

524

1989



ISSN—0132—1447

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

**გოგობა**

**СООБЩЕНИЯ**

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

**BULLETIN**

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 136 ტომ

№ 2

ნოემბერი 1989 НОЯБРЬ

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

ბოჲაბჲე

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 136 TOM

№ 2

ნოემბერი 1989 НОЯБРЬ

ქურნალი დაარსებულა 1940 წელს  
Журнал основан в 1940 году

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

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

### ს ა რ ე დ ა ტ ო რ ო კ ო ლ ე გ ი ა

ა. აღქსიძე, თ. ანდრონიკაშვილი, თ. ზერიძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), თ. გამყრელიძე, მ. გამყრელიძე, გ. გველესიანი, ე. გომელაური, რ. გორდენიანი (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), ე. ზაალიშვილი, ა. თავხელიძე (მთავარი რედაქტორი), გ. კვეციანი, ი. კლუბაძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), თ. კობალიშვილი, ჯ. ლომინაძე, რ. მეტრეველი, დ. მუსხელიშვილი, (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), ბ. ნანიშვილი, თ. ონიანი, მ. სალუვაძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), ე. სენიაშვილი, თ. ურუშაძე, გ. ციციშვილი, გ. ჯოღოშვილი, მ. ხვინგია

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

М. А. Алексидзе, Т. Г. Андроникашвили, Т. Г. Беридзе (заместитель главного редактора), Т. В. Гамкрелидзе, Э. П. Гамкрелидзе, Г. Г. Гвелесiani, В. И. Гомелаури, Р. Б. Гордзениани (заместитель главного редактора), М. М. Заалишвили, Г. И. Квесиладзе, И. Т. Кигურадзе (заместитель главного редактора), Т. И. Копаленишвили, Д. Г. Ломинадзе, Р. В. Метревели, Д. Л. Мухелишвили (заместитель главного редактора), Б. Р. Нанейшвили, Т. Н. Онiani, М. Е. Салуквадзе (заместитель главного редактора), Э. А. Сехнашвили, А. Н. Тавхедидзе (главный редактор), Т. Ф. Урушадзе, М. В. Хвингия, Г. Ш. Цицишвили, Г. С. Чогошвили

პასუხისმგებელი მდივანი ა. იაკობაშვილი

Ответственный секретарь А. Б. Якобашвили

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

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

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

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

გადაცა წარმოებას 16.11.1989. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 19.1.1990. ფორმატი 70×108<sup>1/16</sup>. მაღალი ბეჭდვა. პირობითი ნაბ. თ. 21.70 პირ. საღ.-გატარება 22.05 სააღრიცხვო-სავამომცემლო თაბახი 15.76. ტირაჟი 1200. უფ 00554. შეკვ. № 2987, ფასი 1 ზ. 90 კაპ.

Сдано в набор 16.11.1989. Подписано к печати 19.1.1990. Формат 70×108<sup>1/16</sup>. Печать высокая. Усл. печ. л. 21.70, уч.-изд. л. 22.05, усл. кр.-отт. 15.76. Тираж 1200. УЭ 00554. Зак. № 2987. Цена 1 р. 90 к.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 1989.

Сообщения АН ГССР, 1989.

შ ი ნ ა ა რ ს ი

გათმეაბიკა

- \*ა. კ ი რ თ ა ძ ე. უსასრულოგანზომილებიან ვექტორულ სივრცეებში ინვარიანტული ზომების ერთადერთობის თვისების მქონე არასეპარაბელური გავრცელებების შესახებ 275
- \*ე. ნ ა დ ა რ ა ი ა. განაწილების სიმკვრივის განზოგადებული გულოვანი. შეფასების კვადრატული გადახრის ზღვრით განაწილების შესახებ 279
- \*თ. ბ ა რ ბ ა ქ ა ძ ე. გლუვი ფუნქციის მინიმუმის ინვარიანტობა დეფორმაციის დროს 284
- \*ფ. დ ვ ა ლ ი შ ვ ი ლ ი. ფუნქციონალის მინიმუმის უწყვეტობის შესახებ განაწილებული დაგვიანების შემცველ არაწრფივ ოპტიმალურ ამოცანებში 288
- \*გ. ხ ი მ შ ი ა შ ვ ი ლ ი. ბანახის სივრცეების არაწრფივ ასახვათა ხურეკციულობის შესახებ 291
- \*მ. თ ე თ რ უ ა შ ვ ი ლ ი. ხარისხის ოპერატორიანი სიმრავლეთა უქვენტორო თეორიის ფორმულათა კლასის ამოხსნადობის გამოთვლითი სირთულე 296

65/51

ღრეკაღობის თეორია

- \*ლ. დ ო ბ ო რ ჯ გ ი ნ ი ძ ე. სასრული დეფორმაციების შემთხვევაში ჩისტ პროფილებთან თანხების ამოცანის ამოხსნა 300

კიბერნეტიკა

- \*ა. გ ი ო რ გ ა ძ ე, ე. მ უ ს ხ ე ლ ი. უკრედოვანი ავტომატების დეკომპოზიციის შესახებ 303

ფიზიკა

- \*ლ. ბ ი ჩ კ ო ვ ა, გ. გ ე გ ი ა ძ ე, ო. დ ა ვ ა რ ა შ ვ ი ლ ი, მ. ე ნ უ ქ ა შ ვ ი ლ ი, ნ. კ ე კ ე ლ ი ძ ე, ვ. ვ ო ლ ო შ ნ ი კ ო ვ ი, კ. კ რ ი ვ ც უ ნ ი, ა. შ ო ტ ო ვ ი.  $PbSe(PbSnSeTe)PbSe$  პეტროლაზერები და მათი გამოყენება მაღალი გარჩევის სპექტროსკოპიაში და წარმოების ტექნოლოგიაში 308
- \*ნ. ბ ე ნ დ ი ა შ ვ ი ლ ი, ა. ზ ე გ უ ლ ა ვ ა. ბმრ ხაზის სივანე ბმრ და ფმრ სპექტრების გადაფარვის პირობებში 311
- \*მ. კ ვ ი მ ს ა ძ ე, ნ. მ ა ჭ ა რ ა ძ ე, მ. ნ ი ნ უ ა, ო. ჭ ა ვ ე ქ ა ნ ი ძ ე. ბოჭკოვანი ოპტიკური გადაცემის ხაზის გარდამავალი უბნის პარამეტრების ოპტიმიზაცია ამ უბანზე გარეშე წნევის მკვეთრი ცვლილებების დროს 316
- \*ნ. ც ო ც ხ ა ლ ი შ ვ ი ლ ი, ა. მ ი ქ ა ბ ბ რ ი ძ ე, გ. წ ე რ ე თ ე ლ ი. ჰიდროსოდალიტის მონოკრისტალებში შეფერვის ცენტრების შექმნა და ფოტოდაშლა 320

გეოფიზიკა

- \*ე. ე ლ ი ზ ბ ა რ ა შ ვ ი ლ ი, თ. ხ ე ლ ა ძ ე. ენგურის წყალსაცავის გავლენის შესახებ ადგილობრივ ჰავაზე 323

ზოგადი და არამორბანული ძინია

- \*ა. ს ო ბ ო ლ ე ვ ი, ა. შ ვ ე ლ ა შ ვ ი ლ ი, ვ. კ ო კ ო ზ ე ი, ს. პ ე ტ რ უ ს ე ნ კ ო, ა. კ ა პ შ უ ქ ი. კალიუმის თიოციანატის და კადმიუმის ტრის (ეთილენდიამინ)-თიოციანატის ორმაგი მარილის სინთეზი და კვლევა 328

\* ვარსკლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს

საქ. სსრ კ. მარქსის  
სახ. სახ. რესპუბ.  
გეოლოგიის ინსტიტუტი

### ორგანული ქიმია

- \*თ. ხოსრუაშვილი, ლ. ყირმელაშვილი, დ. ხარაძე, რ. ქაცარავა, 4კ4'-დიანაცვლებული 2,2'-პ-ფენილენ-(ბის-ოქსაზოლინ-5-ონ)-ების რეაქციის-უნარიანობის შესახებ 331
- \*ლ. კორტავა, ლ. მელიქაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ე. უშუტრაული. ნავთობში არილამანტანების არსებობის შესახებ 335
- \*ე. ბენაშვილი, ო. ბაიდოშვილი, თ. ჩარკვიანი. ბენზოლ-ციკლო-ჰექსანის ნარეუვის დაყოფა X ტიპის სინთეზურ ცეოლითებზე 340

### ფიზიკური ქიმია

- \*ვ. ოყუტავა (საქ. სსრ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი), ბ. ქანკვეტაძე, შ. სიღამონიძე, ნ. ტყეშელაძე, ნ. კედელაშვილი. ბენზოლის მკაფიური პილდროლის პროდუქტების სპექტრომეტრული გამოკვლევა 344
- \*რ. იმნაძე, ე. ქაჩიბაია, ლ. ჭაფარიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). სპილენძის ნიტრატის და ქრომის ანჰიდრიდის ნარევის თერ-მული დაშლის დროს მიმდინარე პროცესების კვლევა 347

### ქიმიური ტექნოლოგია

- \*გ. ცინცაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ჯ. სანიკიძე, ო. მოდებაძე, ს. ოდენოვი, რ. კობრეძე, მ. ქოიავა. მალალ-ტემპერატურული ზეგამტარების სინთეზი აზოტმეავას მარილების გამოყენე-ბით და მათი ფიზიკური თვისებები 352

### ბიოლოგია

- გ. ბუაჩიძე, ნ. გოდერძიშვილი, ლ. დლონტი. დედამიწის სიღრმული სითბური ნაკადის დაყოფა საქართველოს ტერიტორიისათვის 353
- \*დ. ვახანია. საქართველოს ბელტის იმერეთის (ცენტრალური) აზვევების ზონის ტექტონიკური დარაიონება და აგებულების ზოგიერთი ნიშნები 360
- \*ე. ვარსიმაშვილი, ი. ჩეჩელაშვილი. საქართველოს ცარცული დროის ლითოფაციკლები და დანალექი ფორმაციები 363
- \*ი. ჩიჩუა, ა. კობახიძე, ჯ. ხაჩიძე. თერმული პალეონომალა დანალექ ქანებში, როგორც მადანმოსამზადებელი ფაქტორი (ლუხუმის ველი, ცენტრალური კავკასიონი) 367
- \*მ. თოფჩიშვილი. ლოქის შვერილის ქვედაურულ-ალენური ნალექების ბიო-სტრატოგრაფიული დანაწილება ამონიტების მიხედვით 371
- \*ვ. გელეიშვილი, ნ. იაშვილი. მადნეულის მადნიანი ველის ქანების ფიზი-კური თვისებები 376

### პეტროლოგია

- \*ა. ოქროსცვარიძე. კავკასიონის სამხრეთ-დასავლეთი ნაწილის გრანიტული რესტიტების შესახებ 380

### სამშენებლო მექანიკა

- \*რ. გუსეინოვი. დრეკადი ღერძების თავისუფალი რევეების შესახებ 383
- \*მ. ყალაბეგაშვილი. სახსრებიანი მართკუთხა ფილის დიდი, გაღუნების შესახებ 388

### საგაფრთხა დასუშავება და გამდიდრება

- \*ლ. მახარაძე, ბ. ტურაბელიძე, თ. გოჩიტაშვილი. სადაწნეო მილ-სადენების პილდრობარაზიული ცვეთა სტრუქტურირებული პილდრონარეუვის ტრანსპორტირებისას 392

### მეტალურგია

- \*გ. ქობულაშვილი, თ. თავაძე, 03x20H18M2D2 და 06xH28MDT ფოლადების კოროზიული დასკდომა პლასტიკური დეფორმაციის დროს 395
- \*გ. ბეგლარიშვილი, ნ. ვაშაყიძე, ო. მახარაძე, თ. ვაშაყიძე. საკონტაქტო ძაბვების კვლევა გამომჟღავნებელი კალიბრების ახალ სისტემებში გლინვისას 399
- \*ლ. ოკლეი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ი. ჩხარტიშვილი, რ. ზარქუა, მ. მურაყაშვილი, ნ. ბერუჩაშვილი. Fe—Ni კომპოზიციური დისპერსული სისტემის დეფორმაცია მაღალი სტატუსური წნევებით, კომპონენტთა განსხვავებული შეფარდებების დროს 403

### ბანქანათმშენებლობა

- \*ა. მანჯგალაძე, ზ. ასათიანი, მ. ნუცუბიძე. დიზელის გამომშვებ არხში დინების ვიზუალიზაციის შედეგები 407

### ატომგატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

- \*გ. რამიშვილი, ვ. ანთიძე, ბ. მაისურაძე. დიქტორის პიროვნების მიმდინარე ვერიფიკაციის სისტემა 411

### ბოტანიკა

- გ. ღვალაძე, თ. შანშიაშვილი, ლ. ჩხაიძე. გამა-სხივების გავლენა ხორბლის ზოგიერთი სახეობის მიკროსპოროგენეზზე 413

### მცენარეთა ფიზიოლოგია

- ნ. ფანცხავა. 2,4-დიქლოროფენოქსიმარმეფავასა და თუთიის იონების გავლენა ზოგიერთი ფერმენტის აქტიურობაზე ვახის კალუსური ქსოვილის კულტურაში 417

### აღამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

- \*თ. გლოველი, რ. ინწკირველი. ნორადრენერგულ და სეროტონინერგულ სტრუქტურათა სტიმულაციის გავლენა ბოცერების დორსალური ჰიპოკამპის ელექტრულ აქტიურობაზე 424
- \*პ. ვარაზაშვილი. კატის ძილ-ღვიძლის ციკლის ცვლილება მისი ორბიტალური ქერქის ელექტრული გაღიზიანების შედეგად 427

### ბიოფიზიკა

- \*გ. დავითაია, რ. კოტარია, ა. თარხნიშვილი. პროტეგლანდინების გავლენა ვირთავას ღვიძლის უჯრედების მიკროსომების ცხიმოვანი მჟავების შეცვლაზე ბენზ(ა)პირენით ინდუცირებული კანცეროგენეზის დროს 432
- \*პ. თუშურაშვილი, ნ. დეკანოსიძე, ნ. ინასარაძე, თ. კეკელიძე. NAD.H-ის და Mg<sup>2+</sup> იონების პისტერეზისული ურთიერთქმედება ხარის გულის სუნთქვითი ჯაჭვის NAD.H:CoQ რედუქტაზულ უბანთან 435

### ბიოქიმია

- \*ქ. კინწურაშვილი, ზ. ჩანჩიბაძე, ი. ხოხაშვილი. მიკრომიცეტების კულტივირება ჩაის მრეწველობის ნარჩენებზე ცილით მდიდარი მიკრობული ბიომასის მიღების მიზნით 439

### ფიტოპათოლოგია

- \*ლ. პაიჭაძე, ა. დიმჩენკო, ლ. ნახაროვა. ტილტი გულდფშუტას წინააღმდეგ 443

## ციტოლოგია

- \*რ. კაპანაძე, ლ. ჭეიშვილი, ლ. ხოფერია, კ. ჯინჭარაძე, ლ. ხაბაზი. დანიფარქტებული მიოკარდიუმის ულტრასტრუქტურული ცვლილებები და დაზიანებულ უბნის ოდენობა ნიტროგლიცერინით მკურნალობის პირობებში ექსპერიმენტში 447

## ექსპერიმენტული მორფოლოგია

- \*ნ. ჯორბენაძე. თირკმლების სუბმიკროსკოპული მორფოლოგია პოსტრენიმაციულ პერიოდში 452

## ექსპერიმენტული მიჯივინა

- ე. ლითანიშვილი, მ. ჯულელი, რ. სევანიშვილი, დ. ხვითარია, ნ. ნიქარაძე, ო. ბრეგაძე, ზ. ფალავა, მ. ნიკოლაიშვილი, ლ. ჩაგიაშვილი. ყოფილ სპორტსმენთა რეაბილიტაცია მიოკარდიუმის მწვავე ინფარქტის გადატანის შემდეგ 453
- \*ნ. ოკრიბელაშვილი, ლ. მსხილაძე. შიზოფრენიით დაავადებულის სისხლის პლაზმის ზოგიერთი თავისებურება 458
- კ. გელაშვილი, ო. შაყულაშვილი, გ. ბედელერი, კ. გივიაშვილი. თბილისის სამედიცინო პერსონალის პროფესიული დასიხევის საშუალო და კოლექტიური დონის შეფასება 461

## კალიგრიოლოგია

- \*რ. რატიანი. არაგვის ხეობის ტიტონური ორსაგულუიანები 467

## ენათმეცნიერება

- \*ს. მოშიაშვილი. მხატვრულ ტექსტში ფრაზეოლოგიზმების როგორც ორნიშნა ერთეულების აღქმის საკითხისათვის 472
- \*რ. დოლიძე. განსაზღვრა, განმარტება და შეფასება, როგორც კომპოზიციურ-სამეტყველო ფორმები სამეცნიერო სტატიებში 475
- \*რ. ჩხარტიშვილი. პროსოდის მნიშვნელობა განპირობებითი დამოკიდებულების გამოხატვისას 479

## ფილოლოგია

- ი. ყორღანია. ტრუმენ კეპოტის სინტაქსური სტილისტიკის ორი თავისებურება („აუღელეებელი მკვლელობის“ მასალაზე) 481

## ისტორია

- \*ნ. ქავთარაძე. ნავთობის ფაქტორის როლი და ადგილი ჰომეინის რეჟიმის პოლიტიკური პლატფორმის ფორმირებაში 487
- ს. თავბერიძე. ოჯახი და დემოგრაფიული პრობლემები საქართველოს მთიანეთში 489

## არქეოლოგია

- \*მ. ნიორაძე, ნ. მამაცაშვილი. პალეოლოგიური მონაცემები ორთავლა მღვიმედან (დასავლეთ საქართველო) 496
- \*გ. ცეცხლაძე, დ. ბრაუნდი. საელი კოლხის შესახებ ანტიკურ სამყაროში 498
- \*ვ. საღრაძე, რ. დავლიანიძე, ნ. შანშაშვილი, ნ. ხუბულური. კატაკომბური სამარხები ცენტრალური ამიერკავკასიიდან 502

## ხელოვნებათმცოდნეობა

- \*ნ. ჩხარტიშვილი. ხელოვნების ისტორიის როგორც მეცნიერების საგნის შესახებ 505

## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

- А. П. Киртадзе. О несепарабельных продолжениях инвариантных мер в бесконечномерных векторных пространствах, обладающих свойством единственности 273
- Э. А. Надарая. О предельном распределении квадратического уклонения обобщенной оценки типа ядра плотности распределения 277
- Т. П. Барбакадзе. Об инвариантности минимума при деформациях гладких функций 281
- Ф. А. Двалишвили. О непрерывности минимума функционала в нелинейной задаче оптимального управления с распределением запаздыванием 285
- Г. Н. Химшиашвили. О сюръективности нелинейных преобразований Балаховых пространств 289
- М. Р. Тетрашвили. Вычислительная сложность разрешимости класса формул бесквавторной теории множеств с оператором степени 293

### ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

- Л. Г. Доборджинидзе. Решение задачи соприкосновения с жесткими профилями при конечных деформациях 297

### КИБЕРНЕТИКА

- А. Х. Гвორгадзе, Е. Г. Мухели. О декомпозиции клеточных атомов 301

### ФИЗИКА

- Л. П. Бычкова, Г. Г. Гегадзе, О. И. Даварашвили, М. И. Енукашвили, Н. П. Кекелидзе, В. Г. Колошников, В. М. Кривцун, А. П. Шотов. Гетеролазеры  $PbSe/PbSnSe_1e/PbSe$  и их применение в спектроскопии высокого разрешения и промышленной технологии 305
- Н. С. Бендиашвили, А. И. Угулава. Ширина линии ЯМР в условиях совмещения диапазонов спектров ЯМР и ФМР 309
- М. В. Квимсадзе, Н. Д. Мачарадзе, М. В. Нинуа, О. Н. Чавчанидзе. Оптимизация параметров переходного участка волоконной оптической линии при наличии резкого перепада внешнего давления 313
- Н. В. Цоцхалишвили, А. А. Микаберидзе, Г. С. Церетели. Создание и фоторазрушение центров окраски в монокристаллах гидросодалита 317

### ГЕОФИЗИКА

- Э. Ш. Элизбарашвили, Т. В. Хеладзе. О влиянии ичгурского водохранилища на местный климат 321

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



## ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- А. Н. Соболев, А. Е. Швелашвили, В. Н. Кокозей, С. Р. Петру-  
сенко, А. А. Капшук. Синтез и исследование двойной соли тиоцио-  
ната калия и тиоцианата трис (этилендиамин) кадмия 325

## ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Т. А. Хосруашвили, Л. И. Кирмелашвили, Д. И. Харадзе, Р. Д.  
Капаравა. О реакционной способности 4,4-дизамещенных 2,2'-п-  
фенилен-(бис-оксазолин-5-он)ов 329
- Л. М. Кортава, Л. Д. Меликадзе (академик АН ГССР), Э. А. Уша-  
раули. О содержании ариладамантанов в нефти 333

## ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Е. М. Бенашвили, О. С. Баидошвили, Т. Н. Чарквиани. Разделение  
смесей бензол-циклогексан на синтетических цеолитах типа X 337
- В. М. Окуджава (академик АН ГССР), Б. Г. Чаикветадзе, Ш. И. Си-  
дамонидзе, Н. Б. Ткешелиадзе, И. Р. Кеделашвили. Спектрометрическое исследование продукта кислотного гидролиза бен-  
зола 341
- Р. А. Имнадзе, Э. И. Качибая, Л. И. Джапаридзе (член-коррес-  
пондент АН ГССР). Исследование процессов протекающих при терми-  
ческом разложении смеси нитрата меди и хромового ангидрида 345

## ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- Г. В. Циццадзе (член-корреспондент АН ГССР), Д. Г. Саникидзе,  
О. Е. Модебадзе, С. В. Оденев, Р. Г. Кохреидзе, М. Д. Ко-  
ява. Синтез ВТСП с применением азотнокислых соединений и их фи-  
зические характеристики 349

## ГЕОЛОГИЯ

- \* Т. И. Буачидзе, Н. А. Годердзишвили, Л. Е. Глonti. Разделение  
глубинного теплового потока земли для территории Грузии 355
- Д. Е. Вахания. Тектоническое районирование и общие черты строения Име-  
ретинской (центральной) зоны воздымания грузинской глыбы 357
- Э. В. Варсимашвили, И. Д. Чечелашвили. Меловые литофации и  
осадочные формации Грузии 361
- И. Б. Чичуа, А. Д. Қобахидзе, Д. А. Хачидзе. Термическая палеоано-  
мелия в осалочных породах как рудополгоговигильный фактор (Лухум-  
ское поле, Центральный Кавказ) 365
- М. В. Топчишвили. Биостратиграфическое расчленение нижнеюрско-  
ааленских отложений локского выступа по аммонитам 369
- В. И. Гелеишвили, Н. Г. Иашвили. Физические свойства горных пород  
маднчульского рудного поля 373

## ПЕТРОЛОГИЯ

- А. В. Окросцваридзе. О герцинических гранитоидных реститах юго-западной части Большого Кавказа 377

## СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

- Р. Э. Гусейнов. О свободных колебаниях гибких стержней 381  
 М. Г. Калябегашвили. О больших прогибах прямоугольных плит с шарнирами 385

## РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ОБОГАЩЕНИЕ

- Л. И. Махарадзе, В. Г. Турабелидзе, Т. Ц. Гочиташвили. Гидроабразивный износ напорных трубопроводов при транспортировании структурированных гидросмесей 389

## МЕТАЛЛУРГИЯ

- Г. Ш. Кобулашвили, Л. Ф. Тавадзе. Коррозионное растрескивание сталей 03X20H18M2D2 и 06XH28MDT при их пластической деформации 393  
 Г. С. Бегларшвили, Н. А. Вашакидзе, О. В. Махарадзе, Г. К. Вашакидзе. Исследование контактных напряжений при прокатке в новых системах вытяжных калибров 397  
 Л. Н. Оклей (член-корреспондент АН ГССР), И. В. Чхартшвили, Р. Ш. Заркуа, М. Н. Муракашвили, Н. С. Беручашвили. Деформация высокими статическими давлениями композиционной дисперсной системы Fe-Ni при различных соотношениях компонентов 401

## МАШИНОСТРОЕНИЕ

- А. А. Манджгаладзе, З. Д. Асатиани, М. Н. Нуцубидзе. Результаты визуализации течения в выпускном канале дизеля 405

## АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

- Г. С. Рамишвили, В. Г. Антидзе, В. Г. Майсурадзе. Система текущей верификации говорящего 409

## БОТАНИКА

- \* Г. Е. Гваладзе, Т. А. Шаншиашвили, Л. К. Чхаидзе. Влияние гамма-лучей на микроспорогенез некоторых видов пшеницы 416

## ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

- \* Н. И. Панцхава. Влияние 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты и ионов цинка на активность некоторых ферментов в каллусной ткани виноградной лозы 419

## ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- Т. Б. Гловели, Р. Г. Инцкирвели. Влияние стимулирующих норадренергических и серотонинергических структур на электрическую активность дорсального гиппокампа у кроликов 421
- И. И. Варазашвили. Изменение цикла бодрствование-сон в ответ на электрическое раздражение орбитальной коры кошки 425

## БИОФИЗИКА

- Г. Ш. Давитая, Р. З. Котария, А. А. Тархишвили. Влияние простагландинов на изменение содержания жирных кислот микросом клеток печени крыс при индуцированном бенз(а)пиреном канцерогенезе 429
- П. Р. Тушурашвили, Н. З. Деканосидзе, Н. П. Инасаридзе, Т. И. Кекелидзе. Гистерезисное взаимодействие Nad·H: убинон редуктазного участка дыхательной цепи митохондрии сердца быка с Nad·H и ионами Mg<sup>2+</sup> 433

## БИОХИМИЯ

- К. М. Кинцурашвили, З. А. Чанчибадзе, И. Л. Хохашвили. Культивирование микромицетов на отходах чайной промышленности с целью получения богатой белком микробной биомассы 437

## ФИТОПАТОЛОГИЯ

- Л. В. Пайчадзе, А. М. Дымченко, Л. Н. Назарова. Тилт против голшви 441

## ЦИТОЛОГИЯ

- Р. В. Канагадзе, Л. Д. Чейшвили, Л. А. Хоцерия, К. К. Джинчарадзе, Л. А. Хабази. Ультраструктурные изменения и размеры очага поражения инфарктированного миокарда в условиях применения нитроглицерина в эксперименте 445

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

- И. Д. Джорбенадзе. Субмикроскопическая морфология почек в постреабилитационном периоде 449

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- \* В. Б. Литанишвили, М. С. Джугели, Р. А. Сванишвили, Д. А. Хвитария, Н. К. Нижарадзе, О. М. Брегадзе, З. Т. Пагара, М. Г. Николаишвили, Л. В. Чагиашвили. Реабилитация бывших спортсменов, перенесших острый инфаркт миокарда 456
- Н. Д. Окрибелашвили, Л. М. Мехиладзе. Некоторые особенности плазмы крови больных шизофренией 457
- \* К. Д. Гелашвили, О. А. Шакулашвили, Г. А. Бегелури, В. А. Гвиашвили. Оценка средней и коллективной дозы профессионального облучения медицинского персонала Тбилиси 464

## ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

- Р. В. Ратиани. Двухстворчатые титона долины реки Араги 465

## ЯЗЫКОЗНАНИЕ

- С. А. Мешиашвили. К вопросу о восприятии фразеологизмов как двуплановых единиц в художественном тексте 469
- Р. Г. Долидзе. Определение, объяснение и оценка как композиционно-речевые формы в научных статьях 473
- Р. И. Чхартишвили. Роль просодии в передаче отношений обусловленности 477

## ФИЛОЛОГИЯ

- \* И. С. Жордания. Две особенности стилистического синтаксиса Т. Капоте 483

## ИСТОРИЯ

- И. Х. Кавтарадзе. Место и роль фактора нефти в формировании политической платформы режима Хомейни 485
- \* С. Г. Табреридзе. Семья и демографические проблемы в горном регионе Грузии 490

## АРХЕОЛОГИЯ

- М. Г. Ниорадзе, Н. С. Мамацашвили. Палинологические данные из пещеры орвала (Западная Грузия) 493
- Г. Р. Цецхладзе, Д. Браунд. Об имени колх в античном мире 497
- В. С. Садрадзе, Р. В. Давлианидзе, Н. Э. Шаншашвили, Н. Т. Хубулури. Катакомбные погребения Центрального Закавказья 501

## ИСКУССТВОВЕДЕНИЕ

- \* Н. А. Чхартишвили. О предмете истории искусств как науки 508

## CONTENTS

### MATHEMATICS

A. P. Kiria d z e. On nonseparable continuations of invariant measures in infinite dimensional vector spaces with the uniqueness property	275
E. A. Nadaraya. On the limit distribution of the quadratic deviation of the generalized kernel-type estimator of a density function	279
T. N. Barbakadze. About stability of the minimum of smooth functions during deformations	284
F. A. Dvalishvili. On the continuity of a functional minimum in non-linear optimal problems with a distributed delay	288
G. N. Khimshia shvili. On the surjectivity of nonlinear transformations of Banach spaces	291
M. R. Tetrushvili. The complexity of solvability of a class of formulas of the unquantified set theory with the powerset operator	296

### THEORY OF ELASTICITY

L. G. Doborjginidze. General solution of a contact problem with rigid profiles under finite deformations	300
--	-----

### CYBERNETICS

A. Kh. Giorgadze, E. G. Muskheli. On the decomposition of cellular automata	303
---	-----

### PHYSICS

L. P. Bychkova, G. G. Gegiadze, O. I. Davarashvili, M. I. Erukashvili, N. P. Kekelidze, V. G. Koloshnikov, V. M. Krivtsun, A. P. Shotov. Heterolasers PbSe(PbSnSeTe)PbSe and their employment in high-resolution spectroscopy and technology	308
N. S. Bendiashvili, A. I. Ugulava. NMR line width under conditions of NMR and FMR spectra overlapping	311
M. V. Kvimsadze, N. D. Macharadze, M. V. Ninua, O. N. Chavchanidze. The optimization of parameters of transition region of the fiber optic line at a sharp change of external pressure	316
N. V. Tsotskhalishvili, A. A. Mikaberidze, G. S. Tsere-teli. Creation and photodecay of colour centres in hydrosodalite single crystals	320

### GEOPHYSICS

E. Sh. Elizbarashvili, T. V. Kheladze. The influence of the Enguri reservoir on local climate	324
---	-----

### GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

A. N. Sobolev, A. E. Shvelashvili, V. N. Kokozev, S. R. Petrusenko, A. A. Kapshuk. Synthesis and investigation of a double salt of potassium thiocyanate and cadmium tris(ethylendiamine)tricyanate	328
---	-----

## ORGANIC CHEMISTRY

- T. A. Khosruashvili, L. I. Kirmelashvili, D. P. Kharadze, R. D. Katsarava. On reactivity of 4,4'-disubstituted 2,2'-p-phenylene-(bis-oxazolin-5-on)es 332
- L. M. Kortava, L. D. Melikadze, E. A. Usharauli. On the presence of aryladamantanes in oil 336
- E. M. Benashvili, O. S. Baidoshvili, T. N. Charkviani. Separation of benzol-cyclohexane mixtures over X-type synthetic zeolites 340

## PHYSICAL CHEMISTRY

- V. M. Okujava, B. G. Chankvetadze, Sh. I. Sidamonidze, N. B. Tkesheliadze, N. R. Kedelashvili. Spectroscopic study of acid hydrolysis products of benzonal 344
- R. A. Imnadze, E. I. Kachibaya, L. N. Japaridze. A study of the processes going on at thermal decomposition of copper nitrate and chromic anhydride mixture 347

## CHEMICAL TECHNOLOGY

- G. V. Tsintsadze, D. G. Sanikidze, O. E. Modebadze, S. V. Odenov, R. G. Kokhreidze, M. D. Koyava. High-temperature superconductors synthesis using nitric acid compounds, and their physical characteristics 352

## GEOLOGY

- G. I. Buachidze, N. A. Goderdzishvili, L. E. Glonti. Subdivision of the Earth heat flow for Georgia 356
- D. E. Vakhanian. Tectonic zoning of the Imereti (central) uplift of the Georgian block and general features of its structure 360
- E. V. Varsimashvili, I. D. Chechelashvili. Cretaceous lithofacies and sedimentary formations of Georgia 363
- I. B. Chichua, A. D. Kobakhidze, D. A. Khachidze. Thermal palaeoanomaly in sedimentary rocks as an ore-preparing factor (Lukhumi field, Central Caucasus) 368
- M. V. Topchishvili. Biostratigraphic distribution of the Lower Jurassic-Aalenian deposits of the Loki salient according to ammonites 372
- V. I. Geleishvili, N. G. Iashvili. Physical peculiarities of rocks of the Madneuli ore field 376

## PETROLOGY

- A. V. Okrostsvavidze. About restites of Hercynian granitoids of the south-western part of the Greater Caucasus 380

## STRUCTURAL MECHANICS

- R. E. Guseinov. On free vibrations of flexible rods 383
- M. G. Kalabegishvili. On large deflections of a rectangular plate with hinges 388

## EXPLOITATION AND CONCENTRATION OF DEPOSITS

- L. I. Makharadze, V. G. Turabelidze, T. Sh. Gochitashvili. Hydroabrasive wear of pressure pipelines during the transportation of structured hydraulic fluids 392

## METALLURGY

- G. Sh. Kobulashvili, L. F. Tavadzze. Corrosion cracking of 03×20H 18M 2D2 and 06×H 28MDT steels at plastic deformation 395
- G. S. Beglarishvili, N. A. Vashakidze, O. V. Makharadze, T. K. Vashakidze. Investigation of contact stresses at rolling in new systems of break-down calibres 400

- L. N. Okley, I. V. Chkhartishvili, R. Sh. Zarkua, M. N. Murakashvili, N. S. Beruchashvili. Deformation of the composite dispersive system Fe—Ni under high pressure at different proportions of the components 404

#### MACHINE BUILDING SCIENCE

- A. A. Manjgaladze, Z. D. Asatiani, M. N. Nutsubidze. Results of flow visualization in the diesel exhaust port 408

#### AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- G. S. Ramishvili, V. G. Antidze, B. G. Maisuradze. The system of speaker current verification 411

#### BOTANY

- G. E. Gvaladze, T. A. Shanshiashvili, L. K. Chkhaidze. The influence of  $\gamma$ -rays on the microsporogenesis of some species of wheat 416

#### PLANT PHYSIOLOGY

- N. I. Pantskhava. The influence of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid and zinc ions on activity of some ferments and vine callus tissue culture 419

#### HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- T. B. Gloveli, R. G. Intskirveli. The influence of stimulation of noradrenergic and serotonergic structures on the electrical activity of the dorsal hippocampus in rabbits 424  
 P. N. Varazashvili. Changes of sleep-wakefulness cycle in response to electric stimulation of cat orbital cortex 428

#### BIOPHYSICS

- G. Sh. Davitaya, R. Z. Kotaria, A. A. Tarkhnishvili. The influence of prostaglandins of the rat liver cell microsomes fatty acid content under benzo(a)pyrene-induced carcinogenesis 432  
 P. R. Tushurashvili, N. Z. Dekanosidze, N. P. Inasari-dze, T. N. Kekelidze. Hysteretic interaction of the NAD·H and  $Mg^{2+}$  ions with mammalian NAD·H:CoQ reductase from beef heart 436

#### BIOCHEMISTRY

- K. M. Kintsurashvili, Z. A. Chanchibadze, I. L. Khokhashvili. Cultivation of micromycetes on tea industry wastes with a view to obtaining protein-rich microbial biomass 439

#### PHYTOPATHOLOGY

- L. V. Paichadze, A. M. Dymchenko, L. N. Nazarova. Tilt against black smut 443

#### CYTOLOGY

- P. V. Kapanadze, L. D. Cheishvili, L. A. Khoperia, K. K. Jincharadze, L. A. Khabazi. Ultrastructural changes and the size of the damaged centre of infarcted myocardium during the treatment with nitroglycerine in experiment 448

#### EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

- N. D. Jorbenadze. Kidney submicroscopic morphology during the postrean-  
 imation period 452

## EXPERIMENTAL MEDICINE

- V. B. Litanishvili, M. S. Jugeli, R. A. Svanishvili, D. A. Khvitarua, N. K. Nizharadze, O. M. Br'egadze, Z. T. Pagava, M. G. Nikolaishvili, L. V. Chagiashvili. Rehabilitation of exsportsman after acute myocardial infarction 456
- N. D. Okribelashvili, L. M. Mskhiladze. Some peculiarities of blood plasma in patients suffering from schizophrenia 459
- K. D. Gelashvili, O. A. Shakulashvili, G. A. Begeluri, V. A. Giviashvili. Evaluation of the average and collective doses of professional irradiation in the medical personnel of Tbilisi 464

## PALAEOBIOLOGY

- R. V. Ratiiani. Tithonian Lamellibranchia from the valley of r. Aragvi 467

## LINGUISTICS

- S. A. Moshiasvili. On perceiving phraseological units in belles-lettres text 472
- R. G. Dolidze. Definition, explanation and evaluation as compositional-speech forms of English science papers 475
- R. I. Chkhartishvili. The role of prosody in reproducing causal relations 480

## PHILOLOGY

- I. S. Zhordania. The peculiarities of the stylistic syntax of Truman Capote (based on the novel "In Cold Blood") 484

## HISTORY

- N. Kh. Kavtaradze. On the role and place of petroleum factor in the formation of political platform of Homeini's regime 487
- S. G. Tavberidze. The family and demographic problems in mountainous regions of Georgia 491

## ARCHAEOLOGY

- M. G. Nioradze, N. S. Mamatsashvili. Palynological data from the Orivala Cave (western Georgia) 496
- G. R. Tsetskhiladze, D. C. Braund. On the name Kolikh in the Ancient world 499
- V. G. Sadradze, R. V. Davlianidze, N. E. Shanshasvili, N. T. Khubuluri. Catacomb burials from Central Trans-Caucasia 503

## ART STUDIES

- N. A. Chkhartishvili. History of art studies as an object of research 508



А. П. КИРТАДЗЕ

19161  
О НЕСЕПАРАБЕЛЬНЫХ ПРОДОЛЖЕНИЯХ ИНВАРИАНТНЫХ МЕР В БЕСКОНЕЧНОМЕРНЫХ ВЕКТОРНЫХ ПРОСТРАНСТВАХ, ОБЛАДАЮЩИХ СВОЙСТВОМ ЕДИНСТВЕННОСТИ

(Представлено академиком Б. В. Хведелидзе 17.3.1989)

Пусть  $(E, G, S, \mu)$  — любое пространство с инвариантной мерой относительно группы  $G$ . Хорошо известно, что с  $(E, G, S, \mu)$  естественным образом связывается определенное метрическое пространство, называемое метрическим пространством, канонически ассоциированным с  $(E, G, S, \mu)$ . Топологический вес указанного метрического пространства служит некоторой кардинальнозначной характеристикой исходной меры  $\mu$ . Если этот вес строго больше кардинала  $\aleph_0$ , то, допуская вольность речи, меру  $\mu$  называют несепарабельной мерой.

Пусть  $(E, G, S, \mu)$  — измеримое пространство с инвариантной  $\sigma$ -конечной мерой. Скажем, что мера  $\mu$  обладает свойством единственности в классе всех  $G$ -инвариантных  $\sigma$ -конечных мер, заданных на  $\sigma$ -алгебре  $S$ , если для любой меры  $\lambda$ , принадлежащей этому классу, найдется положительный коэффициент  $q$  такой, что  $\lambda = q \cdot \mu$ .

Говорят, что мера  $\mu$  обладает свойством исчерпывания, если каждое  $\mu$ -измеримое множество  $X$  с  $\mu(X) > 0$  влечет существование такой последовательности  $(g_i)_{i \in N}$  преобразований из группы  $G$ , что

$$\mu(E \setminus \bigcup_{i \in N} g_i(X)) = 0.$$

Известно, что при  $h \geq 1$  существуют различные инвариантные несепарабельные продолжения классической лебеговской меры  $I_n$  в  $n$ -мерном евклидовом пространстве  $E_n$  (см., например, [1]). Метод построения таких продолжений сводится в основном к расширению класса  $L_n$  всех измеримых по Лебегу частей пространства  $E_n$  за счет добавления к этому классу почти инвариантных (относительно заранее фиксированной континуальной группы преобразований) подмножеств пространства  $E_n$ . Указанным методом получают лишь такие меры, которые не обладают свойством единственности, столь характерным для исходной меры Лебега  $I_n$ .

В работе [2] было построено несепарабельное инвариантное продолжение меры Лебега, обладающее свойством единственности. В настоящей работе рассматривается аналогичный вопрос.

საქართველოს  
სსრ მეცნიერებათა  
აკადემიის მრეცხი  
136, № 2, 1989

нии в бесконечномерных векторных пространствах — несепарабельных инвариантных мер, обладающих свойством единственности.

Имеет место следующее предложение.

**Предложение 1.** Пусть  $E$  — основное базисное пространство,  $G$  — группа преобразований этого пространства, содержащая несчетную подгруппу, действующую свободно в  $E$ , и  $\lambda$  — полная  $\sigma$ -конечная  $G$ -инвариантная мера в  $E$ , обладающая свойством исчерпывания. Тогда мера  $\lambda$  обладает свойством единственности.

В работе [3] для пространства  $R^N$  всех последовательностей действительных чисел была построена невырожденная  $\sigma$ -конечная борелевская мера  $\nu$ , инвариантная относительно некоторого всюду плотного в  $R^N$  векторного подпространства и обладающая свойством исчерпывания. Следовательно, согласно предложению 1, мера  $\bar{\nu}$ , служащая пополнением меры  $\nu$ , обладает свойством единственности. Оказывается, что меру  $\bar{\nu}$  можно так продолжить до несепарабельной инвариантной меры, что для продолженной меры свойство единственности все еще будет сохраняться.

В дальнейшем нам понадобятся некоторые вспомогательные утверждения.

**Лемма 1.** Пусть  $(E_i, G_i, S_i, \mu_i)_{1 \leq i \leq n}$  — измеримые пространства с  $\sigma$ -конечными инвариантными мерами. Пусть выполняются следующие условия:

- 1) каждая мера  $\mu_i (1 \leq i \leq n)$  обладает свойством единственности;
- 2) для каждой меры  $\mu_i (1 \leq i \leq n)$  найдется множество  $\Delta_i \in S_i$  такое, что  $\mu_i(\Delta_i) = 1$ ;

Тогда мера  $\prod_{1 \leq i \leq n} \mu_i$  обладает свойством единственности в классе всех  $\sigma$ -конечных мер, заданных на  $\sigma$ -алгебре  $\prod_{1 \leq i \leq n} S_i$  и инвариантных относительно группы  $\prod_{1 \leq i \leq n} G_i$ .

**Лемма 2.** Пусть  $(E_i, S_i, \mu_i)_{1 \leq i \leq n}$  — семейство измеримых пространств с невырожденными мерами. Тогда мера  $\prod_{1 \leq i \leq n} \mu_i$  является несепарабельной в том и только в том случае, если хотя бы одна мера из семейства  $(\mu_i)_{1 \leq i \leq n}$  является несепарабельной.

**Предложение 2.** В пространстве  $R^N$  существует  $\sigma$ -конечная мера  $\lambda$ , удовлетворяющая следующим соотношениям:

- 1) мера  $\lambda$  является инвариантной относительно некоторой континуальной всюду плотной подгруппы  $\Gamma$  группы  $R^N$ ;
- 2) мера  $\lambda$  является несепарабельным продолжением меры  $\bar{\nu}$ ;
- 3) мера  $\lambda$  обладает свойством единственности в классе всех  $\sigma$ -конечных  $\Gamma$ -инвариантных мер, заданных на  $\sigma$ -алгебре  $S$  всех  $\lambda$ -измеримых множеств.

Отметим в связи с предложением 2, что в классе всех невырожденных  $\sigma$ -конечных борелевских мер, заданных в пространстве  $R^N$  и инвариантных относительно какой-либо подгруппы аддитивной группы  $R^N$ , не существует меры, обладающей свойством единственности (см. [4]). Отметим здесь же, что всякая вероятностная борелевская мера в пространстве  $R^N$  является сепарабельной, поскольку она определена на счетно-порожденной  $\sigma$ -алгебре борелевских подмножеств этого пространства.

Грузинский политехнический институт  
 им. В. И. Ленина

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

(Поступило 17.3.1989)

მათემატიკა

ა. კირთაძე

უსასრულო განზომილებიან ვექტორულ სივრცეებში ინვარიანტული  
 ზომების ერთადერთობის თვისების გმონე არასეპარაბელური  
 გაგრძელებების შესახებ

რეზიუმე

$R^N$  სივრცეში აგებულია ინვარიანტული არასეპარაბელური ზომა, რომელიც წარმოადგენს გარკვეული არაგადავარებული  $\sigma$ -სასრული ინვარიანტული ბორელის ზომის გაგრძელებას და ფლობს ერთადერთობის თვისებას.

MATHEMATICS

A. P. KIRTADZE

ON NONSEPARABLE CONTINUATIONS OF INVARIANT MEASURES  
 IN INFINITE DIMENSIONAL VECTOR SPACES WITH THE  
 UNIQUENESS PROPERTY

Summary

An invariant nonseparable measure with the uniqueness property, being the continuation of some non-zero  $\sigma$ -finite Borel measure, is constructed in the  $R^N$  space.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. S. Kakutani, J. Oxtoby. Ann. Math., v. 52 (1950).
2. А. Б. Харазишвили. ДАН СССР, 226, № 1, 1976.
3. А. Б. Харазишвили. Сообщения АН ГССР, 114, № 1, 1984.
4. А. П. Киртадзе, Г. Р. Панцулая. Сообщения АН ГССР, 127, № 1, 1987.



Э. А. НАДАРАЯ

О ПРЕДЕЛЬНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ КВАДРАТИЧЕСКОГО  
 УКЛОНЕНИЯ ОБОБЩЕННОЙ ОЦЕНКИ ТИПА ЯДРА  
 ПЛОТНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 3.5.1989)

Пусть  $X_1, X_2, \dots, X_n$  — независимые одинаково распределенные одномерные случайные величины, имеющие неизвестную плотность распределения  $f(x)$ . Как известно, Розенблатт [1] и Парзен [2] дали следующее определение ядерной эмпирической плотности  $f_n^{(P\Pi)}(x)$ , основанной на выборке  $X_1, X_2, \dots, X_n$ :

$$f_n^{(P\Pi)}(x) = \frac{a_n}{n} \sum_{i=1}^n K(a_n(x - X_i)), \quad (1)$$

где  $K(x)$  — заданное ядро, а  $\{a_n\}$  — последовательность положительных чисел, сходящихся к бесконечности.

Вольвертон и Вагнер [3] ввели определение эмпирической плотности  $f_n^{(B)}(x)$ , мало отличающейся от  $f_n^{(P\Pi)}(x)$ , но являющейся рекуррентной:

$$f_n^{(B)}(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i K(a_i(x - X_i)) = \frac{n-1}{n} f_{n-1}^{(B)}(x) + \frac{a_n}{n} K(a_n(x - X_n)). \quad (2)$$

При рекуррентном определении оценок плотности вероятностей сразу проявляются два преимущества: 1) данные не нужно запоминать, т. е., если известно значение оценки  $f_{n-1}^{(B)}(x)$ , то для вычисления  $f_n^{(B)}(x)$  используется только последнее наблюдение  $X_n$ , а выборочные значения  $X_1, X_2, \dots, X_{n-1}$  непосредственно не используются; 2) асимптотически дисперсия оценки  $f_n^{(B)}(x)$  не превосходит дисперсии оценки  $f_n^{(P\Pi)}(x)$ .

Режто и Ревес [4] изучали обобщенные оценки  $f_n(x)$  плотности вероятностей, охватывающие (1) и (2):

$$f_n(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_{ni} K(a_{ni}(x - X_i)), \quad (3)$$

где  $a_{n1}, a_{n2}, \dots, a_{nn}$  ( $n = 1, 2, \dots$ ) — монотонно возрастающая последовательность положительных чисел.

Цель настоящей работы — получить предельное распределение квадратического уклонения  $\int (f_n(x) - f(x))^2 r(x) dx$ , где  $r(x)$  — весовая функция, которую мы будем предполагать кусочно-непрерывной, ограниченной и интегрируемой. Метод, с помощью которого мы доказываем нижеприводи-

мую теорему, был уже использован автором в других работах [5, 6] для решения аналогичной задачи для оценки  $f_n^{(P\Pi)}(x)$ . Он базируется на функциональной предельной теореме для последовательности семимартингалов [7].

Обозначения. Ниже вместо  $a_{nk}$  будем писать  $a_k$ ,

$$T_n = \frac{n}{a_n} \int (f_n(x) - f(x))^2 r(x) dx,$$

$$d_n^2 = \frac{2}{n^2} \iint f^2(x) \left( \sum_{i=1}^n a_i K_0(a_i(x-y)) \right)^2 r(x) r(y) dx dy,$$

$$K_0 = K * K, \quad \gamma_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i, \quad \sigma_n^2 = a_n^{-1} d_n^2,$$

$$\Theta_n^{(1)} = \frac{n}{a_n} \int (E f_n(x) - f(x))^2 r(x) dx,$$

$$\Theta_n^{(2)} = \frac{1}{n a_n} \sum_{i=1}^n a_i^2 \iint K^2(a_i(x-u)) f(u) r(x) dudx.$$

Теорема. Пусть ядро  $K(x) \geq 0$  ограничено,  $K(x) = K(-x)$ ,  $x^2 K(x) \in L(-\infty, \infty)$ , монотонно убывает на  $(0, \infty)$  и  $\int K(u) du = 1$ ; плотность  $f(x)$  ограничена и имеет ограниченные производные до второго порядка.

