту, а в порядке цитирования в статье. При ссылке на литературу в тексте или в сносках номер цитируемой работы помещается в квадратные скобки. Не допускается вносить в список цитированной литературы работы, не упомянутые в тексте. Не допускается также цитирование неопубликованных работ. В конце статьи, после списка цитированной литературы, автор должен подписаться и указать место работы, занимаемую должность, точный домашний адрес и номер телефона.

11. Краткое содержание всех опубликованных в «Сообщениях» статей печатается в реферативных журналах. Поэтому автор обязан представить вместе со статьей ее реферат на русском языке (в двух экземплярах).

12. Автору направляется корректура статьи в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или печатать ее без визы автора.

13. Автору выдается бесплатно 25 оттисков статьи.

(Утверждено Президиумом Академии наук Грузинской ССР 10.10.1968; внесены изменения 6.2.1969)

Адрес редакции: Тбилиси 60, ул. Кутузова, 19, телефоны: 37-22-16, 37-86-42, 37-85-61

Почтовый индекс 380060

Условия подписки: на год — 22 руб., 80 коп.

6303/179



ცანკი 1 მდბ. 90 კპა.

ЦЕНА 1 РУБ. 90 КОП.