Тогда

а) Если  $a_n \rightarrow \infty$ ,  $\frac{a_n}{n} \rightarrow 0$ ,  $\frac{\gamma_n}{a_n} \rightarrow \gamma_0$ ,  $0 < \gamma_0 \leq 1$ ,

$$\overline{\lim}_{n \rightarrow \infty} \left( \frac{a_n}{n} \right)^2 \sum_{i=1}^n a_i^{-1} < \infty \text{ и } \frac{1}{n a_n} \left( \sum_{i=1}^n a_i^{-2} \right)^2 \rightarrow 0$$

при  $n \rightarrow \infty$ , то

$$a_n^{1/2} \sigma_n^{-1} (T_n - \Theta_n^{(1)} - \Theta_n^{(2)}) \xrightarrow{d} N(0, 1),$$

причем

$$\gamma_0^2 \sigma_0^2 \leq \liminf_{n \rightarrow \infty} \sigma_n^2 \leq \overline{\lim}_{n \rightarrow \infty} \sigma_n^2 \leq \gamma_0 \sigma_0^2,$$

$$\sigma_0^2 = 2 \int f^2(x) r^2(x) dx \int K_0^2(u) du.$$

б) Если  $a_n \rightarrow \infty$ ,  $\frac{a_n}{n} \rightarrow 0$ ,  $\frac{\gamma_n}{a_n} = \gamma_0 + o(a_n^{-1/2})$ ,  $0 < \gamma_0 \leq 1$ ,

$$\overline{\lim}_{n \rightarrow \infty} \left( \frac{a_n}{n} \right)^2 \sum_{i=1}^n a_i^{-1} < \infty \text{ и } \frac{1}{n \sqrt{a_n}} \left( \sum_{j=1}^n a_j^{-2} \right)^2 \rightarrow 0$$

при  $n \rightarrow \infty$ , то

$$a_n^{1/2} \sigma_n^{-1} (T_n - \Theta) \xrightarrow{d} N(0, 1),$$

где

$$\Theta = \gamma_0 \int f(x) r(x) dx \int K^2(u) du,$$

$d$ —сходимость по распределению, а  $N(0, 1)$ —случайная величина, имеющая нормальное распределение с нулевым средним и дисперсией 1.

Следствие. Если параметр сглаживания  $a_{nk}$  не зависит от  $k$ , то из теоремы получается известный результат о предельном распределении квадратического уклонения оценки  $f_n^{(P\Pi)}(x)$  [5, 8, 9], а именно пусть  $K(x)$  и  $f(x)$  удовлетворяют условиям теоремы. Если  $\frac{a_n}{n} \rightarrow 0$  и  $n a_n^{-9/2} \rightarrow 0$  при  $n \rightarrow \infty$ , то

$$a_n^{1/2} \sigma_0^{-1} \left( \frac{n}{a_n} \int (f_n^{(P\Pi)}(x) - f(x))^2 r(x) dx - \int f(x) r(x) dx \int K^2(u) du \right)^d \rightarrow N(0, 1).$$

З а м е ч а н и е. Если  $\lim_{n \rightarrow \infty} \sigma_n^2 = \sigma^2$ , то  $\gamma_0^2 \sigma_0^2 \leq \sigma^2 \leq \gamma_0 \sigma_0^2$ . Значит, асимптотическая дисперсия  $\sigma^2$ , соответствующая рекуррентной оценке  $f_n^{(B)}(x)$ , не превосходит асимптотическую дисперсию  $\sigma_0^2$ , соответствующую  $f_n^{(P\Pi)}(x)$ . Это и является еще одним преимуществом оценки  $f_n^{(B)}(x)$ .

Условие из б) выполняются, например, если положить  $a_{nk} = k^\alpha$  при  $\frac{2}{9} < \alpha < 1/2$ , причем  $\gamma_0 = \frac{1}{1 + \alpha}$ .

Тбилисский государственный  
 университет

им. И. А. Джавахишвили

(Поступило 12.5.1989)

მათემატიკა

მ. ნადარია

განაწილების სიმკვრივის განზოგადებული გულოვანი შემოსების კვლარატული გადახრის ზღვარით განაწილების შემსახებ

რეზიუმე

დადგენილია განაწილების სიმკვრივის (3) განზოგადებული შემოსების კვლარატული გადახრის ზღვარითი განაწილების კანონი.

MATHEMATICS

E. A. NADARAYA

ON THE LIMIT DISTRIBUTION OF THE QUADRATIC DEVIATION OF THE GENERALIZED KERNEL-TYPE ESTIMATOR OF A DENSITY FUNCTION

Summary

The limit distribution of the quadratic deviation of estimator (3) is presented in the paper.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. Posenblatt. Ann. Mat. stat. 27, 3, 1956.
2. E. Parzen. Ann. Mat. stat. 33, 3, 1962.
3. C. T. Wolverton, T. J. Wagner. I. trans. Systems Sci. Cybernet. 5, 1969.
4. I. Rejto, P. Revesz. Problems of Control and Information Theory, 2, 1973.
5. Э. А. Надарая. Сообщения АН ГССР, 113, № 2, 1984.
6. E. A. Nadaraya. Nonparametric Estimation of Probability Densities and Regression Curves. Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 1989.
7. Р. Ш. Липцер, А. Н. Ширяев. Теория вероят. и ее примен. XXV, 4, 1980.
8. P. P. Bickel, M. Posenblatt. Ann. Stat. 1, 6, 1973.
9. P. Holl. Journal of Multivariate Analysis. 14, 1984.



Т. Н. БАРБАКАДЗЕ

ОБ ИНВАРИАНТНОСТИ МИНИМУМА ПРИ ДЕФОРМАЦИЯХ  
 ГЛАДКИХ ФУНКЦИЙ

(Представлено академиком В. К. Чичинадзе 20.4.1989)

1. В работе [1] Н. А. Бобылевым была установлена следующая Теорема. Пусть функция  $f(x, \lambda)$  ( $x \in R^n$ ,  $0 \leq \lambda \leq 1$ ) непрерывна по совокупности переменных вместе с градиентом  $\nabla_x f(x, \lambda)$ . Пусть при каждом значении параметра  $\lambda \in [0, 1]$  функция  $f(x, \lambda)$  имеет единственную непрерывно зависящую от  $\lambda$  экстремаль  $x(\lambda)$ . Пусть точка  $x_0 = x(0)$  реализует локальный минимум функции  $f_0(x) = f(x, 0)$ . Тогда точка  $x_1 = x(1)$  реализует локальный минимум функции  $f_1(x) = f(x, 1)$ .

Эта теорема нашла многочисленные применения в различных областях анализа, оптимизации, теории устойчивости и т. д. В настоящей работе теорема Н. А. Бобылева обобщается на случай, когда при деформациях возможна неединственность экстремали. Такая ситуация естественно возникает при аппроксимации бесконечномерных задач с изолированными экстремалиями конечномерными задачами. Полученные в этой работе результаты применимы в теории устойчивости, в теории диссипативных систем, в задачах оптимизации.

2. Положим  $B(R) = \{x \in R^n : |x| \leq R\}$ . Зафиксируем положительные числа  $R_0, R_1, R_2$  так, что  $R_0 < R_1 < R_2$ . Пусть функция  $f(x, \lambda)$  и ее градиент  $\nabla_x f(x, \lambda)$  непрерывны на  $B(R_2) \times [0, 1]$  и выполняются следующие условия:

1. Все критические точки функции  $f(x, \lambda)$  лежат в шаре  $B(R_0)$ .
2.  $\min |\nabla f(x, \lambda)| \geq \alpha > 0$  ( $R_0 \leq |x| \leq R_1$ ;  $0 \leq \lambda \leq 1$ ).
3.  $\max |\nabla f(x, \lambda)| \leq M < \infty$  ( $|x| \leq R_2$ ;  $0 \leq \lambda \leq 1$ ),
4.  $f(0, \lambda) = 0$  ( $0 \leq \lambda \leq 1$ )

Теорема 1. Пусть выполнены следующие неравенства:

$$\alpha > M \frac{R_1 + R_0}{R_2 - R_1}, \tag{1}$$

$$R_0 \leq \frac{\alpha R_1}{M(2 + \epsilon) + \alpha}. \tag{2}$$

где  $\epsilon > 0$ . Пусть

$$\min_{|x|=R_1} f(x, 0) > MR_0.$$

Тогда

$$\min_{|x|=R_1} f(x, 1) > MR_0.$$

Доказательству теоремы предположим вспомогательную лемму.

Пусть функция  $f(x)$  и ее градиент  $\nabla f(x)$  непрерывны на  $R^n$ ,  $p(t, x)$  является решением дифференциального уравнения





$$\frac{dx}{dt} = -\nabla f(x) \quad (3)$$

с начальным условием  $p(0, x) = x$ .

Лемма 1. Пусть  $|\nabla f(x)| \geq \beta > 0$  ( $x \in D \subset R^n$ ) и  $p(t, x) \in D$  ( $0 \leq t \leq T$ ). Тогда

$$f(x) - f(p(T, x)) \geq \beta \cdot |x - p(T, x)|.$$

Доказательство. Рассмотрим функцию  $\varphi(t) = f(p(t, x))$ . Тогда

$$\varphi'(t) = (\nabla f(p(t, x)), p'(t, x)) = -|\nabla f(p(t, x))|^2.$$

Поэтому

$$\varphi(T) = \varphi(0) - \int_0^T |\nabla f(p(t, x))|^2 dt.$$

Перейдем в последнем интеграле к переменной  $s$ ,

$$s = \int_0^t p'(\tau, x) d\tau = \omega(t).$$

Тогда

$$\int_0^T |\nabla f(p(t, x))|^2 dt = \int_0^{S_T} |\nabla f(p(\omega^{-1}(s), x))| ds \leq \beta \cdot S_T, \quad (4)$$

где

$$S_T = \int_0^T p'(\tau, x) d\tau.$$

В силу (4)  $\varphi(T) \leq \varphi(0) - \beta S_T$  и  $f(x) - f(p(T, x)) \geq \beta \cdot |x - p(T, x)|$ . Лемма доказана.

Доказательство теоремы 1. Обозначим через  $\Lambda$  множество тех  $\lambda \in [0, 1]$ , для которых  $\min f(x, \lambda) > MR_0$  ( $|x| = R_1$ ). По условию теоремы множество  $\Lambda$  непусто. Кроме того, множество  $\Lambda$  открыто в  $[0, 1]$  — это следует из непрерывности функции  $f(x, \lambda)$  на  $B(R_2) \times [0, 1]$ . Покажем, что  $\Lambda$  замкнуто. Пусть  $\lambda_0 \in \Lambda$ . Обозначим через  $\mathfrak{M}$  множество тех  $x \in B(R_1)$ , для которых решение  $p(t, x)$  дифференциального уравнения

$$\frac{dx}{dt} = -\nabla f(x, \lambda_0) \quad (5)$$

с начальным условием  $p(0, x) = x$  лежит в открытом шаре  $\overset{\circ}{B}(R_2)$  при всех  $t \geq 0$ . Положим  $\mathfrak{N} = \{x : |x| \leq R_1, f(x, \lambda_0) \leq MR_0\}$ . Покажем, что при больших  $t$  выполнено включение  $p(t, x) \in \mathfrak{N}$ . Рассмотрим функцию  $\varphi(t) = f(p(t, x), \lambda_0)$ . Тогда

$$\varphi'(t) = -|\nabla f(p(t, x), \lambda_0)|^2. \quad (6)$$

Ясно, что если при некотором  $t_0$  выполнено включение  $p(t_0, x) \in \mathfrak{N}$ , то тогда при  $t > t_0$  выполнено включение  $p(t, x) \in \mathfrak{N}$ .

Пусть  $p(t, x) \notin \mathfrak{M}$  при  $t \in [0, T]$ . Тогда в силу включения  $B(R_0) \subset \mathfrak{M}$  свойства 2 и соотношения (6)  $\varphi'(t) \leq -\alpha^2$ . Из свойства 3 следует неравенство

$$|\varphi(t)| \leq MR_2. \quad (7)$$

Поэтому

$$\varphi(T) = \varphi(0) + \int_0^T \varphi'(s) ds \leq MR_2 - \alpha^2 T. \quad (8)$$

С другой стороны, из (7) следует оценка

$$\varphi(t) \geq -MR_2. \quad (9)$$

Из (8) и (9) следует, что

$$T \leq \frac{2MR_2}{\alpha^2}. \quad (10)$$

Таким образом, если  $t > 2MR_2/\alpha^2$ , то  $p(t, x) \in \mathfrak{M}$ . из равномерной оценки (10) и непрерывной зависимости решений уравнения (5) от начальных условий вытекает открытость множества  $\mathfrak{M}$ . Покажем, что  $\mathfrak{M}$  замкнуто в  $B(R_1)$ . Предположим противное. Тогда найдется последовательность точек  $x_n \in \mathfrak{M}$  таких, что  $x_n \rightarrow x_0$  и  $x_0 \notin \mathfrak{M}$ . Траектория  $p(t, x_0)$  выходит на границу шара  $B(R_2)$  (в противном случае она при  $t > 2MR_2/\alpha^2$  лежит в  $\mathfrak{M}$  и тогда  $x_0 \in \mathfrak{M}$ ). Рассмотрим точку  $p(t_*, x_n)$  траектории  $p(t, x_n)$  где  $t_* = (2MR_2/\alpha^2) + 1$ . Тогда  $f(p(t_*, x_n), \lambda_0) \geq -MR_0$ . В силу леммы 1 и условия 2 для любого  $\varepsilon_1 > 0$  при больших  $n$  выполнены оценки

$$\begin{aligned} f(x_n, \lambda_0) &\geq f(p(t_*, x_n), \lambda_0) + 2\alpha(R_2 - R_1 - \varepsilon_1) \geq \\ &\geq -MR_0 + 2\alpha(R_2 - R_1 - \varepsilon_1). \end{aligned} \quad (11)$$

В силу условия 3 и неравенства (11)

$$MR_1 \geq f(x_n, \lambda_0) \geq -MR_0 + 2\alpha(R_2 - R_1 - \varepsilon_1).$$

Положим  $\varepsilon_1 = (R_2 - R_1)/2$ . Тогда

$$\alpha \leq \frac{R_1 + R_0}{R_2 - R_1} \cdot M. \quad (12)$$

Неравенство (12) противоречит (1). Таким образом, множество  $\mathfrak{M}$  замкнуто в  $B(R_1)$ . Поэтому  $\mathfrak{M} = B(R_1)$ .

Перейдем к доказательству замкнутости множества  $\Lambda$ .

Предположим, что  $\Lambda$  не замкнуто. Тогда найдется последовательность точек  $\lambda_n \in \Lambda$ ,  $\lambda_n \rightarrow \lambda_0$  и  $\lambda_0 \notin \Lambda$ . Рассмотрим точку  $x \in \partial B(R_1)$ . Тогда из непрерывности  $f(x, \lambda)$  по совокупности переменных следует, что

$$f(x, \lambda_n) \rightarrow f(x, \lambda_0). \quad (13)$$

Поскольку  $\lambda_n \in \Lambda$ , то  $f(x, \lambda_n) > MR_0$ . Так как  $\lambda_0 \notin \Lambda$ , то  $f(x, \lambda_0) \leq MR_0$ . В этих условиях соотношение (13) возможно только при

$$f(x, \lambda_0) = MR_0. \quad (14)$$

С другой стороны,

$$f(x, \lambda_0) \geq -MR_0 + \alpha(R_1 - R_0). \quad (15)$$

Из оценки (2) и неравенства (15) следует  $f(x, \lambda_0) \geq (1+\epsilon) \cdot MR_0 > MR_0$ . Последнее неравенство противоречит равенству (14). Таким образом,  $\Lambda$  замкнуто

Итак, множество  $\Lambda$  непусто, открыто и замкнуто. Из этого следует, что  $\Lambda = [0, 1]$ .

Теорема доказана.

Институт проблем управления  
 (автоматики и телемеханики)  
 Москва

(Поступило 21.4.1989)

მათემატიკა

თ. ბარბაკაძე

გლუვი ფუნქციის მინიმუმის ინვარიანტობა დეფორმაციის დროს

რეზიუმე

დამტკიცებულია გლუვი ფუნქციის მინიმუმის ინვარიანტობა დეფორმაციის დროს, როდესაც შესაძლებელია აღნიშნულ ფუნქციას ჰქონდეს რამდენიმე ექსტრემალური წერტილი.

MATHEMATICS

T. N. BARBAKADZE

ABOUT STABILITY OF THE MINIMUM OF SMOOTH FUNCTIONS  
 DURING DEFORMATIONS

Summary

The deformational stability of minimum values of smooth functions is proved, when the extremum point may be non-unique.

ლიტერატურა -- ЛИТЕРАТУРА -- REFERENCES

1. Н. А. Еобылев. Автоматика и телемеханика, № 7, 1981, 11—18.



Ф. А. ДВАЛИШВИЛИ

О НЕПРЕРЫВНОСТИ МИНИМУМА ФУНКЦИОНАЛА В  
 НЕЛИНЕЙНОЙ ЗАДАЧЕ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ  
 С РАСПРЕДЕЛЕННЫМ ЗАПАЗДЫВАНИЕМ

(Представлено академиком Г. Л. Харатишвили 5.4.1989)

В работе для оптимальной задачи с распределенным запаздыванием в фазовых координатах и переменным запаздыванием в управлениях приведены теоремы о непрерывности минимума интегрального функционала от возмущений начальных данных. Малость возмущений правой части дифференциального уравнения и подинтегральной функции функционала понимаются в интегральной топологии [1, 2].

Рассмотрим оптимальную задачу

$$\dot{x}(t) = \int_{-\sigma}^0 f_0(t, x(t+s), u(t), u(\Theta(t))) ds \quad t \in [0, T], \quad T \in I = [0, T_0],$$

$$u(\cdot) \in \Omega([0, T_0], U) \tag{1}$$

$$x(t) = \varphi(t) \quad t \in [-\sigma, 0], \quad x(0) = x_0, \quad x(T) = x_1, \tag{2}$$

$$I(z) = \int_0^T \left\{ \int_{-\sigma}^0 f_0(t, x(t+s), u(t), u(\Theta(t))) ds \right\} dt \rightarrow \min \tag{3}$$

где  $F_0 = (f_0, f)$  — функция Каратеодори на  $I \times 0 \times U^2$ , удовлетворяющая условиям: для  $\forall$  компакта  $K \subset 0 \exists m_K(\cdot), L_K(\cdot) \in L_1(I, R), R^1 = [0, \infty[$  что  $|F_0(t, x, u, v)| \leq m_K(t), \forall (t, x, u, v) \in I \times K \times U^2, f_0(t, x', u, v) - f_0(t, x'', u, v) \leq L_K(t) |x' - x''|, \forall (t, x', x'', u, v) \in I \times K^2 \times U^2, 0 \subset R^n$  — открытое множество;  $U \subset R^r$  — компактное множество;  $\sigma > 0; x_0, x_1 \in 0; \Theta_0 = \Theta(0); \Theta(t), t \in [0, T]$  — абсолютно непрерывная функция, удовлетворяющая условиям:  $\Theta(t) \leq t, \dot{\Theta}(t) > 0; \Omega(I_0, U)$  — множество измеримых функций  $u: I_0 \rightarrow U; \varphi_0(t) \in 0, t \in [-\sigma, 0]$  — непрерывная функция.

Определение 1. Элемент  $z = (T, x(\cdot), u(\cdot)), u(\cdot) \in \Omega([0, T_0], U)$ , будем называть допустимым, если выполняются условия:

- 1) функция  $x(t) \in 0, t \in [-\sigma, 0]$  удовлетворяет условиям (2) и на отрезке  $[0, T]$  она абсолютно-непрерывна,
- 2) пара  $(x(\cdot), u(\cdot))$  почти всюду на  $[0, T]$  удовлетворяет системе (1).

Множество допустимых элементов обозначим через  $\Delta$ .

Определение 2. Элемент  $\tilde{z} = (\tilde{T}, \tilde{x}(\cdot), \tilde{u}(\cdot))$  называется решением оптимальной задачи (1)–(3), если  $I(\tilde{z}) = \tilde{I} = \inf_{z \in \Delta} I(z)$ .



Прежде чем сформулировать основную теорему, введем множество  $P_{F_0}(t, x(\cdot))$ .

Разобьем отрезок  $[\Theta_0, T_0]$  на частичные отрезки  $I^i = [t_i, t_{i+1}]$ ,  $i = -1, 0, \dots, m$ ,  $t_0 = 0$ ,  $t_{m+1} = T_0$ ,  $t_i = \Theta(t_{i+1})$ ,  $i = -1, 0, \dots, m-1$ .

$$P_{F_0}(t, x(\cdot)) = \left\{ \begin{pmatrix} F_0(t, x(\cdot), u_0, u_{-1}) \\ \rho(t) F_0(\rho(t), x(\cdot), u_1, u_0) \\ \rho^{(2)}(t) F_0(\rho^{(2)}(t), x(\cdot), u_2, u_1) \\ \dots \\ \rho^{(m)}(t) F_0(\rho^{(m)}(t), x(\cdot), u_m, u_{m-1}) \end{pmatrix} \mid (u_{-1}, u_0, \dots, u_m) \in U^{m+2} \right\}$$

$t \in I_0 = [0, \rho(0)]$ ,  $x(\cdot) \in E$  — множество функций  $x: [-\sigma, T_0] \rightarrow 0$  непрерывных на  $[-\sigma, 0] \cup [0, T_0]$  и имеющих разрыв первого рода в точке  $t=0$ ;  $\rho(t)$  — обратная функция функций  $\Theta(t)$ ,  $\rho^{(i)}(t) = \rho(\rho^{(i-1)}(t))$ ,  $\rho^{(0)}(t) = t$ ,  $\rho^{(1)}(t) = \rho(t)$ . Мы предполагаем, что  $\rho(t) = T_0$  при  $t \geq \Theta(T_0)$ ;  $F_0(t, x, u, v) =$

$$= \int_{-\sigma}^0 F(t, x(t+s), u, v) ds.$$

**Теорема 1.** Пусть выполняются условия:

1)  $\Delta \neq \emptyset$ ,

2) для  $\forall u(\cdot) \in \Omega(I \cup \{0\}, U)$  соответствующее решение  $x(t, u(\cdot))$  уравнения (2) определено на  $I$  и  $\exists K \subset 0$  компактное множество, что  $x(t, u(\cdot)) \in K$ ,

3) множество  $P_{F_0}(t, x(\cdot))$  выпукло для каждого  $(t, x) \in [0, \rho(0)] \times E$ .

Тогда для  $\forall \varepsilon > 0 \exists \delta = \delta(\varepsilon)$  такое, что для  $\forall (\Phi_\delta, F_\delta): \|\Phi_0 - \Phi_\delta\| + \|F_\delta\|_0 < \delta$ , возмущенная задача:

$$\dot{x}(t) = \int_{-\sigma}^0 [f_0(t, x(t+s), u(t), u(\Theta(t))) + f_\delta(t, x(t+s))] ds$$

$$x(t) = \Phi_\delta(t) \quad t \in [-\sigma, 0], \quad x(0) \in V_{x_0, \delta}, \quad x(T) \in V_{x_1, \varepsilon}$$

$$I(z, \delta) = \int_0^T \left\{ \int_{-\sigma}^0 [f_0^0(t, x(t+s), u(t), u(\Theta(t))) + f_\delta^0(t, x(t+s))] ds \right\} dt \rightarrow \min$$

имеет решение  $\tilde{z}_\delta$  и  $\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} I(\tilde{z}_\delta, \delta) = \tilde{I}$ .

Здесь  $\|\Phi_0 - \Phi_\delta\| = \max_{t \in I} |\Phi_0(t) - \Phi_\delta(t)|$ ,  $\Phi_\delta: I \rightarrow 0$  — непрерывная функ-

ция,  $\|F_\delta\|_0 = \max_{(t, x) \in I \times K_0} \left| \int_0^t F_\delta(s, x) ds \right|$ ; функций Каратеодори  $F_\delta(t, x) = (f_\delta^0, \tilde{f}_\delta)$ ,

$(t, x) \in I \times 0$  удовлетворяют условиям

$$|F_\delta(t, x)| \leq m_{F_\delta}(t), \quad \forall (t, x) \in I \times K_0, \quad |F_\delta(t, x') - F_\delta(t, x'')| \leq L_{F_\delta}(t) |x' - x''|,$$

$$\forall (t, x', x'') \in I \times K_0^2, \quad m_{F_\delta}, L_{F_\delta} \in L_1(I, R_+^1),$$

$$\int_J (m_{F_\delta}(t) + L_{F_\delta}(t)) dt \leq c_0;$$

$V_{x, \varepsilon} - \varepsilon$  — окрестность точки  $x$ ;  $K_0 \subset 0$  — компакт содержит некоторую окрестность множества  $K$ .

**Теорема 2.** Пусть выполняются условия теоремы 1. Тогда для  $V_\varepsilon > 0 \exists \delta = \delta(\varepsilon)$ , что для  $\forall (\varphi_\delta, F_\delta)$ , удовлетворяющих условиям  $\|\varphi_0 - \varphi_\delta\| + \|F_\delta\|_1 \leq \delta$ , множество  $P_{F_0 + F_\delta}(t, x(\cdot))$  выпукло, возмущенная задача:

$$\dot{x}(t) = \int_{-\sigma}^0 [f_0(t, x(t+s), u(t), u(\Theta(t))) + f_\delta(t, x(t+s), u(t), u(\Theta(t)))] ds$$

$$x(t) = \varphi_\delta(t) \quad t \in [-\delta, 0], \quad x(0) \in V_{x_0, \delta}, \quad x(T) = V_{x_1, \varepsilon}$$

$$I(z, \delta) = \int_0^T \left\{ \int_{-\sigma}^0 [f_0(t, x(t+s), u(t), u(\Theta(t))) + f_\delta(t, x(t+s), u(t), u(\Theta(t)))] ds \right\} dt \rightarrow \min$$

имет решение  $\tilde{z}_\delta$  и  $\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} I(\tilde{z}_\delta, \delta) = \tilde{I}$ .

Здесь  $\|F_\delta\|_1 = \int_J \max_{(x, u, v \in K_0 \times U^2)} |F_\delta(t, x, u, v)| dt$ ; функций Каратеодори

$F_\delta(t, x) = (f_0^\delta, f_\delta)$ ,  $(t, x, u, v) \in I \times K_0 \times U^2$  удовлетворяют условиям

$$|f_\delta(t, x, u, v)| \leq m_{F_\delta}(t), \quad \forall (t, x, u, v) \in I \times K_0 \times U^2:$$

$$|f_\delta(t, x', u, v) - f_\delta(t, x'', u, v)| \leq L_{F_\delta}(t) |x' - x''|$$

$$\forall (t, x', x'', u, v) \in I \times K_0^2 \times U^2; \int_J L_{F_\delta}(t) dt \leq \text{const.}$$

Теоремы 1, 2 доказываются способом, изложенным в [3].

**Замечание 1.** Если  $f_0(t, x, u, v) = A_0(t, x) + B_0(t, x)u + c_0(t, x)v$ ,  $U$  — выпуклое множество,  $f_0^\delta$  — выпуклая по  $(u, v)$  функция, то теорема 1 справедлива без предположения 3), а в теореме 2 в качестве возмущений следует брать  $f_\delta = A_\delta(t, x) + B_\delta(t, x)u + c_\delta(t, x)v$  и выпуклая по  $(u, v)$  функция  $f_\delta(t, x, u, v)$ .

**Замечание 2.** Теоремы 1, 2 справедливы и в том случае, когда в управлениях имеются несколько запаздываний  $\Theta_i(t)$ ,  $i=1, \dots, \nu$ , которые удовлетворяют условию соизмеримости, т. е. абсолютно-непрерывная функция  $\Theta(t)$ , что  $\Theta_i(t) = \Theta^{(k_i)}(t)$ ,  $t \in [0, T_0]$ ,  $i=1, \dots, \nu$ ;  $k_\nu \geq \dots \geq k_1 \geq 0$  — натуральные числа.

**Замечание 3.** Если в задаче (1)–(3) момент  $T$  фиксирован,  $K = V_{0, \alpha}$ ,  $K_0 = V_{0, \beta}$ ,  $\beta > \alpha$ ,  $|f_0(t, x, u, v)| \leq \gamma \forall (t, x, u, v) \in I \times 0 \times U^2$ ,  $|\varphi_0(t') - \varphi_0(t'')| \leq \gamma_0 |t' - t''| \forall t', t'' \in [-\sigma, 0]$  тогда для  $\forall \varepsilon \in [0, \varepsilon_1]$ ,  $\varepsilon_1 = \beta - \alpha$  в качестве  $\delta$  можно брать число

$$\delta(\varepsilon) = \varepsilon/2 (1 + A\sigma + k\sigma) \exp(A\sigma),$$

где

$$k = \left[ \frac{4c_0(\gamma\sigma + \alpha T)}{\varepsilon} \left( 1 + \frac{\pi}{2(\varepsilon_1 - \varepsilon)} \right) \exp(A\sigma) \right] + 1$$

$$A = c_0 + \int_j L_f, V_{0,\beta}(t) dt + \frac{\pi\gamma T}{2(\epsilon_1 - \epsilon)} + \frac{\pi c_0}{2(\epsilon_1 - \epsilon)}, \quad \widehat{\gamma} = T \cdot \max(\gamma_0, \gamma\sigma)$$

[k]—целая часть числа k.

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

(Поступило 6.4.1989)

მათემატიკა

ფ. დვალისვილი

ფუნქციონალის მინიმუმის უწყვეტობის შესახებ განაწილებული  
 დაგვიანების შემცველ არაწრფივ ოპტიმალურ ამოცანებში

რეზიუმე

ოპტიმალური ამოცანისათვის, რომელიც შეიცავს ფიზიკურ კოორდინატებში განაწილებულ, ხოლო მართვებში ცვლად დაგვიანებებს, მოყვანილია თეორემები ფუნქციონალის მინიმუმის საწყის მონაცემებზე უწყვეტად დამოკიდებულების შესახებ. დიფერენციალური განტოლების მარჯვენა მხარის და ფუნქციონალის ინტეგრალქვეშა ფუნქციის შემფოთება მცირეა ინტეგრალურ ტოპოლოგიაში.

MATHEMATICS

F. A. DVALISHVILI

## ON THE CONTINUITY OF A FUNCTIONAL MINIMUM IN NONLINEAR OPTIMAL PROBLEMS WITH A DISTRIBUTED DELAY

Summary

For the optimal problem with a distributed delay in phase coordinates and a variable delay in controls, the theorems are given on the continuous dependence of a functional minimum on the initial data. The perturbation of the right-hand side of a differential equation and integrand function of a functional is small in integral topology.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. P. B. Гамкрелидзе, Г. Л. Харатишвили. Изв. АН СССР, серия мат., 1969, 33, № 4, 781—839.
2. P. B. Гамкрелидзе. Основы оптимального управления. Тбилиси, 1977.
3. Т. А. Тәдүмадзә. Некоторые вопросы качественной теории оптимального управления. Тбилиси, 1983.



Г. Н. ХИМШИАШВИЛИ

## О СЮРЪЕКТИВНОСТИ НЕЛИНЕЙНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ БАНАХОВЫХ ПРОСТРАНСТВ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 15.4.1989)

1. Как известно, вопросы о сюръективности нелинейных преобразований, будучи тесно связаны с существованием неподвижных точек и разрешимостью систем уравнений, часто возникают в нелинейном анализе [1]. Важным примером такого рода является случай нелинейного преобразования  $f: E \rightarrow E$  вещественного или комплексного банахова пространства  $E$ , причем (как, например, для гладкого  $f$  со всюду обратимой производной, примеры чему есть в п. 3) известна локальная гомеоморфность  $f$  и требуется установить глобальную гомеоморфность или хотя бы сюръективность  $f$ .

В конечномерном случае одно из простейших достаточных условий сюръективности дает известная теорема Адамара [1]: если  $f: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^n$  — локальный гомеоморфизм, удовлетворяющий условию Адамара, то есть  $|f(x)| \rightarrow \infty$  при  $|x| \rightarrow \infty$ , то  $f$  — гомеоморфизм.

В бесконечномерном случае пример диффеоморфизма Бессаги  $F: E \rightarrow E \setminus \{0\}$  полностью дискредитирует прямые аналоги этого результата [2]. Более того, как показано в [3, 4], диффеоморфизмы могут удалять весьма обширные подмножества, и, как несложно проверить, конструкция из [4] обеспечивает выполнение условия Адамара. Камень преткновения здесь представляет собой именно сюръективность  $f$ , так как при ее наличии остается пригодным обычное доказательство однолиственности в теореме Адамара, использующее лишь односвязность образа [1].

В связи с этим возникает ряд естественных и уже нашедших отражение в литературе [2, 3] вопросов о дополнительных условиях, гарантирующих сюръективность в теореме Адамара. Одно из возможных обобщений в духе теории квазиконформных отображений недавно предложено В. А. Зоричем [5]. Есть и другие аспекты, в частности, вопрос о существовании аналитического диффеоморфизма Бессаги [2], эквивалентный, по сути, вопросу о сюръективности для аналитического преобразования указанного вида.

В данной заметке приводятся два новых обобщения теоремы Адамара и некоторые родственные им аспекты известной «проблемы якобиана» [6]. При этом устанавливаются невозможность построения полиномиального диффеоморфизма Бессаги и свойство сюръективности в проблеме якобиана для двух переменных. Последний факт в ряде частных случаев установлен в [6, 7], а в общем случае сформулирован в монографии [8] в качестве актуальной гипотезы.

2. Пусть  $E$  — комплексное сепарабельное гильбертово пространство. Напомним, что полиномом на  $E$  принято называть конечную линейную комбинацию однородных форм со значениями в произвольном линейном пространстве. Отображение называют аналитическим, если оно локально представимо в виде сходящегося по норме ряда из полиномов. Свойства таких отображений подробно изучены, например, в [1].





Для доказательства теоремы остается заметить, что множество из леммы 2 является границей образа  $f(C^2)$  в  $C^2$ . Поэтому предположение о несовпадении  $f(C^2)$  с  $C^2$ , ввиду открытости голоморфного отображения, приводит к противоречию по размерностным соображениям.

З а м е ч а н и е 3. Используя обычную схему доказательства теоремы Адамара, можно показать, что однолиственность следует из собственности отображения  $f$ . Для многих «малочленных» полиномов собственность можно установить, проверяя условие Адамара (которое, ввиду компактности множества направлений в конечномерном случае, достаточно проверять вдоль каждого луча).

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

(Поступило 28.4.1983)

მათემატიკა

ბ. ხიმშიაშვილი

ბანახის სივრცეების არაწრფივ ასახვათა სურექტიულობის შესახებ

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ ე. ადამარის ცნობილი თეორემა ინარჩუნებს სამართლიანობას უსასრულოგანზომილებიან ბანახის სივრცეთა პოლინომიური და პოლიმორფული ასახვებისათვის. განხილულია აგრეთვე ზოგიერთი ახლო პრობლემა, კერძოდ, დადგენილია სურექტიულობა იაკობიანის ორგანზომილებიან პრობლემაში.

MATHEMATICS

G. N. KHIMSHIASHVILI

## ON THE SURJECTIVITY OF NONLINEAR TRANSFORMATIONS OF BANACH SPACES

Summary

It is indicated that the well-known surjectivity theorem of J. Adamar remains valid for polynomial and etale analytic self-mappings of infinite dimensional Banach spaces. Some related results are discussed and the surjectivity property in the two-dimensional "jacobian problem" is established.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. Ниренберг. Лекции по нелинейному функциональному анализу. М., 1977.
2. C. Bessaga. Bull. Acad. Polon. Sci., 14, № 1, 1966.
3. N. Moulis. Lecture Notes in Math., 259, 1972.
4. Г. Н. Химшиашвили. Сообщения АН ГССР, 92, № 1, 1978.
5. В. А. Зорич. Тезисы всесоюзной конференции по геометрической теории функций. Новосибирск, 1988.
6. H. Bass, E. Connell, D. Wright. Bull. Amer. Math. Soc., 7, № 2, 1982.
7. A. Magnus. Math. Scand., 3, 1955.
8. У. Рудин. Теория функций в единичном шаре из  $C^k$ . М., 1984.

М. Р. ТЕТРУАШВИЛИ

## ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ СЛОЖНОСТЬ РАЗРЕШИМОСТИ КЛАССА ФОРМУЛ БЕСКВАНТОРНОЙ ТЕОРИИ МНОЖЕСТВ С ОПЕРАТОРОМ СТЕПЕНИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Х. Н. Инасаридзе 22.3.1989)

Язык бескванторной теории множеств, содержащий символы  $\emptyset$ ,  $\cup$ ,  $\cap$ ,  $\setminus$ ;  $=$ ,  $\in$ , обозначается через *MLS*. *MLSSP*—язык, полученный расширением языка *MLS* одноместными функциональными символами  $\{ \}$  и *row* ( $\{a\}$  интерпретируется как одноэлементное множество, а *row* ( $A$ )—как степень множества  $A$ , т. е. множество всех подмножеств  $A$ ) [1]. Легко видеть, что проблема истинности для языка *MLSSP* сводится к проблеме выполнимости конъюнкций литералов видов  $(=) x=y \cup z$ ,  $x=y \cap z$ ,  $x=y \setminus z$ ,  $(\neq) x \neq y$ ,  $(\in, \notin) x \in y$ ,  $x \notin y$ ,  $(\{ \}) u=\{v\}$ ,  $(row) p=row(q)$ .

Пусть  $P_1$ —класс формул языка *MLSSP*, содержащих не более одного вхождения как символа  $\{ \}$ , так и символа *row*, и пусть  $\varphi \in P_1$ . Можем предположить, что  $\varphi$ —конъюнкция литералов видов  $(=)$ — $(row)$ . Для удобства считаем также, что  $\varphi$ —множество тех литералов, из которых состоит  $\varphi$ . Ясно, что  $\varphi$  выполнима тогда и только тогда, когда одно из следующих формул выполнимо:

$$|q| \leq 1 \ \& \ \varphi, \quad (1)$$

$$|q| > 1 \ \& \ \varphi. \quad (2)$$

(Записи  $|q| \leq 1$  и  $|q| > 1$  указывают лишь на требование, накладываемое на мощность  $|q|$  множества  $q$  при интерпретации  $\varphi$ ).

Выполнимость (1) эквивалентна выполнимости формулы  $(\varphi_0 \ \& \ q = \emptyset) \ \& \ (p = \{\emptyset\}) \vee (\varphi_0 \ \& \ q = \{a\} \ \& \ p = \{\emptyset\} \cup \{\{a\}\})$ , выполнимость которой распознается с линейной емкостью [2],  $\varphi_0 = \varphi \setminus \{p = row(q)\}$ ,  $a$ —новая переменная.

Формула (2) выполнима тогда и только тогда, когда выполнима одна из следующих формул:

$$|q| > 1 \ \& \ \varphi \ \& \ \neg(p \subseteq \{v\}). \quad (3)$$

$$|q| > 1 \ \& \ \varphi \ \& \ p \subseteq \{v\} \quad (4)$$

Выполнимость (3) эквивалентна выполнимости формулы

$$|q| > 1 \ \& \ \varphi \ \& \ q^* \in q \ \& \ q^* \notin p \ \& \ q^* \neq v, \quad (5)$$

где  $q^*$ —новая переменная. Для каждой переменной  $x$  формулы (5) добавим ей формулу

$$x' = x \setminus q \ \& \ [(x' = \emptyset \ \& \ x \in p) \vee (x' \notin p \ \& \ x \notin p)] \quad (6)$$

в качестве сомножителя, где  $x'$ —соответствующая  $x$  новая переменная. Получим формулу  $\varphi'$ .

Пусть  $P(x, x_1, \dots, x_m, y)$  обозначает формулу

$$\bigvee_{\langle j_1, \dots, j_l \rangle \in P^m} (x \in x_{j_1} \ \& \ x_{j_1} \in x_{j_2} \ \& \ \dots \ \& \ x_{j_l} \in y),$$

где  $I^{(m)} = \{(j_1, \dots, j_t) : \{j_1, \dots, j_t\} \subseteq \{1, \dots, m\} \& (1 \leq i_1 < i_2 \leq t \rightarrow j_{i_1} \neq j_{i_2})\}$ . Опустим в формуле  $\varphi'$  литерал  $p = \rho \circ \omega(q)$  и запись  $|q| > 1$ , а затем добавим ей в качестве множителя формулу

$$p^* \in p \& p^* \setminus q = \emptyset \& p^* \neq v \& \bigwedge P(p^*, x_1, \dots, x_x, q),$$

где  $x_1, \dots, x_x$  суть все переменные формулы  $\varphi'$ , а  $p^*$  — новая переменная. Получим формулу  $\varphi''$  языка *MLSS*. Ясно, что если формула (3) выполнима, то и  $\varphi''$  выполнима. Обратное также справедливо [1].

Теперь займемся формулой (4). Введем новые переменные  $a_0, a_1, d_0, d_1, d_2, d_3$ , опустим литерал  $p = \rho \circ \omega(q)$  и запись  $|q| > 1$ , заменим  $q \setminus p \subseteq \{v\}$  дизъюнкцией  $(q \setminus p = a_0) \vee (q \setminus p = a_1)$  и добавим формуле (4) формулу

$$a_0 = \emptyset \& a_1 = u \& d_0 = \emptyset \& d_1 = \{a_0\} \& d_2 = \{a_1\} \& d_3 = d_1 \cup d_2.$$

$\Phi_1$  — полученная формула. Для каждой переменной  $x$  в  $\Phi_1$  добавим ей формулы вида (6). Далее для каждой переменной  $z$  из полученной т. о. формулы  $\Phi_2$  добавим ей следующие формулы в качестве множителей:

$$\begin{aligned} & q^* \in q \& q^* \in p \& q^* \neq v \& q^* \setminus q = \emptyset \& (q^* = a_0 \vee q^* = a_1) \& \\ & \& [(z \cap p = d_0 \vee z \cap p = d_1 \vee z \cap p = d_2 \vee z \cap p = d_3) \vee \bigwedge P(z, x_1, \dots, x_x, q^*)], \\ & p^* \in p \& p^* \setminus q = \emptyset \& p^* \neq v \& \bigwedge P(p^*, x_1, \dots, x_x, q^*), \end{aligned}$$

где  $x_1, \dots, x_x$  — все переменные формулы  $\Phi_2$ , а  $p^*$  и  $q^*$  — новые переменные. Выполнимость полученной формулы  $\Phi_3$  распознается с линейной емкостью [2]. Нетрудно убедиться, что если формула (4) выполнима, то выполнима и  $\Phi_3$ . Обратное также справедливо [1].

Ясно, что

$$\bigwedge P(x, x_1, \dots, x_m, y) \leftrightarrow \bigwedge_{(j_1, \dots, j_t) \in I^{(m)}} (x \in x_{j_1} \vee x_{j_1} \notin x_{j_2} \vee \dots \vee x_{j_t} \notin y).$$

Дизъюнктивная нормальная форма (д. н. ф.)  $\Delta(x, x_1, \dots, x_m, y)$  этой формулы состоит из не более чем  $m^{m^2}$  слагаемых и  $2^m < |I^{(m)}| < m^m$ .

Множество  $I^{(m)}$  линейно упорядочено естественным образом (по числу  $t$  элементов в  $\{j_1, \dots, j_t\}$  и лексикографически для данного числа  $t$  элементов. Если  $\nu$  — номер системы  $\{j_1, \dots, j_t\} \in I^{(m)}$ , то считаем, что дизъюнкция  $x \in x_{j_1} \vee x_{j_1} \notin x_{j_2} \vee \dots \vee x_{j_t} \notin y$  — множество  $M_\nu$  литералов, упорядоченное по порядку системы  $\{j_1, \dots, j_t\}$ .  $m_\nu$  — его последний элемент.

Формула  $\Phi_2$  равносильна дизъюнкции  $D$  формул вида

$$\mathbf{H} \& \Delta(z_1, x_1, \dots, x_x, q^*) \& \dots \& \Delta(z_k, x_1, \dots, x_x, q^*) \& \Delta(p^*, x_1, \dots, x_x, q^*, q), \quad (7)$$

где  $k \leq x$ ,  $\mathbf{H}$  — конъюнкция литералов вида  $(=)$ ,  $(\neq)$ ,  $(\in)$ ,  $(\notin)$  с длиной  $\delta(\mathbf{H}) \leq \text{const} [\delta(\varphi)]^2$ , а число слагаемых в дизъюнкции  $D$  не превосходит  $2^x$ . Поэтому формула  $\Phi_3$  выполнима тогда и только тогда, когда выполнено одно из слагаемых вида (7) дизъюнкции  $D$ . Следовательно, для проверки выполнимости формулы  $\Phi_3$  достаточно проверить выполнимость всех конъюнкций вида (7) из  $D$ . Но каждая  $\Delta$  в (7) сама является д. н. формой и поэтому проверка выполнимости одной формулы вида (7) требует проверку выполнимости „большого“ числа конъюнкций литералов, на которые разлагается формула вида (7), представив ее в д. н. ф.

Число всевозможных упорядоченных пар, составленных из переменных  $z, x_1, \dots, x_x, q^*$  меньше чем  $(x+2)^2$ . Поэтому хотя число всех множителей в конъюнкции  $K$  д. н. формы  $\Delta(z, x_1, \dots, x_x, q^*)$  больше чем  $2^x$ , число ее различных множителей меньше чем  $(x+2)^2$ . Аналогично об-

стоит дело с  $\neg P(p^*, x_1, \dots, x_x, q^*, q)$  и  $\Delta(p^*, x_1, \dots, x_x, q^*, q)$ . Отсюда следует, что с точки зрения сложности вычислений естественно оперировать сокращенным видом конъюнкции. Но для того, чтобы по данной конъюнкции из  $\Delta$  выписать непосредственно следующую конъюнкцию и при этом перебрать все конъюнкции из  $\Delta$ , необходимо хранить какую-то, хоть и неполную, информацию о невыписанных повторяющихся сомножителях сокращенных конъюнкций.

Удалим из конъюнкции  $K$  повторяющиеся литералы и запишем полученную конъюнкцию  $\lambda_1 \& \dots \& \lambda_r$  так:

$$\lambda_1 \mathcal{Q}_1 \lambda_2 \mathcal{Q}_2 \dots \lambda_i \mathcal{Q}_i \lambda_{i+1} \dots \mathcal{Q}_r \lambda_r, \quad (8)$$

где  $\mathcal{Q}_i$  — двоичная запись числа тех литералов из конъюнкции  $K$ , которые повторяют литералы  $\lambda_1, \dots, \lambda_i$  и поэтому не выписаны между  $\lambda_i$  и  $\lambda_{i+1}$ ,  $i \leq r$ . ( $\mathcal{Q}_{r+1}$  — пустой символ). Ясно, что длина двоичной записи  $\mathcal{Q}_i$  меньше чем  $x \cdot \log_2 x$ . Поэтому длина записи (8) меньше чем  $sx^3 \log_2 x$ .

**Основная лемма.** Существует алгоритм  $\mathfrak{A}$ , который для любой системы переменных  $z, x_1, \dots, x_x, q^*$  или  $p^*, x_1, \dots, x_x, q^*, q$  и по любому номеру  $\mu$  конъюнкции из д. н. ф.  $\Delta(z, x_1, \dots, x_x, q^*)$  или  $\Delta(p^*, x_1, \dots, x_x, q^*, q)$  с емкостью  $sx^3 \log_2 x$  выдает эту конъюнкцию  $K_\mu$  в виде (8), а также определяет в полном виде (непоследней) конъюнкции  $K_\mu$  первый справа номер  $v_0$  литерала конъюнкции  $K_\mu$ , отличного от  $m_{v_0}$ .

**Теорема.** Существует алгоритм, который для любой формулы  $\varphi$  языка  $MLSSP$ , содержащей не более одного вхождения как символа  $\{ \}$ , так и символа  $row$ , определяет ее истинность с емкостью  $sn^3 \log_2 n$ ,  $n = d(\varphi)$ .

**Доказательство.** Достаточно описать работу алгоритма для проверки выполнимости формул вида (7). Число сомножителей в конъюнкции (7) не превосходит  $2x$ ,  $x \leq 3d(\varphi)$ . Но каждая формула  $\Delta$  в (7) есть д. н. ф. Поэтому проверка выполнимости данной формулы вида (7) требует проверки выполнимости всех конъюнкций литералов, на которые разбилась бы формула вида (7), представив ее в д. н. ф. Используя алгоритм  $\mathfrak{A}$  для каждого  $\Delta$  из (7) и для каждого номера  $\mu$  конъюнкции из  $\Delta$ , выписывается с емкостью  $sx^3 \log_2 x$  конъюнкция из д. н. ф.  $\Delta$  с номером  $\mu$  в виде (8), составляется соответствующая конъюнкция  $K$  литералов, выполнимость которой проверяется с линейной емкостью [2]. Точнее: для каждой системы номеров  $(\mu_1, \dots, \mu_k)$ ,  $k \leq x$ , конъюнкций из д. н. форм  $\Delta$  формулы (7) последовательно выписываются с помощью алгоритма  $\mathfrak{A}$  соответствующие конъюнкции  $K_{\mu_1}, \dots, K_{\mu_k}$  в виде (8). Т. к.  $\mu_i < x^2$ , то длина двоичной записи числа  $\mu_i$  не превосходит  $x^2 \log_2 x$ ,  $i \leq k \leq x$ , а всей системы  $(\mu_1, \dots, \mu_k)$  —  $x^3 \log_2 x$ .

Легко видеть, что если для работы алгоритма  $\mathfrak{A}$  было существенно сохранить некоторую информацию о повторяющихся литералах в конъюнкции из  $\Delta$ , то для выдачи отдельных конъюнкций  $K$ , на которые разбивается формула вида (7), достаточно иметь лишь сокращенную слева направо конъюнкцию (без  $\mathcal{Q}_i$ ). Но длина каждой такой сокращенной конъюнкции из  $\Delta$  не превосходит  $x^2$ . Поэтому длина вышеуказанной конъюнкции  $K$ , которая при ее составлении по мере появления конъюнкций  $K_{\mu_i}$  шаг за шагом сокращается, не превосходит  $x^2$ .

Алгоритм последовательно проверяет выполнимость всех формул вида (7) и при этом предыдущую запись, предпринятую в связи с проверкой выполнимости предыдущей формулы вида (7), стирает. Теорема доказана.

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

(Поступило 22.3.1989)

მათემატიკა

ა. თეთრაშვილი

ხარისხის ოპერატორიანი სიმრავლეთა უქვანბორო თეორიის  
 ფორმულათა კლასის ამოხსნადობის გამოთვლითი სირთულე

რეზიუმე

აგებულია ალგორითმი, რომელიც  $cn^3 \log_2 n$  გამოთვლითი სირთულით წყვეტს კვანძების პრობლემას სიმრავლეთა თეორიის MLSSP ენის იმ ფორმულებისათვის, რომლებიც შეიცავენ როგორც  $\{ \}$ , ისე pow სიმბოლოს არა უმეტეს ერთ შემოსვლას.

MATHEMATICS

M. R. TETRASHVILI

## THE COMPLEXITY OF DECIDABILITY OF THE CLASS OF THE UNQUANTIFIED SET THEORY WITH THE POWERSET OPERATOR

Summary

The language of the unquantified set theory, containing the following symbols:  $\{ \}$ , pow,  $\cup$ ,  $\cap$ ,  $\setminus$ ;  $=$ ,  $\in$ , is studied.  $P_1$  is the class of formulas of this language containing at most one occurrence of symbol  $\{ \}$ , as well as symbol pow. It is proved that there exists an algorithm which for any formula  $\varphi \in P_1$  determines its validity with the space  $cn^3 \log_2 n$  ( $n = \text{length}(\varphi)$ ).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. Breban, A. Ferro. Adv. Appl. Math. 5, 1984, 147-215.
2. M. P. Tetrashvili. Сообщения АН ГССР, 126, № 2, 1987, 245-247.

Л. Г. ДОБОРДЖИНИДЗЕ

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ СОПРИКАСАНИЯ С ЖЕСТКИМИ  
 ПРОФИЛЯМИ ПРИ КОНЕЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЯХ

(Представлено академиком Н. П. Веква 4.5.1989)

В работе дается решение задачи давления конечного числа жестких штампов на границе нелинейно-упругой полуплоскости из материала гармонического типа [1]. Силами трения на контактной области пренебрегаем.

1. Пусть рассматриваемая физическая область представляет собой нижнюю полуплоскость  $S^-$  плоскости  $S$  переменной  $z = x + iy$ . Границу  $S^-$  обозначим через  $L = L_1 + L_2$ . Предположим, что  $L_1 = [a_1 b_1] + \dots + [a_n b_n]$ , т. е.  $L_1$  состоит из конечного числа отрезков оси  $ox$ . На эти отрезки в условиях отсутствия сил трения давят жесткие профили. Напряжения и вращение на бесконечности отсутствуют.

Граничные условия задачи имеют вид [2]

$$X_y^- = 0 \text{ на } L, Y_y^- = 0 \text{ на } L_2, v^- = f(x^*) + c(x^*) \text{ на } L_1, \quad (1.1)$$

где  $Y_y, X_y$  — компоненты тензора напряжения Коши;  $f$  — действительная функция, характеризующая форму основания штампов;  $u, v$  — составляющие вектора упругих смещений;  $c(x^*) = c$  на  $L_1$ , если штампы жестко связаны между собой, и  $c(x^*) = c_k$  на  $[a_k b_k]$ , если они не связаны. Эта задача от традиционной постановки отличается тем [3], что аргумент функции  $f(x^*)$  есть искомая неизвестная задачи (поскольку  $x^* = x + u(x)$ ).

Для решения задачи используем комплексные представления [3]

$$X_x + Y_y + 4\mu = \frac{(\lambda + 2\mu) q \Omega(q)}{\sqrt{-I}},$$

$$Y_y - X_x - 2i X_y = -\frac{4(\lambda + 2\mu)}{\sqrt{-I}} \frac{\Omega(q)}{q} \frac{\partial z^*}{\partial z} \frac{\partial z^*}{\partial \bar{z}}, \quad (1.2)$$

$$u'_x + iv'_x = \frac{\mu}{\lambda + 2\mu} \Phi'^2(z) + \frac{\lambda + \mu}{\lambda + 2\mu} \frac{\Phi'(z)}{\Phi'(z)} -$$

$$-\frac{\lambda + \mu}{\lambda + 2\mu} \left[ \frac{\Phi(z) \overline{\Phi''(z)}}{\Phi'^2(z)} - \overline{\Psi'(z)} \right] - 1, \quad (1.3)$$

где  $z^* = z + u + iv$ ;

$$\frac{\partial z^*}{\partial z} = \frac{\mu}{\lambda + 2\mu} \Phi'^2(z) + \frac{\lambda + \mu}{\lambda + 2\mu} \frac{\Phi'(z)}{\Phi'(z)};$$

$$\frac{\partial z^*}{\partial \bar{z}} = -\frac{\lambda + \mu}{\lambda + 2\mu} \left[ \frac{\varphi(z) \overline{\varphi''(z)}}{\varphi'^2(z)} - \overline{\varphi'(z)} \right]; \quad (1.4)$$

$$\sqrt{T} = \left| \frac{\partial z^*}{\partial z} \right|^2 - \left| \frac{\partial z^*}{\partial \bar{z}} \right|^2, \quad q = 2 \left| \frac{\partial z^*}{\partial z} \right|; \quad \Omega(q) = q - \frac{2(\lambda + \mu)}{\lambda + 2\mu}; \quad (1.5)$$

$\varphi(z)$ ,  $\psi(z)$  — аналитические в  $S^-$  функции аргумента  $z$ ;  $\lambda$ ,  $\mu$  — упругие постоянные Ламе. Кроме того,

$$\varphi'(z) \neq 0 \text{ в } S^- + L. \quad (1.6)$$

Из первого соотношения (1.1) на основании (1.2), (1.4) следует

$$\overline{\varphi(x)} \varphi''(x) - \varphi'^2(x) \varphi'(x) = 0 \text{ на } L. \quad (1.7)$$

Это соотношение, согласно (1.2) — (1.4), позволяет представить поле напряжений и деформаций на  $L$  в виде

$$Y_y^- = N(x) = \frac{2\mu(\lambda + \mu)[|\varphi'^2(x)| - 1]}{\lambda + \mu + \mu|\varphi'^2(x)|},$$

$$1 + u'_x + iv'_x = \varphi'^2(x) \left[ \frac{\mu}{\lambda + 2\mu} + \frac{\lambda + \mu}{\lambda + 2\mu} \frac{1}{|\varphi'^2(x)|} \right]. \quad (1.8)$$

Учитывая, что  $\varphi'(z)$  — голоморфная и, согласно (1.6), отличная от нуля функция в  $S^- + L$ , заключаем, что  $\ln \varphi'(z)$  также будет голоморфной в этой области, если принять, например, что  $\ln \varphi'(\infty) = 0$  (как известно,  $\varphi'(z) = 1 + o\left(\frac{1}{z}\right)$  при больших  $|z|$ ). (1.9)

После этого замечания второе равенство (1.8) и полученное из него путем перехода к сопряженным значениям прологарифмируем. Вычтя из первого равенства второе, будем иметь на  $L$

$$\ln \varphi'(x) - \ln \overline{\varphi'(x)} = i \operatorname{arctg} \left[ \frac{\partial v}{\partial x} / \left( 1 + \frac{\partial u}{\partial x} \right) \right] = i \operatorname{arctg} \left( \frac{dv}{dx} \right) = ig^*(x). \quad (1.10)$$

Вернемся теперь к первому соотношению (1.8), из которого, учитывая асимптотику этой функции при больших  $|z|$ , получаем

$$\varphi'(z) = \exp \left[ -\frac{1}{\pi i} \int_{L_1} \frac{F(x) dx}{x - z} \right] \text{ при } z \in S^-, \quad (1.11)$$

где

$$F(x) = \frac{1}{2} \ln \left[ \frac{\lambda + \mu}{\mu} \cdot \frac{2\mu + N(x)}{2(\lambda + \mu) - N(x)} \right] \quad (1.12)$$

— искомая функция на  $L_1$ .

После этого, согласно известным соотношениям Сохоцкого—Племеля [4], найдем граничное значение функции  $\varphi'(z)$  на  $L_1$  и полученное выражение внесем в левую часть (1.10). Будем иметь

$$\int_{L_1} \frac{F(x) dx}{x - x_0} = \frac{\pi}{2} g^*(x_0) \equiv \frac{\pi}{2} g[x_0 + u(x_0)] = \frac{\pi}{2} \delta(x_0). \quad (1.13)$$

Это равенство — характеристическое сингулярное интегральное уравнение первого рода относительно функции  $F(x)$  на  $L_1$  — основ-

ное соотношение нашей задачи. Мы ищем решение класса  $h_0$  этого уравнения. Также решение имеет вид [4]

$$F(x_0) = -\frac{1}{2\pi X(x_0)} \int_{L_1} \frac{\delta(x) X(x) dx}{x-x_0} + \frac{P_{n-1}(x)}{X(x_0)}, \quad (1.14)$$

$$\text{где} \quad X(x) = \sqrt{(x-a_1)(x-b_1)\cdots(x-a_n)(x-x_n)}, \quad (1.15)$$

а  $P_{n-1}(x_0)$  — произвольный полином степени не выше  $n-1$ :

$$P_{n-1}(x_0) = C_1 x_0^{n-1} + C_2 x_0^{n-2} + \cdots + C_n \quad (1.16)$$

Коэффициенты  $C_1, C_2, \dots, C_n$  должны быть определены из дополнительных условий задачи.

Но правая часть (1.13) фактически неизвестна. Для ее определения граничное значение  $\varphi'(z)$  на  $L_1$  внесем во второе соотношение (1.8) и учтем, что  $|\varphi^2(x)| = \exp[2F(x)]$  на  $L_1$ . Тогда получим

$$1+u'_x = \frac{1}{\lambda+2\mu} [\mu \exp(2F(x) + \lambda + \mu) \cos\left(\frac{2}{\pi} \int_{L_1} \frac{F(x) dx}{x-x_0}\right)]. \quad (1.17)$$

Подставляя (1.14) в (1.17), получаем нелинейное уравнение для определения горизонтального смещения  $u = u(x)$  на  $L_1$ . После определения  $f(x)$  на  $L_1$ , из (1.2) — (1.5), (1.7), (1.8), (1.11), (1.12) находим все неизвестные задачи.

Ниже рассмотрены случаи равновесия одного штампа, прижатого силой  $(0; -N_0)$  к участку  $[-a; a]$  границы упругой полуплоскости. В указанных случаях удается найти точное решение задачи.

2. Штмп с прямолинейным горизонтальным основанием. В этом случае  $dv/dx^* = 0$  и из (1.11) — (1.14) находим (точное решение) на  $L_1$

$$N(x) = \frac{2\mu(\lambda+\mu)\{\exp[(\lambda+2\mu)N_0/2\pi\mu(\lambda+\mu)\sqrt{a^2-x^2}]-1\}}{\lambda+\mu+\mu \exp[(\lambda+2\mu)N_0/2\pi\mu(\lambda+\mu)\sqrt{a^2-x^2}]}. \quad (1.18)$$

3. Штмп с прямолинейным наклонным основанием. В данном случае  $g(x) = \omega$ , где  $\omega$  — угол, который деформированное основание штампа составляет с осью  $ox$ . Тогда после некоторых вычислений получим (точное решение) на  $L_1$

$$N(x) = \frac{2\mu\{\exp[(\omega x/\sqrt{a^2-x^2})+(\lambda+2\mu)N_0/2\pi\mu(\lambda+\mu)\sqrt{a^2-x^2}]-1\}}{1+[\mu/(\lambda+\mu)]\exp[(\omega x/\sqrt{a^2-x^2})+(\lambda+2\mu)N_0/2\pi\mu(\lambda+\mu)\sqrt{a^2-x^2}]}. \quad (1.19)$$

4. Штмп с закругленным основанием ( $v(x) = ax^2$ , где  $a$  — достаточно малая постоянная). После очевидных приведений из (1.12), (1.13), (1.14) получим (приближенное решение) на  $L_1$

$$N(x) = \frac{2\mu(\lambda+\mu)\{\exp[\alpha(a^2-2x^2)/(2\sqrt{a^2-x^2})+(\lambda+2\mu)N_0/4\pi\mu(\lambda+\mu)\sqrt{a^2-x^2}]-1\}}{\lambda+\mu+\mu \exp[\alpha(a^2-2x^2)/(2\sqrt{a^2-x^2})+(\lambda+2\mu)N_0/4\pi\mu(\lambda+\mu)\sqrt{a^2-x^2}]}$$



Полученные выражения характеризуют закон распределения контактных напряжений. Согласно этому распределению, они оказываются ограниченными в окрестности угловых точек штампа. Кроме того, найденные значения существенно зависят от упругих свойств материала.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 5.5.1989)

დრეკადობის თეორია

ლ. დობორჯინიძე

სასრული დეფორმაციების უმთხვევაში ხისტ პროფილებთან  
თანახების ამოცანის ამოხსნა

რეზიუმე

შესწავლილია ჰარმონიული ტიპის არაწრფივად დრეკადი მასალის მჭონე ნახევარსიბრტყის საზღვარზე ხისტი პროფილების თანახების ამოცანა. ხახუნის ძალები უგულებელყოფილია. ამოცანის ამონახსენი მიღებულია ანალიზური ფორმით.

THEORY OF ELASTICITY

L. G. DOBORJGINIDZE

## GENERAL SOLUTION OF A CONTACT PROBLEM WITH RIGID PROFILES UNDER FINITE DEFORMATIONS

Summary

The general solution of the problem of pressure of a finite number of rigid profiles at a boundary of a harmonic type nonlinear elastic half-plane is given. Frictional forces at the contact region are neglected. For the determination of unknown values exact analytic expressions are constructed. Examples are considered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. F. John. Communications of Pure and Applied Mathematics, 13, № 2, 1960, p. 239-296.
2. Н. И. Мусхелишвили. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М., 1966.
3. Л. Г. Доборджинидзе. Изв. АН СССР, МТТ, № 4, 1987, 96—100.
4. Н. И. Мусхелишвили. Сингулярные интегральные уравнения. М., 1968.

А. Х. ГИОРГАДЗЕ, Е. Г. МУСХЕЛИ

## О ДЕКОМПОЗИЦИИ КЛЕТОЧНЫХ АВТОМАТОВ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 16.5.1989)

Клеточный автомат КА есть четверка:  $A = \langle Z^d, S, N, f \rangle$ , где  $Z^d$  — система целочисленных координат в  $d$ -мерном пространстве; каждый элемент  $Z^d$  называется клеткой; все клетки (автоматы) идентичны;  $S$  — множество состояний клетки;  $\{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n\}$  — подмножество  $Z^d$ , определяющее для каждой клетки  $x \in Z^d$  ее соседей. Соседними для клетки  $x$  клетками являются клетки  $x + \alpha_1, \dots, x + \alpha_n$ , где  $x + \alpha$  — поэлементное сложение векторов.  $f$  является отображением  $S^n \rightarrow S$  и называется локальной функцией переходов. Она определяет состояние клетки  $x$  в такте  $t$  в зависимости от состояний самой клетки  $x$  и состояний ее соседей в такте  $t-1$  [1].

Рассмотрим два КА  $A_1$  и  $A_2$ . Число соседних для клетки  $x$  клеток КА  $A_1$  обозначим через  $k_1$ , а через  $k_2$  — число соседних клеток клетки  $x$  КА  $A_2$ . Введем  $W_1$  и  $W_2$  — множества соседних клеток для клетки  $x$  и рассмотрим случай, когда  $W_1 \cap W_2 = \emptyset$ . Через  $f_1$  и  $f_2$  обозначим локальные функции переходов  $A_1$  и  $A_2$ . Введем также  $S^1 = (s_1^1, s_2^1, \dots, s_{n_1}^1)$  и  $S^2 = (s_1^2, s_2^2, \dots, s_{n_2}^2)$  — множества состояний клеток  $A_1$  и  $A_2$ .

Пусть  $S$  — некоторое конечное множество символов. Введем отображение  $\varphi: S^1 \times S^2 \rightarrow S$  и назовем  $\varphi$  композитующей функцией. Вектор состояний соседних клеток  $P(a_1, a_2, \dots, a_{k_1})$  КА  $A_1$ , состояние рассматриваемой клетки  $s_j^1 \in S^1$  и функция  $f_1$  определяют состояние  $s_j^1$ , в которое перейдет клетка в следующем такте:

$$f_1(s_j^1, P(a_1, \dots, a_{k_1})) = s_j^1, \quad a_i = \{s_1^1, \dots, s_{n_1}^1\}.$$

Поскольку для нас существенными будут три параметра  $f, k, n$  — локальная функция, число соседних клеток и число состояний клетки, то КА будем иногда обозначать через  $A = (f, k, n)$ .

Определение 1. композиция КА  $A_1$  и  $A_2$  относительно соседства и композитующей функции  $\varphi$  есть КА  $A$ , множество состояний которого есть  $S = (s_1, \dots, s_n)$ , множество соседних клеток есть объединение множеств  $W_1$  и  $W_2$ , а локальная функция переходов  $f$  определяется следующим образом:

$$f(s_j, P(c_1, \dots, c_k)) = \varphi(f_1(s_j^1, P(a_1, \dots, a_{k_1})),$$

$$f_2(s_j^2, P(b_1, \dots, b_{k_2}))),$$

где  $k = k_1 + k_2$ ,  $c_i = \{s_1, \dots, s_n\}$ ,

$$b_i = \{s_1^2, \dots, s_{n_2}^2\}.$$



Декомпозиция КА на уровне соседства при  $W_1 \cap W_2 = \emptyset$  представляет собой обратную задачу и заключается в следующем: для заданного КА  $A$  найти необходимые и достаточные условия существования КА  $A_1$  и  $A_2$  (конструктивно это означает построение КА  $A_1$  и  $A_2$  при заданной функции  $\varphi$  таких, что их композиция дает КА  $A$ ,  $W_1 \cap W_2 = \emptyset$ ).

По-другому задача декомпозиции на уровне соседства может быть поставлена следующим образом: задан КА  $A$ . Найти необходимые и достаточные условия существования КА  $A_1$  и  $A_2$ , а также некоторой функции  $\varphi$  таких, что при композиции  $A_1$  и  $A_2$  по  $\varphi$  получим КА  $A$ .

Локальную функцию КА  $A$  можно записать в виде совокупности  $n$  таблиц  $\mathbb{M}_s^k$  (по числу состояний), где в каждой таблице для фиксированного состояния  $s \in S$  приводятся вектора состояний соседних  $k$  клеток и значения функции  $f$  на этих векторах.

Пусть некоторая клетка  $c$  находится в состоянии  $s \in S$ . Зафиксируем состояния некоторых  $k_1$  клеток из числа  $k$  соседних клеток для клетки  $c$ . Обозначим через  $\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_{n-k_1}$  всевозможные наборы этих состояний и для каждого набора  $\rho_i, i=1, \dots, n-k_1$ , образуем множество наборов, придавая оставшимся  $k-k_1=k_2$  клеткам всевозможные состояния. В каждом таком множестве будет  $n^{k_2}$  наборов, которые будут обозначены через  $\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_{n-k_2}$ . Множество значений функции  $f$  на этих наборах будем называть блоком и обозначать через  $B_i^s$  для фиксированного состояния  $s \in S$ . Элементом блока является состояние. Элементы блока перенумеруем.

Рассмотрим теперь два таких блока  $B_i^s$  и  $B_j^s$  (индекс  $s$  означает, что мы рассматриваем блоки таблицы переходов для фиксированного состояния клетки). Пусть в  $B_i^s$  некоторые элементы одинаковы. Пусть кроме того существует перестановка  $p$  элементов блока  $B_j^s$  такая, что в новом блоке  $pB_j^s$  одинаковыми будут элементы с теми же номерами, что и в  $B_i^s$ . При выполнении этих условий мы будем говорить, что блок  $B_j^s$  совместим с блоком  $B_i^s$ . Обозначим через  $V_s(k_1)$  множество всех декомпозирующих функций для произвольного  $s$  при выбранном  $k_1$ .

**Теорема 1.** Для декомпозиции КА  $A=(f, k, n)$  на два КА  $A_1=(f_1, k_1, n)$  и  $A_2=(f_2, k_2, n)$  при  $W_1 \cap W_2 = \emptyset$  на уровне соседства необходимо и достаточно существование таких  $k_1$  клеток из числа соседних клеток, чтобы:

1. для произвольного  $s \in S$  существовал блок  $B^s$ , с которыми совместимы остальные блоки,
2.  $\forall s$  число различных блоков не превышало  $n$ ,
3.  $\bigcap_{s_i \in S} V_{s_i}(k_1) \neq \emptyset$ .

**Теорема 2.** Для декомпозиции КА  $A=(f, k, n)$  на два КА  $A_1=(f_1, k_1, n)$  и  $A_2=(f_2, k_2, n)$ ,  $W_1 \cap W_2 = \emptyset$  на уровне соседства при заданной функции декомпозиции  $\varphi$  необходимо и достаточно существования таких  $k_1$  клеток из числа соседних клеток, чтобы:

1.  $\forall s \in S$  существовал блок  $B^s$ , с которым совместимы остальные блоки,

2.  $\forall s$  число различных блоков не превышало  $n$

3.  $\varphi$  принадлежало множеству

$$\prod_{s_i \in S} V_{s_i}(k_1).$$

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт кибернетики

(Поступило 25.5.1989)

კიბერნეტიკა

ა. გიორგაძე, ე. მუსხელი

უჯრედოვანი ავტომატების დეკომპოზიციის შესახებ

რეზიუმე

უჯრედოვანი ავტომატი (უა)  $A$  დეკომპოზირდება ორ  $A_1$  და  $A_2$  უჯრედოვან ავტომატად, თუ: 1.  $W_1 \cap W_2 = \emptyset$ , სადაც  $W_i$  არის უა  $A_i$ -ს  $x$  უჯრედის მეზობელი უჯრედების სიმრავლე; 2. უა  $A_1$ -სა და  $A_2$ -ის მდგომარეობათა სიმრავლე  $S$  ერთნაირია; 3. ნებისმიერ ტაქტში  $A$  უა-ის კონფიგურაცია გამოისახება უა  $A_1$ -სა და  $A_2$ -ის იმავე ტაქტში აღებულ კონფიგურაციებისა და  $\Phi$  ფუნქციის საშუალებით, სადაც  $\Phi: S \times S \rightarrow S$ ; 4.  $W_1 \cup W_2$  არის  $A$  უა-ის  $x$  უჯრედის მეზობელი უჯრედების სიმრავლე. მოყვანილია ასეთი დეკომპოზიციის აუცილებელი და საკმარისი პირობები.

CYBERNETICS

A. Kh. GIORGADZE, E. G. MUSKHELI

## ON THE DECOMPOSITION OF CELLULAR AUTOMATA

### Summary

A cellular automaton (CA)  $A$  is decomposed into  $CA A_1$  and  $A_2$  if the following conditions hold: 1.  $W_1 \cap W_2 = \emptyset$ , where  $W_i$  is the set of neighbouring cells for a cell  $x$  of  $A_i$ ,  $i=1, 2$ ; 2. Sets of states of  $A_i$  are equal,  $S_1=S_2=S$ ; 3. At a time  $t$  a configuration of  $CA A$  may be determined through configurations of  $A_1$  and  $A_2$  taken at the same time  $t$  and some mapping function  $\varphi: S \times S \rightarrow S$ .  $\varphi$  may be given a priori; 4.  $W_1 \cup W_2$  is the set of neighbouring cells of  $CA A$ .

The necessary and sufficient conditions are found.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. F. Codd. Cellular Automata, Academic Press, 1968.



УДК 621.373.8

ФИЗИКА

Л. П. БЫЧКОВА, Г. Г. ГЕГИАДЗЕ, О. И. ДАВАРАШВИЛИ,  
 М. И. ЕНУКАШВИЛИ, Н. П. КЕКЕЛИДЗЕ, В. Г. КОЛОШНИКОВ,  
 В. М. КРИВЦУН, А. П. ШОТОВ

### ГЕТЕРОЛАЗЕРЫ PbSe/PbSnSeTe/PbSe И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В СПЕКТРОСКОПИИ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ И ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. И. Санадзе 30.9.1988)

В настоящее время наметились основные направления применений ИК полупроводниковых лазеров на основе соединений  $A^{IV}B^{VI}$ : спектроскопия высокого разрешения, контроль загрязнения окружающей среды, промышленная технология [1]. В пределах ИК диапазона 3—46 мкм параметры реализованных лазеров существенно меняются и поэтому считается целесообразным делить этот диапазон на поддиапазоны в зависимости от лазерных материалов (состав твердых растворов) и набора параметров лазеров. Значительный интерес представляют участки спектра 7—8 и 9—11 мкм, включающие полосы поглощения таких молекул, как  $N_2O$ ,  $NH_3$ ,  $O_3$ ,  $SF_6$ ,  $GeH_4$  и др. В предыдущей работе [2] нами анализировались параметры лазеров PbSe/PbSnSeTe, необходимые для их применения в спектроскопии высокого разрешения.

В настоящей работе приводятся результаты исследований параметров лазеров для поддиапазонов 7—8 и 9—11 мкм и показана возможность их применения в спектроскопии высокого разрешения и промышленной технологии.

Измеряемые параметры	Поддиапазоны, мкм	
	7—8	9—11
Диапазон рабочих температур $T_K$	4—100	4—100
Пороговый ток (А)	4 К	0,5—1
	(40—50) К	0,5—1,5
	77 К	0,8—1,5
Рабочие токи (А)	4 К	1—3
	(40—50) К	1—4
	77 К	2—5
Мощность: в одной моде (мВт)	0,2—1,5	0,2—1
	во всех модах (мВт)	1—5
Скорость перестройки $(cm^{-1}/ms)$	4 К	0,1—1
	(40—50) К	1—1,5
	77 К	0,5—1,5
Общий диапазон перестройки с температурой и током $(cm^{-1})$	3—6	1—3
	150—180	150—180

Гетеролазеры PbSe/PbSnSeTe были созданы методом жидкофазовой эпитаксии. Отличительной особенностью таких лазеров является изопериодичность всех слоев структуры, получаемой при срав-

нительно низкой температуре эпитаксии. Типичные толщины активных слоев составляют 1—2 мкм, а ограничивающего слоя 2—4 мкм. Лазерные образцы получают путем скальвания при размерах резонатора  $200 \times 500$  мкм и припаиваются к медному хладопроводу.

Диодные лазеры работают в непрерывном и импульсном режимах. К числу преимуществ импульсного режима в прикладных задачах следует отнести такие принципиальные и технические возможности, как исследование быстротекающих процессов и многоатомных молекул, увеличение спектрального диапазона перестройки частоты лазеров, использование автоподстройки частоты излучения лазеров.

Параметры диодных лазеров измерялись по схеме, описанной в [2]. При этом длительность импульсов тока накачки менялась в пределах 100 мкс — 10 мс, а спектральные измерения выполнялись с использованием монохроматора МДР-2 с разрешением до  $0,2 \text{ см}^{-1}$ .

В таблице приводятся данные о лазерах, включающие основные параметры: рабочий диапазон температур, пороговый и рабочий токи, мощность и модовая структура. Пороговый ток определялся в момент реализации когерентного лазерного излучения, мощность которой начинает резко возрастать по мере увеличения тока накачки. Под диапазоном рабочих температур имеется в виду диапазон, в котором существует возможность выделения отдельных мод с помощью монохроматора и мощность отдельной моды достаточна для приема ИК

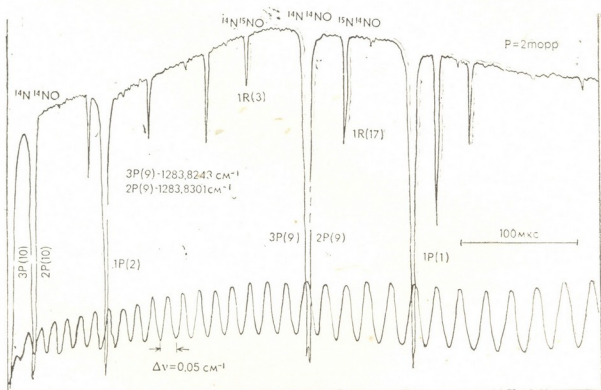


Рис. 1

излучения. Мощность излучения оценивалась из отношения сигнала к собственным шумам фотодетектора с рассчитанным энергетическим эквивалентом и откалиброванным по лазеру с известной мощностью. Скорость перестройки частоты лазерного излучения измерялась по величине промежутка времени, в течение которого частота перестраивается на  $0,05 \text{ см}^{-1}$  — интервал свободной дисперсии германиевого эталона Фабри—Перо толщиной 2,5 см.

Высокие мощности (для сравнения, например, в работах [3, 4] мощность излучения в одной моде не превышает 100 мкВт), широкий диапазон рабочих температур и малые скорости перестройки позво-

ляют успешно применять эти лазеры в спектроскопии высокого разрешения и промышленной технологии.

На рис. 1 представлена запись участка спектра молекулы  $N_2O$  в области  $1282,9—1284,4 \text{ см}^{-1}$ . Спектр записан при однократном сканировании частоты диодного лазера. Режимы записи:  $t_{\text{н}}=1,5 \text{ мс}$ ,  $T_{\text{повт}}=20 \text{ мс}$ ,  $J=4 \text{ А}$ , время записи  $512 \text{ мкс}$ . На спектре видны линии для трех изотопических модификаций  $^{14}N^{14}N^{16}O$  ( $1283, 6691 \text{ см}^{-1}$ ),  $^{15}N^{14}N^{16}O$  ( $1283, 8243 \text{ см}^{-1}$ ),  $^{14}N^{15}N^{16}O$  ( $1283, 9186 \text{ см}^{-1}$ ). В полосах P(9) и P(10) достигается разрешение на уровне  $\sim 5 \cdot 10^{-3} \text{ см}^{-2}$ . Внизу дается спектр эталона Фабри—Перо с областью свободной дисперсии  $0,05 \text{ см}^{-1}$ .

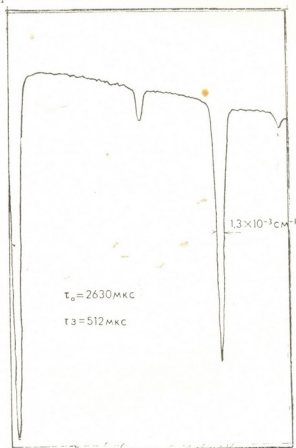


Рис. 2

Примером задачи, для решения которой требуется высокая чувствительность, может служить анализ высокочистых гидридов и галогенидов германия и кремния, используемых в производстве полупроводниковых приборов. Содержание фосфина  $PH_3$ , арсина  $AsH_3$  и диборана  $B_2H_6$  в газообразных гидридах германия ( $GeH_4$ ) и кремния ( $SiH_4$ ) нужно контролировать на уровне  $1—100 \text{ ррб}$ . Для этого предельно необходимо иметь эталонный спектр  $GeH_4$  и  $SiH_4$ . На рис. 2 приводится спектр  $GeH$  в области  $840 \text{ см}^{-1}$ . Ширина измеряемой линии составляет  $1,3 \cdot 10^{-3} \text{ см}^{-1}$  и совпадает с рассчитанным доплеровским уширением в газе.

Таким образом, разработанные гетеролазеры позволяют регистрировать спектры с высоким разрешением и могут быть широко использованы в спектроскопии высокого разрешения и промышленной технологии.

Тбилисский государственный университет  
им. И. А. Джавахишвили

(Поступило 8.6.1989)

ლ. ბიჩკოვა, გ. გეგიაძე, ო. დავარაშვილი, მ. ენუქაშვილი, ნ. კეკელიძე,  
 ვ. კოლოშნიკოვი, ვ. მ. კრივცუნ, ა. შოტოვი

PbSe(PbSnSeTe)PbSe ჰეტეროლაზერები და მათი გამოყენება მაღალი  
 გარჩევის სპექტროსკოპიაში და წარმოების ტექნოლოგიაში

რეზიუმე

განხილულია PbSe(PbSnSeTe)PbSe ჰეტეროლაზერების პარამეტრები  
 იმპულსური სპექტროსკოპიის მეთოდიაში გამოყენებისას. ლაზერები გამო-  
 ირჩევა დიდი სიმძლავრით და სიხშირის წანაცვლების დაბალი სისწრაფებით,  
 მოყვანილია  $N_2O$  და  $GeH_4$  მოლეკულების სპექტრები გარჩევის დონეზე  
 $5 \cdot 10^{-3}$  სმ $^{-1}$ .

PHYSICS

L. P. BYCHKOVA, G. G. GEGIADZE, O. I. DAVARASHVILI, M. I. ENUKASHVILI,  
 N. P. KEKELIDZE, V. G. KOLOSHNIKOV, V. M. KRIVTSUN, A. P. SHOTOV

HETEROLASERS PbSe(PbSnSeTe)PbSe AND THEIR EMPLOYMENT  
 IN HIGH-RESOLUTION SPECTROSCOPY AND TECHNOLOGY

Summary

The parameters of double heterostructure (DH) lasers PbSe (PbSnSeTe)  
 PbSe were investigated with the purpose of their employment in impulse  
 spectroscopy as high-power lasers. The spectra of  $N_2O$  and  $GeH_4$  with re-  
 solution level at  $5 \cdot 10^{-3}$  are given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ю. А. Курицын. Лазерная аналитическая спектроскопия. М., 1986.
2. Л. П. Бычкова, Г. Г. Гегиадзе, Р. Г. Гуляев, О. И. Даварашвили,  
 Н. П. Кекелидзе, Ю. А. Курицын, В. М. Кривцун, А. П. Шотов.  
 Сообщения АН ГССР, 131, № 3, 1988.
3. Ю. А. Курицын, Г. В. Веденева, В. Г. Колошников и др. Спектро-  
 метр на перестраиваемых диодных лазерах. Троицк, Препринт № 4, 1985.
4. Spectra Physics Laser Review, 5, 2, 1979.





Н. С. БЕНДИАШВИЛИ, А. И. УГУЛАВА

## ШИРИНА ЛИНИИ ЯМР В УСЛОВИЯХ СОВМЕЩЕНИЯ ДИАПАЗОНОВ СПЕКТРОВ ЯМР И ФМР

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Л. Буишвили 26.6.1989)

Как известно [1], спиновые волны в магнитоупорядоченных кристаллах с помощью сверхтонкого электронно-ядерного взаимодействия приводят к косвенному взаимодействию между ядерными спинами. Это взаимодействие хорошо изучено в случае, когда энергетическая «щель» в спектре магнонов находится гораздо выше над ядерной зеемановской энергией. С другой стороны, известно [2], что в тонких магнитных пленках типа «легкая ось» в результате компенсации действия размагничивающего поля полем анизотропии частотный спектр магнонов начинается с относительно низких частот, поэтому в спектре магнонов могут присутствовать частоты, совпадающие с частотой ЯМР.

Очевидно, что выполнению условия совмещения диапазонов спектров препятствует наличие поля кристаллографической анизотропии, которое в магнитных кристаллах имеет нетривиальное значение. Низкими значениями энергии магнитной анизотропии характеризуются [3] магнитомягкие материалы (ферромагнитные стекла или аморфные ферромагнетики), которые получают путем быстрого охлаждения соответствующего расплава. Условие совмещения в таких материалах может выполняться без дополнительных усилий.

Было показано [4], что в случае совмещения спектров ЯМР и ФМР косвенное взаимодействие имеет вид

$$H_{int} = \sum_{ij} U_{ij} I_i^z I_j^z, \quad (1)$$

где

$$U_{ij} = - \frac{SA^2 a}{2\pi J} \cdot \frac{\cos(-r_{ij}/r_0)}{r_{ij}}, \quad (2)$$

$$r_0 = a \sqrt{J/|\omega_S + \omega_A - \omega_I|}, \quad r_{ij} = |\vec{r}_i - \vec{r}_j|,$$

$I_i^z = I_i^z \pm I_i^y$  — операторы ядерного спина, расположенного в  $i$ -ом узле;  $S$  — величина электронного спина;  $A$  — константа сверхтонкого взаимодействия;  $a$  — межатомное расстояние;  $J$  — обменный интеграл,  $\omega_S = \gamma_S H$ ;  $\omega_I = \gamma_I H$ ;  $\omega_k = \gamma_I H_A$ ,  $H$  — напряженность внешнего магнитного поля;  $H_A$  — напряженность поля кристаллографической анизотропии;  $\gamma_S$  и  $\gamma_I$  — гиромагнитные отношения электронов и ядер, соответственно.

При выводе взаимодействия (1) предполагалось, что длина свободного пробега магнонов превосходит размеры кристалла. В про-

тивном случае, как было отмечено в работе [5], при выводе косвенного взаимодействия следует учесть затухание магнонов, в результате чего в выражении для  $U_{ij}$  появится дополнительный множитель, экспоненциально-затухающий на расстояниях порядка свободного пробега магнона. Так, при учете конечности длины свободного пробега магнонов выражение (2) примет вид

$$U_{ij} = -\frac{SA^2a}{2\pi J} \frac{\exp(-r_{ij}/l_m) \cos(r_{ij}/r_0)}{r_{ij}}, \quad (3)$$

где  $l_m = a\sqrt{J/|\omega_I - \omega_S + \omega_A|}$ ,  $\tau_m$  — длина свободного пробега магнонов;  $\tau_m$  — время жизни магнонов. Выражение (3) справедливо в приближении  $|\omega_I - \omega_S + \omega_A| \gg \frac{1}{\tau_m}$  и является основным взаимодействием между ядерными спинами в ферромагнитных стеклах [5].

Целью настоящей работы является вычисление ширины линии ЯМР при наличии взаимодействия (3) между ядерными спинами.

Подставив выражение (3) в выражение второго момента формы линии [1]

$$M_2 = \frac{1}{3} I(I+1) \sum_{i \neq j} U_{ij}^2 \quad (4)$$

и совершив переход от суммирования к интегрированию, для ширины линии, определяемой через второй момент, получим

$$\delta = \sqrt{M_2} = \sqrt{\frac{I(I+1)}{24\pi S^2} \cdot \frac{\omega_I^2 |\omega_S + \omega_A - \omega_I|^{1/4}}{J^{3/4} (1/\tau_m)^{1/2}}}. \quad (5)$$

Та же величина (ширина линии), вычисленная для обычного Сула-Накамуrowsкого взаимодействия и равная, как известно [1],

$$\delta_{SN} = \sqrt{N_S^2 N} = \sqrt{\frac{I(I+1)}{24\pi S^2} \cdot \frac{\omega_I^2}{J^{3/4} \omega_S^{1/4}}},$$

в

$$(|\omega_S + \omega_A - \omega_I| \omega_S \tau_m^2)^{1/4} \approx 10^2$$

( $|\omega_S + \omega_A - \omega_I| \sim 10^7 c^{-1}$ ,  $\omega_S \approx 10^4 c^{-1}$ ,  $\tau_m \approx 10^{-5}$ ) раз меньше, чем (5).

Таким образом, при понижении частоты ФМР до значений ниже частоты ЯМР ширина линии ЯМР, обусловленная косвенным спин-спиновым взаимодействием, увеличивается. Это увеличение в основном происходит за счет увеличения эффективного радиуса взаимодействия, роль которого при совмещении спектров играет длина свободного пробега магнонов.

Тбилисский государственный университет  
им. И. А. Джавахишвили

(Поступило 30.6.1989)

ბ. ბენდიაშვილი, ა. უგულავა

ბმრ ხაზის სიგანე ბმრ და ფმრ სპექტრების გადაფარვის პირობებში  
 რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ ბმრ და ფმრ სპექტრების გადაფარვისას ირიბი ურთი-  
 ვრთქმედებით გამოწვეული ბმრ ხაზის სიგანე იზრდება.

PHYSICS

N. S. BENDIASHVILI, A. I. UGULAVA

NMR LINE WIDTH UNDER CONDITIONS OF NMR AND FMR  
 SPECTRA OVERLAPPING

Summary

It is shown that the NMR line width resulting from indirect nuclear  
 spin interactions increases when the NMR and FMR spectra overlap.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES.

1. Е. А. Туров, М. П. Петров. Ядерный магнитный резонанс в ферро- и антиферромагнетиках. М., 1969.
2. В. А. Игнатченко, В. И. Цифринович. УФН, 133, № 1, 1981, 75—102.
3. С. В. Вонсовский, Е. А. Туров. Изв. АН СССР, сер. физ., 42, № 8, 1978, 453—455.
4. Л. Л. Буишвили, Р. С. Кабисов, А. И. Угулава. ФТТ, 22, № 2, 1980, 435—455.
5. M. A. Continentino. J. Phys. C. Solid State Phys. V. 14, 1981, p. 3527-3539.



УДК 539.319

ФИЗИКА

М. В. КВИМСАДZE, Н. Д. МАЧАРАДZE, М. В. НИНУА,  
 О. Н. ЧАВЧАНИДZE

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕХОДНОГО УЧАСТКА ВОЛОКОННОЙ ОПТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ПРИ НАЛИЧИИ РЕЗКОГО ПЕРЕПАДА ВНЕШНЕГО ДАВЛЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. Л. Цинцадзе 6.4.1989)

При конструировании оптических систем связи нередко возникает ситуация, когда световод переходит из зоны высокого давления в зону низкого давления. Резкое падение внешнего давления, действующего на волокно, приводит к скачкообразному изменению его упругих характеристик на границе раздела зон, что, в свою очередь, приводит к соответствующему изменению диэлектрической проницаемости волокна. Поэтому на границе раздела зон происходит отражение излучения, распространяющегося вдоль волокна. Физически очевидно, что потери энергии информационного сигнала, вызванные отражением, будут минимальными, если падение давления будет плавным и растянутым на некотором участке волокна. Следует отметить, что плавное изменение компонентов тензора напряжения способствует не только уменьшению потерь энергии излучения, но и уменьшению вероятности скола волокна на участке перепада давления, что само по себе является важной задачей.

Для уменьшения скачка давления необходимо переходной участок волокна со стороны зоны высокого давления покрыть защитным веществом, упругие характеристики и геометрия которого должны быть подобраны так, чтобы потери энергии излучения были минимальными.

В настоящей работе исследовано распределение упругих напряжений вдоль волокна на переходном участке и определены условия, при которых скачок напряжений является минимальным. Учитывая симметрию задачи, запишем уравнения упругости в цилиндрической системе координат [1]:

$$2(1-\nu) \frac{\partial}{\partial r} \left[ \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (ru_r) \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[ \frac{\partial u_z}{\partial r} + (1-2\nu) \frac{\partial u_r}{\partial z} \right] = 0, \quad (1)$$

$$(1-2\nu) \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial u_z}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left[ \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (ru_r) + 2(1-\nu) \frac{\partial u_z}{\partial z} \right] = 0,$$

где  $\nu$  — коэффициент Пуассона вещества;  $u_r$  — радиальное смещение частицы;  $u_z$  — смещение частицы по оси симметрии конструкции, совпадающей с осью  $z$ .

Обсудим граничные условия к уравнениям упругости:

а) Очевидно, что радиальные смещения на границе раздела волокно-защитное вещество одинаковы для обеих сред:

$$u_{1r}(r_0) = u_{2r}(r_0). \quad (2)$$

Здесь и в дальнейшем индекс «1» приписывается волокну, а индекс «2» — защитному веществу,  $r_0$  — радиус волокна.



б) Предполагая, что адгезия между волокном и защитным веществом достаточно хорошая, можно считать осевые смещения в точке  $r=r_0$  для обоих веществ одинаковыми:

$$u_{1z}(r_0) = u_{2z}(r_0). \quad (3)$$

в) Радиальные напряжения на границе раздела  $r=r_0$  в волокне и защитном веществе одинаковы:

$$\sigma_{1r}(r_0) = \sigma_{2r}(r_0). \quad (4)$$

г) На границе раздела защитное вещество-внешняя среда «внутреннее давление» должно равняться внешнему давлению [2]:

$$\sigma_{2mq} n_q = p_m, \quad (5)$$

где  $\sigma_{mq}$  — компоненты тензора напряжений;  $n_q$  — компоненты внешней нормали поверхности защитного слоя;  $p_m$  — компоненты внешнего давления.

Если уравнение образующей конусообразного защитного слоя записать в виде  $r=r(z)$ , то граничное условие (5) примет вид

$$\sigma_{rr} + p = \sigma_{rz} \frac{dr}{dz}, \quad (\sigma_{zz} + p) \frac{dr}{dz} = \sigma_{rz}. \quad (6)$$

К условиям (2)–(4), (6) следует добавить граничные условия

$$u_r(r=0) = 0, \quad u_z(z=0) = 0. \quad (7)$$

Будем искать решение системы (1) в следующем виде:

$$u_z = \frac{z^3}{R} f(r) + zF(r), \quad u_r = \frac{z^2}{R} \varphi(r) + R\Phi(r). \quad (8)$$

Подставляя эти выражения в уравнения (1), нетрудно определить функции, входящие в формулы (8):

$$\begin{aligned} f(r) &= c^{(1)} \ln \frac{r}{R} + c^{(2)}, \\ \varphi(r) &= c^{(3)} \frac{r}{R} - \frac{3}{4(1-\nu)} c^{(1)} \frac{r}{R} \ln \frac{r}{R} + c^{(4)} \frac{R}{r}, \\ F(r) &= -\frac{1}{1-2\nu} \frac{r^2}{R^2} \left[ c^{(3)} - \frac{3}{8} \frac{8(1-\nu)^2 - 1}{1-\nu} c^{(1)} + 3(1-\nu) c^{(2)} \right] - \\ &\quad - \frac{3}{4} c^{(1)} \frac{3-2\nu}{(1-\nu)} \frac{r^2}{R^2} \ln \frac{r}{R} + c^{(5)} \ln \frac{r}{R} + c^{(6)}, \\ \Phi(r) &= \frac{1}{1-2\nu} \frac{r^3}{8R^3} \left[ 4\nu c^{(3)} - \frac{3}{4} \frac{5-8\nu}{1-\nu} c^{(1)} + 3c^{(2)} \right] + \\ &\quad + \frac{3}{1-\nu} c^{(1)} \frac{r^3}{8R^3} \ln \frac{r}{R} - \frac{c^{(5)} + 2(1-2\nu)c^{(4)}}{4(1-\nu)R} \left( r \ln \frac{r}{R} - \frac{r}{2} \right) + \\ &\quad + c^{(7)} \frac{r}{R} + c^{(8)} \frac{R}{r}, \end{aligned} \quad (9)$$

где  $c^{(j)}$  ( $i=1, 2, j=1, 2, \dots, 8$ ) — искомые постоянные, определяемые из граничных условий;  $R$  — радиус сечения защитного слоя при  $z=0$ .

В дальнейшем рассмотрим случаи, когда коэффициенты Пуассона волокна и защитного слоя одинаковы ( $\nu_1 = \nu_2 = \nu$ ). Воспользовавшись

известными формулами (см., например, [2]), связывающими  $\sigma_{mq}$  с компонентами вектора смещения частиц и подставляя формулы (8) и (9) в граничные условия (2)–(4), (7), (8), получаем следующие соотношения для искомых постоянных:

$$\begin{aligned}
 c_1^{(1)} = c_2^{(1)} = c_1^{(5)} = c_2^{(5)} = c_1^{(4)} = c_1^{(8)} = 0, \quad c_1^{(2)} = c_2^{(2)}, \\
 c_1^{(3)} = c_2^{(3)} + \frac{R^2}{r_0^2} \beta (c_2^{(3)} + 3\nu c_2^{(2)}), \quad c_2^{(4)} = \beta (c_2^{(3)} + 3\nu c_2^{(2)}), \\
 c_1^{(6)} = c_2^{(6)} + \frac{\beta}{1-2\nu} (c_2^{(3)} + 3\nu c_2^{(2)}), \\
 c_2^{(8)} = \beta \left[ c_2^{(7)} + \nu c_2^{(6)} + \frac{r_0^2}{8R^2} (4\nu c_2^{(3)} + (3-4\nu)3c_2^{(2)}) \right] + \\
 + \frac{\beta c_2^{(4)}}{E_2 - E_1} \left[ -E_1 \frac{\nu(1-\nu)}{1-2\nu} + \frac{1-2\nu}{2(1-\nu)} E_1 \left( \ln \frac{r_0}{R} - \frac{1}{2} \right) - \right. \\
 \left. - E_2 \frac{1-2\nu}{2(1-\nu)} \left( \ln \frac{r_0}{R} + \frac{1}{2} - \nu \right) \right], \quad (10) \\
 c_1^{(7)} = c_2^{(7)} + \frac{R^2}{r_0^2} c_2^{(8)} - \frac{\nu}{2(1-2\nu)} c_2^{(4)} - \frac{1-2\nu}{2(1-\nu)} c_2^{(4)} \left( \ln \frac{r_0}{R} - \frac{1}{2} \right)
 \end{aligned}$$

где введено обозначение

$$\beta = \frac{r_0^2}{R^2} \frac{E_2 - E_1}{E_1 + E_2(1-2\nu)}, \quad (11)$$

$E_1, E_2$  — модуль Юнга волокна и защитного вещества соответственно.

Остается теперь использовать граничные условия (6). Из общего анализа условий (6) вытекает, что существенное уменьшение давления на волокно при  $z \rightarrow 0$  может иметь место только при медленном убывании функции  $r(z)$ . Можно установить также, что условия (6) в области  $z \leq R$  выполняются для любого  $z$ , если  $r(z)$  имеет вид

$$r = R \exp \left( -\alpha \frac{z^2}{R^2} \right). \quad (12)$$

В этом выражении безразмерный параметр  $\alpha$  определяет скорость убывания образующей конусообразного защитного слоя и, как вытекает из вышеизложенных рассуждений, должен удовлетворять неравенству

$$\alpha \ll 1. \quad (13)$$

Подставляя (12) в граничные условия (6) и учитывая соотношения (10), можно вычислить постоянные  $C_i^{(j)}$ , а потом с их помощью распределение по координатам компонентов тензора напряжений в волокне. Они имеют следующий вид:

$$\begin{aligned}
 \sigma_{1rr} = \sigma_{1\varphi\varphi} = -p \frac{E_1}{E_1 + (1-2\nu)E_2} \frac{1}{1 - (1-2\nu)\beta} \left[ 1 + \frac{2\alpha(1-2\nu)\beta}{1 - (1-2\nu)\beta} \frac{z^2}{R^2} \right], \\
 \sigma_{1zz} = -p \frac{E_1}{E_2} \frac{1}{1 - (1-2\nu)\beta} \left\{ 1 + 2\nu \frac{R^2}{r_0^2} \beta + \right. \\
 \left. + \frac{2\alpha(1-2\nu)\beta^2}{1 - (1-2\nu)\beta} \left[ 2\nu \left( 1 + \frac{R^2}{r_0^2} \right) - 1 \right] \frac{z^2}{R^2} \right\}. \quad (14)
 \end{aligned}$$

При выводе формул (14) не были учтены члены, пропорциональные  $\frac{r^2}{R^2}$ , так как, кроме малого параметра  $\alpha$ , они содержат малые численные коэффициенты.

Анализ формул (14) показывает, что существенное уменьшение давления при  $z \rightarrow 0$  имеет место только в том случае, если параметры защитного слоя  $R$ ,  $\nu$  и  $E_2$  удовлетворяют неравенству

$$\frac{E_2}{E_1} \gg \frac{2(1-\nu)}{(1-2\nu) \left(1 - \frac{r_0^2}{R^2}\right)}. \quad (15)$$

Таким образом, для уменьшения потерь энергии информационного сигнала, проходящего через оптическую систему с участком перепада давления, необходимо, чтобы параметры переходного участка удовлетворяли условиям (13) и (15).

(Поступило 28.4.1989)

ფიზიკა

ა. კვიმსაძე, ნ. მაჩარაძე, მ. ნინუა, ო. შაჩვანიძე

გოჭოვანი ოპტიკური ბაღაცემის ხაზის ბარდამავალი უბნის პარამეტრების ოპტიმიზაცია ამ უბანზე ბარეზე წნევის მკვეთრი ცვლილების დროს

რეზიუმე

შესწავლილია დრეკადი დაძაბულობების განაწილება ოპტიკური ბოჭკოს გასწვრივ წნევის მკვეთრი ცვლილების უბანში. ამ განაწილების ანალიზის საფუძველზე დადგენილია პირობები, რომლის დროსაც ოპტიკური სიგნალის დანაკარგები მინიმალურია.

PHYSICS

M. V. KVIMSADZE, N. D. MACHARADZE, M. V. NINUA, O. N. CHAVCHANIDZE

### THE OPTIMIZATION OF PARAMETERS OF TRANSITION REGION OF THE FIBER OPTIC LINE AT A SHARP CHANGE OF EXTERNAL PRESSURE

Summary

The distribution of elastic tensions along the optical fiber in the region of pressure change has been studied. Based on the analysis of this distribution conditions have been defined at which losses of the optical signal are minimal.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Г. Мурадян, И. С. Гольдфарб, В. П. Иноземцев. Оптические кабели многоканальных линий связи. М., 1987.
2. Л. Ландау, Е. Лифшиц. Теория упругости. М., 1965.

Н. В. ЦОЦХАЛИШВИЛИ, А. А. МИКАБЕРИДЗЕ, Г. С. ЦЕРЕТЕЛИ

### СОЗДАНИЕ И ФОТОРАЗРУШЕНИЕ ЦЕНТРОВ ОКРАСКИ В МОНОКРИСТАЛЛАХ ГИДРОСОДАЛИТА

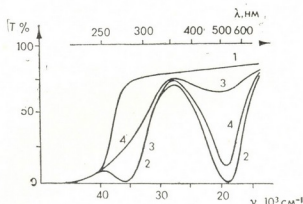
(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. И. Санадзе 16.3.1989)

Содалит—каркасный алюмосиликат, который обратил на себя внимание благодаря катодохромным и фотохромным свойствам [1, 2]. Многообразие физических явлений, происходящих в кристаллах содалита под влиянием ионизирующих излучений, представляет собой область активных исследований [3].

В настоящей работе исследуются процессы, связанные с фото­разрушением и созданием F-центров в монокристаллах гидросодалита  $\text{Na}_8[\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}] \cdot (\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , облученных  $\gamma$ -радиацией. Рассматривается один из возможных механизмов образования F-центров при УФ облучении кристаллов.

Монокристаллы гидросодалита выращивались гидротермальным методом. Центры окраски в этих кристаллах создавались при их облучении  $\gamma$ -радиацией индий-галлиевого контура реактора. Измерения спектра пропускания кристаллов производились в области длин волн от 200 до 800 нм посредством спектрофотометра «Specord UV Vis». Для оптического обесцвечивания и окрашивания образцов УФ светом применялись излучения Ar лазера с  $\lambda = 514,5$  нм и ртутной лампы сверхвысокого давления типа СВД-120А. соответственно. Для выделения отдельных линий УФ излучения лампы применялся монохроматор МДР-12.

Рис. 1. Спектр пропускания гидросодалита: 1 — необлученного; 2 — облученного  $\gamma$ -радиацией дозой  $5 \cdot 10^8$  рад; 3 — после фотообесцвечивания; 4 — после УФ облучения



На рис. 1 представлен спектр пропускания гидросодалита. Кривая 1 снята сразу после выращивания кристалла, кривая 2 — после  $\gamma$ -облучения дозой  $5 \cdot 10^8$  рад, 3 — после фотообесцвечивания, 4 — после УФ облучения. Можно заметить, что в спектре  $\gamma$ -облученных кристаллов появляется полоса поглощения около 520 нм (F-полоса [4]) и в УФ области — около 285 нм. Минимальная доза  $\gamma$ -радиации для создания этих полос  $9 \cdot 10^7$  рад.





В таблице приведены значения показателя поглощения кристалла в видимой и УФ областях спектра при разных дозах  $\gamma$ -облучения.

Из рис. 1 также можно увидеть, что обесцвечивание F-полосы не влияет на полосу поглощения в УФ области. Однако при облучении образца УФ светом наблюдается уменьшение поглощения в УФ области с одновременным наведением F-полосы.

Значения показателя поглощения при разных дозах  $\gamma$ -облучения

Доза облучения, рад	Показатель поглощения в максимуме F-полосы, $\text{см}^{-1}$	Показатель поглощения в максимуме УФ полосы, $\text{см}^{-1}$
$9 \cdot 10^7$	9,8	21,4
$3 \cdot 10^8$	15,2	30
$5 \cdot 10^8$	57	40
$9 \cdot 10^8$	92	90

Спектр окрашивания гидросодалита монохроматической УФ радиацией (изменение оптической плотности максимума F-полосы в зависимости от длины волны падающего УФ-излучения) дан на рис. 2. Величина энергии УФ облучения, соответствующая разным длинам волн, одинакова.

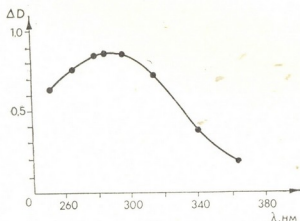
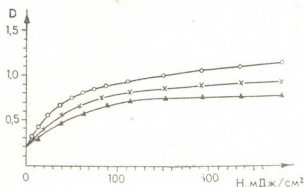


Рис. 2. Спектр образования F-центров УФ излучением

Эффективность окрашивания кристаллов гидросодалита при УФ облучении сильно зависит от интенсивности УФ полосы поглощения в

Рис. 3. Кривые нарастания поглощения в F-полосе при УФ облучении ( $\lambda=296$  нм, плотность мощности  $=0,07$  мВт/ $\text{см}^2$ ) кристалла: 1 — показатель поглощения кристалла в УФ области спектра ( $285$  нм)  $40$   $\text{см}^{-1}$ ; 2 —  $30$   $\text{см}^{-1}$ ; 3 —  $21$   $\text{см}^{-1}$



этих кристаллах. На рис. 3 приведены кривые нарастания поглощения в F-полосе в кристаллах с различным начальным поглощением в УФ области спектра.

Было проведено несколько циклов УФ окраски и оптического обесцвечивания кристалла гидросодалита. Интенсивность наводимой F-полосы уменьшалась от цикла к циклу. Способность кристалла окрашиваться УФ светом значительно уменьшалась с уменьшением поглощения в УФ полосе. Фотохромные свойства кристалла восстанавливались при его повторном облучении  $\gamma$ -радиацией.

Анализ проведенного экспериментального материала дает возможность предположить, что происходит преобразование центра, ответственного за полосу поглощения в УФ области спектра, в F-центр. Что касается природы этого центра, в гидросодалите в процессе облучения кристаллов  $\gamma$ -радиацией могут образоваться U-центры (ион  $H^+$ , замещающий ион  $OH^-$ , находящийся в центре полости алюмосиликатного каркаса гидросодалита). Подтверждением этого может служить факт выделения водорода и других продуктов радиолитического процесса в процессе  $\gamma$ -облучения [4]. В работе [5] указывается на возможность существования U-центров после отжига в атмосфере водорода поликристаллического порошка бромсодалита, синтезированного в гидротермальных условиях. Подтверждением может служить и тот факт, что при исследовании ИК спектров поглощения гидросодалита, облученного различными дозами  $\gamma$ -радиации, начиная с дозы  $\sim 10^8$  рад нами наблюдалась тенденция уменьшения полосы  $3638\text{ см}^{-1}$ , обусловленной гидроксильными ионами.

Таким образом, можно предположить, что при УФ облучении кристаллов гидросодалита идет процесс преобразования U-центра в F-центр. Необходимым условием этого процесса является фотоионизация U-центра. Оставшийся в анионном узле нейтральный атом водорода выбрасывается в междоузлие тепловыми колебаниями решетки, и F-центр в таком случае образуется при захвате электрона созданной анионной вакансией либо U-центр только возбуждается, атом  $H^0$  выбрасывается в междоузлие с возбужденного U-центра, на месте которого остается F-центр [6].

В целочноголоидных кристаллах при низких температурах выброшенные из нормальных узлов  $H^0$  и  $H^-$  локализируются в междоузлиях на некотором расстоянии от начального узла, имея характерное оптическое и парамагнитное поглощение [7, 8]. В содалите при воздействии ионизирующей радиацией в некоторых случаях также наблюдался сигнал ЭПР от атомарного водорода  $H^0$  [9]. Однако при температурах выше 120 К такие междоузельные состояния нестабильны.  $H^0$  и  $H^-$  диффундируют по решетке до захвата каким-либо дефектом. Природа мест локализации этих атомов неясна и требует дальнейшего исследования.

Окончательным подтверждением соответствия УФ полосы поглощения в гидросодалите U-центрам явилось бы установление взаимозависимости интенсивностей колебательной полосы  $H^-$  и полосы с максимумом поглощения при 285 нм при облучении кристаллов УФ радиацией.

Академия наук Грузинской ССР  
Геологический институт  
им. А. И. Джанелидзе

(Поступило 28.4.1989)

ბ. ცოცხალიშვილი, ა. მიხაბერიძე, გ. წერეთელი

ჰიდროსოდალიტის მონოკრისტალებში ფეფერვის ცენტრების  
 შექმნა და ფოტოდაშლა

რეზიუმე

გამოკვლეულია ჰიდროსოდალიტის მონოკრისტალში F-ცენტრების და-  
 შლისა და შექმნის პროცესები. U-ცენტრების გარდაქმნა F-ცენტრებად ულ-  
 ტრაიისფერი დასხივების გავლენით განხილულია როგორც ერთ-ერთი შე-  
 შესაძლო მექანიზმი ჰიდროსოდალიტში F-ცენტრების წარმოქმნისა.

PHYSICS

N. V. TSOTSKHALISHVILI, A. A. MIKABERIDZE, G. S. TSERETELI

CREATION AND PHOTODECAY OF COLOUR CENTRES IN  
 HYDROSODALITE SINGLE CRYSTALS

Summary

F-centres photodecay and creation in  $\gamma$ -irradiated hydrosodalite single  
 crystals have been studied. The U-centres transformation process has been  
 considered as one of the possible mechanisms of F-centres formation under  
 UV irradiation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. W. G. Hodgson *et al.* J. Chem. Phys., 47, 1967, 3719.
2. M. J. Taylor *et al.* Rad. Electron. Engineer, 40, 1970, 17.
3. В. П. Денкс. Труды ИФ АН ЭССР, 55, 1984, 14.
4. Ш. Вахидов, М. А. Вахидова, А. Н. Лобачев, О. К. Мельников,  
 Н. С. Триодина. Изв. АН УССР, сер. физ.-мат. наук, № 5, 1975, 48.
5. R. C. Aliq *et al.* J. Phys. Chem. Solids, 36, 1975, 695.
6. С. М. Мурадов, М. А. Эланго. Труды межвузовской конференции по ра-  
 диационной физике. Томск, 1970, 189.
7. C. J. Delbecq *et al.* Phys. Rev. 104, 1956, 5999.
8. H. T. Thomas. Ann. Phys. 38, 1940, 601.
9. S. D. McLaughlan *et al.* Phys. Letters, 32A, 1970, 343

Э. Ш. ЭЛИЗБАРАШВИЛИ, Т. В. ХЕЛАДЗЕ

## О ВЛИЯНИИ ИНГУРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА НА МЕСТНЫЙ КЛИМАТ

(Представлено академиком М. А. Алексидзе 22.5.1989)

Климатические изменения любой местности складываются под влиянием ряда факторов [1—3 и др.], которые мы подразделяем на три группы. Первую группу составляют глобальные факторы изменения климата. Глобальные изменения климатических условий проявляются в вековых колебаниях климата, потеплениях или похолоданиях. Причинами этих явлений могут быть тектонические, астрономические или радиационные факторы, а также антропогенное влияние на глобальный климат вследствие увеличения в атмосфере концентрации углекислого газа, развития парникового эффекта и потепления. Эти процессы охватывают одновременно значительные территории, например полушария или весь земной шар в целом.

Вторую группу представляют циркуляционные факторы изменения климата. Под ними подразумевается развитие в определенные периоды меридиональных или зональных типов циркуляции, способствующих формированию различных циркуляционных эпох, характеризующихся чередованием волн тепла или холода, повышением или понижением уровней осадков.

Третью группу факторов, изменяющих климат, составляют местные факторы. Причиной местных изменений климата обычно является нарушение экологического равновесия внутри однородного природно-территориального комплекса, например осушение болот, орошение в зоне недостаточного увлажнения, эксплуатация водохранилищ. Местные изменения климата распространяются лишь на несколько десятков километров.

Следует учесть также, что в горных районах процессы похолодания или понижения в различных высотных зонах проявляются неодинаково [4, 5].

Исходя из изложенного можно утверждать, что для оценки влияния местных условий на изменение климата следует исключить влияние глобальных и циркуляционных факторов. Следовательно, для оценки влияния Ингурского водохранилища на климат Джвари, расположенного непосредственно в зоне влияния водоема, необходимо исключить те изменения глобальных и циркуляционных процессов, которые характерны для данной климатической области, в частности Колхидской низменности.

Выделение глобальных и циркуляционных составляющих изменения климата, по данным лишь одной станции Джвари, не представляется возможным, так как они накладываются друг на друга и в од-



ном случае усиливают, а в другом ослабляют процессы потепления или похолодания. Однако сопоставление данных станций, расположенных в одинаковых климатических условиях, в одной и той же высотной зоне, испытывающих одинаковое влияние глобальных и циркуляционных факторов, позволяет оценить влияние местных факторов на изменение климата (см. рис. 1).

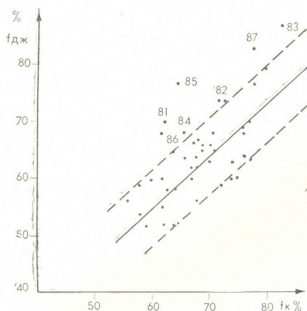


Рис. 1. Зависимость между месячными значениями относительной влажности воздуха на станциях Джвари ( $f_{дж}$ ) и Кутаиси ( $f_k$ ) по материалам 1937—1987 гг. (январь)

Из рис. 1 следует, что между метеорологическими данными Джвари и Кутаиси до 1981 г. существовала достаточно тесная связь. Однако начиная с 1981 г. точки рассеиваются относительно линии регрессии, что свидетельствует о нарушении однородности ряда. При этом все точки начиная с 1981 г располагаются выше линии регрессии, что указывает на увеличение влажности на станции Джвари.

Для обоснования нарушения однородности в рядах основных элементов климата использовался параметр Стьюдента, давно апробированный в климатологических исследованиях (6):

$$t = \frac{\bar{y} - \bar{x}}{\sqrt{\frac{n\sigma_x^2 - m\sigma_y^2}{n+m}}} \sqrt{\frac{nm(n+m-2)}{n+m}}, \quad (1)$$

где  $n$  и  $m$  — число членов в каждой части ряда;  $\bar{x}$  и  $\bar{y}$  — средние значения каждой из частей ряда соответственно объемом  $n$  и  $m$ ;  $\sigma_x$  и  $\sigma_y$  — средние квадратические отклонения частей ряда.

Если значение параметра Стьюдента превышает его критическое значение, то гипотеза об однородности ряда отвергается, а сочетание  $n$  и  $m$ , для которых параметр достигает максимума, позволяют установить время нарушения однородности (см. табл. 1).

Таблица 1

Качественная оценка влияния Ингурского водохранилища на местный климат

Влияние водохранилища	Месяц	Начало влияния
Период оттепляющего влияния	Сентябрь, октябрь	1982
Период охлаждающего влияния	Апрель, май	1982
Увеличение осадков	Апрель	1984
Период наибольшего увлажнения атмосферы	Август—март	1981—1983

Местные изменения климата на станции Джвари начались в 1981—1982 гг., когда вода в водохранилище достигла рабочего уровня. Установление оттепляющего периода в сентябре-октябре, а охлаждающего — в апреле-мае хорошо объясняется инерционностью водной массы.

Для количественной оценки влияния водохранилища на климат использовалась процедура, изложенная в (6) и основанная на вычислении параметра

$$\tau = \frac{\bar{y}_2 \cdot \bar{x}_1}{\bar{x}_2 \cdot \bar{y}_1}, \quad (2)$$

где индексы 1 и 2 соответствуют стадиям до и после нарушения однородности в рядах.

Исправление наблюдаемых значений климатических элементов осуществляется путем их умножения на параметр  $\tau$ . Соответствующие расчеты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Количественная оценка влияния Ингурского водохранилища на местный климат  
(а—фактические данные, б—исправленные)

Элемент и месяц		1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Температура (апрель)	а	—	14,6	13,6	13,1	12,7	14,9	9,8
	б	—	15,3	14,3	13,8	13,3	15,6	10,3
Температура (октябрь)	а	—	15,0	15,1	16,5	13,9	15,7	14,8
	б	—	14,6	14,6	16,0	13,5	15,2	14,4
Осадки (апрель)	а	—	—	—	281	168	146	248
	б	—	—	—	242	144	126	213
Относительная влажность (январь)	а	70	74	87	68	77	65	83
	б	60	64	75	58	60	56	71
Относительная влажность (декабрь)	а	—	—	71	77	72	81	81
	б	—	—	58	63	59	66	66
Упругость водя- ного пара (декабрь)	а	—	—	7,6	6,9	7,1	7,1	7,6
	б	—	—	6,2	5,6	5,7	5,7	6,2

Как следует из данных табл. 2, на станции Джвари произошли значительные изменения местного климата. В дальнейшем будут продолжены исследования по оценке пространственного масштаба влияния водохранилища на климат, а также возможные последствия этого влияния.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт геофизики

(Поступило 25.5.1989)

გეოფიზიკა

მ. ელიზბარაშვილი, თ. ხალაძე

ინგურის წყალსაცავის გავლენის შესახებ ადგილობრივ ჰავაზე

რეზიუმე

ჩატარებულია გვარის ადგილობრივ ჰავაზე ინგურის წყალსაცავის გავლენის ხარისხობრივი და რაოდენობრივი შეფასებები. დადგენილია ჰავის და-



თბოლის და აცივების, მისი მაქსიმალური დანესტრანების პერიოდები. გამოთვლილია შესაბამისი რიცხვითი მახასიათებლები.

GEOPHYSICS

E. Sh. ELIZBARASHVILI, T. V. KHELADZE

THE INFLUENCE OF THE ENGURI RESERVOIR ON  
LOCAL CLIMATE

Summary

Quantitative and qualitative assessment of the influence of the Enguri reservoir on the local climate of Jvari has been carried out. The periods of warming and cooling influence and of maximum humidification of climate are established and their appropriate numerical parameters are calculated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. И. Будыко. Изменения климата. Л., 1974, 280.
2. И. И. Борзенкова, К. Я. Винникоз, Л. П. Спирина. Метеорол. и гидрол., № 3, 1976, 27—35.
3. А. А. Гирс. Многолетние колебания атмосферной циркуляции и долгосрочные гидрометеорологические прогнозы. Л., 1974, 200.
4. Д. Ф. Давитая. Изв. АН СССР, сер. геогр., № 6, 1972, 3—12.
5. Э. Ш. Элизбарашвили. Сообщения АН ГССР, 135, № 2, 1969.
6. Н. В. Кобышева, Г. Я. Наровлянский. Климатологическая обработка метеорологической информации. Л., 1978, 294.



ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. Н. СОБОЛЕВ, А. Е. ШВЕЛАШВИЛИ, В. Н. КОКЗЕН,  
 С. Р. ПЕТРУСЕНКО, А. А. КАПШУК

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ДВОЙНОЙ СОЛИ ТИОЦИОНАТА  
 КАЛИЯ И ТИОЦИОНАТА ТРИС(ЭТИЛЕНДИАМИН) КАДМИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. В. Цицладзе 23.5.1989)

Координационные соединения переходных металлов с этилендиамином(en) вызывают неослабевающий интерес, обусловленный возможностью их использования в некоторых технологических процессах, например, для получения высококачественных покрытий металлов из растворов этих комплексов [1].

Известна двойная соль  $[\text{Ni(en)}_3](\text{SeCN})_2 \cdot \text{KSeCN}$  [2], которая получена взаимодействием  $\text{KSeCN}$  и  $[\text{Ni(en)}_3]\text{Cl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  в водном растворе. Нами разработан более простой и удобный прямой метод получения двойных солей подобного состава, в частности,  $[\text{Cd(en)}_3](\text{SCN})_2 \cdot \text{KSCN}$ .

Синтез  $[\text{Cd(en)}_3](\text{SCN})_2 \cdot \text{KSCN}$ .

В реактор на 100 мл вносят 0,32 г порошка кадмия, 1,46 г тиоционата калия, приливают 25 мл метанола, 1 мл этилендиамина и нагревают при температуре  $50^\circ\text{C}$  и постоянном перемешивании на магнитной мешалке в течение 6—7 часов до полного превращения кадмия в бесцветные кристаллы. Выпавший осадок перекристаллизовывают из метанола, фильтруют и высушивают при обычных условиях. Выход 1,44 г (57%).

Найдено, %:  $\text{Cd}=22,1$ ;  $\text{NCS}=34,45$ ;  $\text{C}=20,4$ ;  $\text{H}=4,8$ ;  $\text{N}=25,3$ . Вычислено для  $[\text{Cd(en)}_3](\text{SCN})_2 \cdot \text{KSCN}$  %:  $\text{Cd}=22,3$ ;  $\text{NCS}=34,6$ ;  $\text{C}=21,4$ ;  $\text{H}=4,8$ ;  $\text{N}=25,0$ . Элементный анализ проведен на С, Н, N-анализаторе „Carlo Erba Strumentazione“ кадмий определен по [3].

Кристаллическая структура  $[\text{Cd(en)}_3](\text{SCN})_2 \cdot \text{KSCN}$ .

Таблица 1

Межатомные расстояния, Å

Связь	Å	Связь	Å
Cd—N1	2,373(2)	N1—H1	0,84(3)
Cd—N2	2,363(3)	N1—H2	0,83(3)
K1—N	2,960(4)	N2—H7	0,86(3)
K2—N	2,994(4)	N2—H8	0,87(3)
N1—C1	1,464(5)	C1—H3	1,00(3)
N2—C2	1,465(3)	C1—H4	0,92(3)
C1—C2	1,517(4)	C2—H5	0,98(3)
S—C	1,643(4)	C2—H6	0,99(3)
N—C	1,146(6)		



Экспериментальный материал — 850 отражений, из которых 837 независимых — получен на автоматическом дифрактометре «Syntex P1» ( $M\alpha_1$ -излучение, графитовый монохроматор, 2%-сканирование до  $2\theta_{\max} = 50^\circ$ ). В измеренные интенсивности отражений введена LP-поправка. Поглощение образца не учитывалось ( $\mu_{M\alpha_1} = 15,5 \text{ см}^{-1}$ ).

Кристаллы  $[Cden_3](SCN)_2 \cdot KSCN$  тригональные:  $a = 11,868(3) \text{ \AA}$ ;  $c = 16,917(3) \text{ \AA}$ ;  $v = 2063,5(7) \text{ \AA}^3$ , пространственная группа  $P3-c1$ ,  $Z = 4$ ,  $\rho_{\text{расч.}} = 1,63 \text{ г/см}^3$ .

Таблица 2

Некоторые валентные углы, град.

Угол	град	Угол	град
N1—Cd—N2	75,2(1)	N—C—S	178,6(3)
N1—C1—C2	110,5(3)	C—N—K1	141,5(3)
N2—C2—C1	110,7(2)	C—N—K2	127,9(2)
C1—N1—Cd	106,9(2)	K1—N—K2	90,5(1)
C2—N2—Cd	109,2(2)		

Структура решена методом тяжелого атома. Координаты атомов водорода найдены объективно из разностного Фурье-синтеза. Уточнение проводили блок-диагональным МНК в анизотропном приближении для неводородных атомов и изотропном — для атомов водорода по 721 отражению с  $l \geq 36(1)$  до  $R = 0,015$ . Все расчеты проведены по программам комплекса XTLSM на ЭВМ «Электроника 100-25» и Shelx-76» на ЭВМ ЕС-1052. Координаты атомов при надобности могут быть высланы.

Основными структурными элементами  $[Cden_3](SCN)_2 \cdot KSCN$  являются комплексы  $[Cden_3]^{2+}$  и колонки объединенных через общую грань октаэдров  $K(NCS)_6$ .

Таблица 3

Межмолекулярные контакты с участием атомов S

Контакт	г, $\text{\AA}$	Угол NH...S, град.	Преобразование координат атома S
H1...S	2,70	152,2	y, y-x, -z
H2...S	3,15	163,3	x, y, z
H7...S	2,99	115,7	1+x-y, 1-y, 1/2-z
H7...S	2,89	154,0	-x, y-x, 1/2-z
H8...S	2,88	163,4	1-y, 1+x-y, z
H8...S	3,24	97,3	1+x-y, 1-y, 1/2-z

Координационное число кадмия в комплексном катионе, как и должно быть, равно шести. Атомы азота трех бидентатных молекул этилендиамина образуют искаженный октаэдр. Атом кадмия занимает частную позицию на тройной оси и в этом отношении повторяет строение катионов  $[Cden]^{2+}$  в  $[Cden_3]X$ , где  $X = S_2O_3^{2-}$ ,  $SSeO_3^{2-}$  [4].

Расстояние Cd—N (табл. 1) согласуется с найденными ранее в этилендиаминных комплексах кадмия [4]. Угол раствора хелатного цикла, равный  $75,2(1)^\circ$ , практически совпадает с таковым в  $Cden_2(NCS)_2$  ( $75,6^\circ$ ) и  $[Cden_2(NCS)Cl]$  ( $74,8$  и  $76,0$ ) [1].

Этилендиаминные циклы имеют гош-конфигурацию. Геометрические характеристики лиганда приведены в табл. 1, 2. Среднее значение валентных углов с участием атомов водорода равно  $109,9(2,2)^\circ$ .

Атомы калия занимают две кристаллографически неэквивалентные позиции. Вокруг ионов калия осуществляется шестерная координация, которую можно охарактеризовать как искаженный октаэдр.

Координационные полиэдры представляют собой искаженные октаэдры, вытянутые вдоль оси третьего порядка. Расстояние KN несколько отличается для атомов K(1) и K(2), чередуясь друг с другом октаэдры  $KN_6$  через общую грань объединяются в бесконечные колонки, ориентированные вдоль (001).

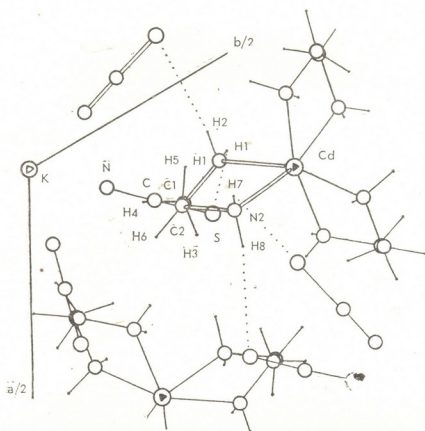


Рис. 1. Фрагмент проекции структуры  $[Cd(en)_3](NCS)_2 \cdot KNCS$ .

Атомы серы имеют несколько контактов с атомами водорода аминогрупп (табл. 3), которые можно рассматривать как возможные водородные связи. Система таких связей объединяет катионы в трехмерный каркас (рис. 1). Таким образом, атом серы NCS группы осуществляет два контакта с атомами водорода аминогруппы.

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

Киевский государственный  
университет  
им. Т. Г. Шевченко

Московский физико-химический  
институт  
им. Л. Я. Карпова

(Поступило 29.6.1989)

ა. სოგოლევი, ა. ზვებლაშვილი, ვ. კოკოჯი, ს. პეტრუსენკო, ა. კაპშუკი

კალიუმის თიოციანატის და კადმიუმის ტრის(ეთილენდიამინ)-  
თიოციანატის ორმაგი მარილის სინთეზი და კვლევა

რეზიუმე

სინთეზირებულია ორმაგი მარილი  $[Cden_3](SCN)_2 \cdot KSCN$  მონოკრისტალის სახით. ჩატარებულია ამ ნაერთის რენტგენოსტრუქტურული ანალიზი. კრისტალები მიეკუთვნება ტრიგონალურ სინგონიას. ელემენტარული უჯრედის პარამეტრებია:  $a = 11,863(3) \text{ \AA}$ ,  $c = 16,917(3) \text{ \AA}$ .

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

---

A. N. SOBOLEV, A. E. SHVELASHVILI, V. N. KOKOZEY,  
S. R. PETRUSENKO, A. A. KAPSHUK

SYNTHESIS AND INVESTIGATION OF A DOUBLE SALT OF  
POTASSIUM THIOCYANATE AND CADMIUM TRIS(ETHYLENEDI-  
AMINE)THIOCYANATE

Summary

A double salt of  $[Cden_3](SCN)_2 \cdot KSCN$  has been synthesized as a monocrystal. X-ray crystal analysis of the compound has been made. The crystals belong to the trigonal system. Elementary unit-cell parameters are as follows:  $a = 11,868(\text{ \AA})$ ,  $c = 16,917(3)\text{ \AA}$ .

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. E. Швелашвили, М. А. Пэрай-Кошни. Стереохимия координационных соединений некоторых металлов с циклообразующими аминами. Тбилиси, 1979.
2. M. E. Fağağo, S. M. James, V. S. G. Trew. J. Chem. Soc., A, № 5, 1967, 728-729.
3. Г. Шарло. Методы аналитической химии. М., 1969.
4. Н. В. Подберезская, С. В. Борисов. ЖСХ, 12, № 6, 1971, 1114—1115.

Т. А. ХОСРУАШВИЛИ, Л. И. КИРМЕЛАШВИЛИ, Д. П. ХАРАДЗЕ,  
 Р. Д. КАЦАРАВА

О РЕАКЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ 4,4'-ДИЗАМЕЩЕННЫХ  
 2,2'-п-ФЕНИЛЕН-(БИС-ОКСАЗОЛИН-5-ОН)ОВ

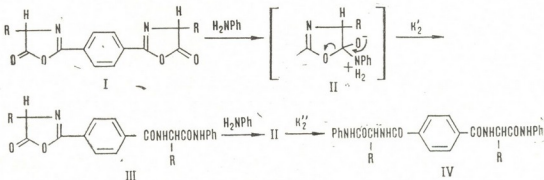
(Представлено академиком М. М. Заалишвили 30.12.1988)

4,4'-дизамещенные 2,2'-п-фенил-(бис-оксазолин-5-он)ы привлекают внимание как бифункциональные мономеры электрофильной природы, реагирующие с диаминами или гликолями в мягких условиях по полиаддитивной схеме с образованием соответствующих полиамидов (ПА) и полиэфиров регулярного строения [1—4]. С практической точки зрения использование легкодоступных бисоксазолинонов оказалось плодотворным для получения биосовместимых ПА, содержащих в основных цепях макромолекул ферментативно расщепляемые связи пептидного типа [5, 6].

Процессы полимерообразования с участием бисоксазолинонов цитированных работах исследованы достаточно подробно. Сведения же об их реакционной способности, в частности касающиеся влияния заместителей в положениях 4,4'-оксазолиноновых циклов, равно как и взаимного влияния последних, в литературе отсутствуют. Для выяснения указанных вопросов в настоящей работе изучена кинетика аминлиза ряда бисоксазолинонов, синтез и очистка которых описаны в [6].

Методом ИК-спектроскопии исследовали реакцию взаимодействия бисоксазолинонов с анилином в условиях реакции псевдопервого порядка, при избытке последнего (исходное соотношение реагентов см. в таблице). Реакцию проводили в термостатируемой кювете ( $CaF_2$ ,  $l=0,26$  мм). Текущую концентрацию бисоксазолинона ( $c$ ) измеряли на калибровочных кривых по оптической плотности полосы в области  $1830-1840$   $cm^{-1}$  ( $\nu_{CO}$  оксазолинонового цикла), прозрачной для ДМАА. Спектры снимали с компенсацией растворителя. В рабочем интервале концентрации (0,05—0,005 мол/л) отклонение от закона Бугера—Ламберта—Бера не наблюдалось. Вклад взаимодействия бисоксазолинонов с чистым растворителем не превышает 4—5% валовой скорости реакции. Все линейные зависимости обрабатывали методом наименьших квадратов.

Реакция бисоксазолинонов (I) с анилином протекает по ступенчатой схеме, с образованием промежуточного моноамида (III) и конечного бисамида (IV):



где R см. в таблице.

Для многих производных п-фенилена, в частности терефталевой кислоты [7], характерно изменение реакционной способности второй функциональной группы  $k'_2 = k''_2$ , что в условиях реакции псевдопервого порядка должно проявляться как отклонение зависимости  $lnc = k \cdot t$  от линейности, особо ощутимо — вблизи  $\approx 50\%$ -ной конверсии. Экспериментальные точки, однако, во всех исследованных случаях хорошо спрямляются в координатах реакции первого порядка ( $r = 0,994-999$ ) вплоть до 80—85%-ной конверсии, что говорит в пользу отсутствия взаимного влияния оксазолиновых циклов ( $k'_2 = k''_2$ ) и позволяет отнести бисоксазолины к категории мономеров с независимой реакционной способностью функциональных групп. Наблюдаемое можно связать с близкими значениями констант заместителей ( $\sigma$ ) бисоксазолинового цикла в (I) и амидной группировки в (II) или же с отсутствием передачи электронного влияния к карбонильной группе (если скорость лимитируется образованием интермедиата (II)) и эфириному кислороду (если скорость лимитируется распадом интермедиата (II)). Передаче влияния могут препятствовать как отсутствие кольцевого сопряжения внутри гетероцикла, так и отсутствие «сквозного» сопряжения, обусловленное возможным некопланарным строением молекулы.

Наблюдаемые константы  $k_2$  реакции анилинлиза бисоксазолинов в среде ДМАА при 30°

Бисоксазолинон (I), R=	Мольное соотношение бисоксазолинон: анилин*	$n$	$k_2 \cdot 10^5$ , моль <sup>-1</sup> с <sup>-1</sup> л		$\sigma_1$ [10]	$E_s^\circ$ [11]	$F$ [11]
—CH <sub>3</sub>	1:20	3	9,8	0,1	0,00	0,00	0,00
	1:20	3	3,7	0,3			
—CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	1:30	2	3,8	0,1	—0,19	—0,85	2,12
	1:40	2	3,8	0,3			
—CH <sub>2</sub> CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	1:20	3	9,5	0,5	—0,123	—1,13	0,82
—(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>	1:20	3	10,1	0,5	—0,13	—0,59	0,66
—CH <sub>2</sub> —C <sub>6</sub> H <sub>5</sub>	1:20	3	9,3	0,4	0,21	—0,72	—
—CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> SCH <sub>3</sub>	1:20	3	13,0	0,3	—	—0,77**	—

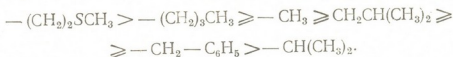
$n$  — число параллельных опытов.

\* Исходная концентрация бисоксазолинона 0,05 моль/л.

\*\* Приведено значение  $E_s^\circ$  для CH<sub>2</sub>SCH<sub>3</sub> группы с учетом, что влияние дополнительной CH<sub>2</sub>-группы на стерические константы не очень велико (например,  $E_s^\circ$  и  $F$  для —(CH<sub>2</sub>)<sub>3</sub>CH<sub>3</sub> = —0,56 и 0,52 соответственно [10]).

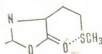
Из экспериментальных данных (в координатах  $lnc-t$ ) определяли наблюдаемую константу реакции псевдопервого порядка  $k_1$ . Далее из уравнения  $k_1 = k_2 \cdot [A]$  ( $[A]$  — концентрация анилина) рассчитывали значения наблюдаемой константы реакции второго порядка  $k_2$ . Совпадение значений  $k_2$  (таблица) при разных исходных концентрациях анилина свидетельствует об отсутствии потока реакции, катализируемой самим амином. В среде ДМАА это закономерно, учитывая как его высокую, по сравнению с анилином, концентрацию, так и способность соединений с высоким  $pK_{HB}$  ( $pK_{HB}$  ДМАА 2,38 [8]) оказывать сильное каталитическое воздействие на процессы аминлиза карбонильных соединений [9].

Исходя из полученных кинетических данных, радикалы  $R$  по уменьшению реакционной способности соответствующих оксазолинов образуют ряд



Какая-либо корреляция реакционной способности бисоксазолинов с индукционными ( $\sigma_I$ ) или стерическими ( $E_s^0$ ) константами заместителей  $R$  не наблюдается (таблица); некоторая связь прослеживается с константой  $F$ , учитывающей «водородное напряжение» [11], наибольшее экранирующее влияние оказывает изопропильная группа, что совпадает, например, с данными работы [12], полученными при изучении прямой поликонденсации  $\alpha$ -аминокислот.

Более высокую активность бисоксазолинона на основе метионина против ожидаемой можно связать, например, с увеличением электрофильности карбонильной группы за счет ее координации с атомом серы, аналогично описанному в литературе (см. например, [13] и цитированную там литературу):



Академия наук Грузинской ССР  
Институт молекулярной биологии  
и биологической физики

(Поступило 12.1.1989)

ორგანული ქიმია

თ. ხოსრუაშვილი, ლ. ყირმელაშვილი, დ. ხარაძე, რ. ძაძარაძე

4,4'-დიჩანაცვლებული 2,2'-პ-ფენილენ-(ბის-ოქსაზოლინ-5-ონ)-ების რეაქციისუნარიანობის შესახებ

რეზიუმე

4,4'-(R)-დიჩანაცვლებული 2,2'-პ-ფენილენ-(ბის-ოქსაზოლინ-5-ონ)-ების აქციისუნარიანობის გასარკვევად შესწავლილ იქნა მათი ანილინთან ურთიერთობებების რეაქციის კინეტიკა ინფრაწითელი სპექტროსკოპიის მეთოდით დიმეთილაცეტამიდში 30°. დადგენილ იქნა, რომ ბისოქსაზოლინონების ციკლები ამჟღავნებენ დამოუკიდებელ რეაქციისუნარიანობას და კორელაცია მეორე რიგის რეაქციის სიჩქარის კონსტანტებსა ( $k_2=3,7-13,0 \cdot 10^{-5}$  მოლ.<sup>-1</sup> წმ<sup>-1</sup> ლ) და ჩამნაცვლებლების ინდუქციურ ( $\sigma_I$ ) ანდა სტერიულ ( $E_s^0$ ) კონსტანტებს შორის ( $R=-\text{CH}_3$ ,  $-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ ,  $-\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ ,  $-(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$ ,  $-(\text{CH}_2)_2\text{SCH}_3$ ,  $-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_5$ ) არ შეინიშნება. რეაქციას ყველაზე მეტად აფერხებს იზოპროპილის ჯგუფი, ყველაზე ნაკლებად  $\beta$ -მერკაპტოეთილისა. გამოთქმულია მოსაზრება, რომ უკანასკნელი გარკვეულად ამძღვებს ბისოქსაზოლინონების აქტივობას კარბონილის ჯგუფის ქანებადის გოგირდთან შიგამოლეკულური კოორდინაციის გზით.

T. A. KHOSRUASHVILI, L. I. KIRMELASHVILI, D. P. KHARADZE,  
R. D. KATSARAVA

ON REACTIVITY OF 4,4'-DISUBSTITUTED 2,2'-P-PHENYLENE-  
(BIS-OXAZOLIN-5-CN)ES

Summary

The kinetics of anilinolysis of 4,4'-disubstituted 2,2'-p-phenylene-bis-oxazolin-5-ones in DMAA at 30° was investigated by IR-spectroscopy for the estimation of their reactivity. It was established that oxazolin cycles reveal an independent reactivity and no correlation between the observed second-order rate constants ( $k_2=3,7-13,0 \cdot 10^{-5} \text{mol}^{-1} \text{s}^{-1}$ ) and inductive ( $\sigma_I$ ) or steric  $E_s$ -constants of substituents ( $R=-\text{CH}_3$ ,  $-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ ,  $-\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ ,  $-\text{CH}_3)_2\text{CH}_3$ ,  $-(\text{CH}_2)_2\text{SCH}_3$ ,  $-\text{CH}_2\text{Ph}$ ) was observed. The isopropyl group leads to the largest retardation of the reaction, and the  $\beta$ -methylmercaptoethyl group—to the lowest one. It was suggested that the latter group raises to some extent the reactivity of oxazolinone cycle as a result of intramolecular coordination of carbonyl oxygen with a sulphur atom.

სტრუქტურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. C. S. Cleaver, B. C. Pratt. J. Amer. Chem. Soc. 77, № 6, 1955, 1541-1544.
2. Т. М. Фрунзе, В. В. Коршак, Л. В. Козлов. Изв. АН СССР, ОХН, № 3, 1959, 535—539.
3. K. Hohenlohe-Oehringen, H. Bretschneider. Monatsch. Chem. 93, № 3, 1962, 645-656.
4. M. Ueda *et al.* J. Polymer Sci. Polymer Chem. Ed., 16, № 1, 1978, 155-162.
5. Р. Д. Кацарава, Д. П. Харадзе, Л. И. Кирмелашвили, Т. М. Бендиашвили, М. М. Заалишвили. Сообщения АН ГССР, 114, № 2, 1984, 321—324.
6. Р. Д. Кацарава, Д. П. Харадзе, Л. И. Кирмелашвили, М. М. Заалишвили. Acta Polymerica, 36, № 1, 1985, 29—58.
7. В. А. Васнев, С. В. Виноградова. УХ, 48, № 1, 1979, 30—50.
8. R. F. Taft *et al.* J. Amer. Chem. Soc., 91, № 17, 1969, 4801-4808.
9. C. W. Su, J. W. Watson. J. Amer. Chem. Soc. 96, № 6, 1974, 1854-1857.
10. Справочник химика, т. 3. М.—Л., 1964, 955.
11. В. А. Пальм. Основы количественной теории органических реакций. Л., 1977, 359.
12. F. Higashi *et al.* J. Polymer Sci., Polymer Chem. Ed., 18, № 6, 1980, 1841-1846.
13. K. J. G. Reid, J. C. Paul. Chemical Commun., D, № 6, 1970, 344-345.

Л. М. КОРТАВА, Л. Д. МЕЛИҚАДЗЕ (академик АН ГССР),  
Э. А. УШАРАУЛИ

## О СОДЕРЖАНИИ АРИЛАДАМАНТАНОВ В НЕФТИ

Разработанный ранее способ гидропиrolитической фрагментации ароматических углеводородов, предложенный для идентификации ароматических фрагментов молекул высококипящей части нефти [1], нами был использован для установления наличия ариладамантановых углеводородов в нефти.

В литературе не встречаются данные о содержании в нефти углеводородов ариладамантанового ряда, хотя их присутствие, согласно известной закономерности, наблюдаемой в вещественном составе нефти, логически не исключено.

Отмеченная закономерность, сформулированная в свое время Ф. Д. Россини, заключается в следующем [2]:

1. Все нефти содержат в основном одни и те же компоненты. Различие между ними состоит лишь в количественном их содержании.
2. Все компоненты нефти представляют собой различные комбинации одних и тех же структурных элементов.

Согласно А. Ф. Добрянскому, в нефти всегда представлены отдельные структурные представители углеводородов и их различные комбинации [3].

Наличие в нефти структур адамантана и ароматических углеводородов, естественно, дает основание предположить, что в нефти, особенно в высококипящей ее части, должны быть представлены и комбинации ароматических структур с адамантановыми структурами, т. е. ариладамантаны — соединения, содержащие ароматические и адамантановые фрагменты.

Как известно, в различных нефтях, в том числе и грузинских, идентифицированы адамантан и его алкилпроизводные, а также конденсированные ароматические углеводороды [4—8].

Исходя из вышесказанного, логически можно предположить наличие в нефти комбинаций вышеуказанных структур, т. е. ариладамантановых углеводородов.

Мы провели специальные исследования по поиску ариладамантановых углеводородов в высококипящей части нефти (в которой исключено содержание адамантана и его алкилпроизводных) методом гидропиrolитической фрагментации, однако обнаружить фрагмент адамантана в гидропиrolизатах исследуемых углеводородов не удалось.

Возможно, одной из причин отсутствия ариладамантанов и, следовательно, нарушения известной закономерности в вещественном составе нефти является каталитическое расщепление ариладамантанов в недрах земли под действием алюмосиликатов и температуры нефтеносного пласта.

В соответствии с изложенным целью настоящей работы являлось изучение влияния алюмосиликатов на температуру фрагментации индивидуальных ариладамантанов.

Исследование проводилось на примере 1-(1-нафтил)-, 1-(2-флуоренил)-, 1-(2-фенантрил)- и 1-(2-антрил)-адмантанов. В качестве





алюмосиликатов применяли керн из нефтеносного месторождения «Нипоцминда», извлеченный из глубины 1878—1883 м, и гумбрин.

К определенному количеству измельченного порошкообразного и обезвоженного алюмосиликата добавляли 10% ариладамантана (от взятого алюмосиликата), после интенсивного перемешивания смесь помещали в реакционную пробирку и проводили гидропиролиз по разработанной нами методике [1].

Предварительными опытами на индивидуальных модельных углеводородах—ариладамантанах было установлено, что расщепление ариладамантанов при давлении водорода 7 МПа и продолжительности процесса 4 часа происходит при температуре 350—400°C.

В присутствии алюмосиликатов гидропиролиз исследуемых ариладамантанов проводили при температурах 250, 300 и 350°C. Давление водорода и продолжительность процесса те же, что и при отсутствии алюмосиликатов.

Исследование гидропиролизатов, извлеченных из реакционной смеси диоксаном, проводили методом газо-жидкостной хроматографии на хроматографе «Цвет-102» на колонке длиной 3 м и внутренним диаметром 3 мм. Твердый носитель — хромсорб W, неподвижная фаза — OV-101, газ-носитель — водород, детектор пламенно-ионизационный.

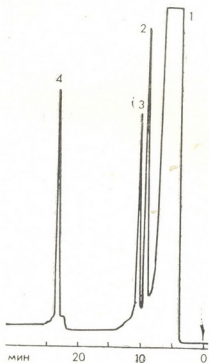


Рис. 1. Хроматограмма продукта гидропиролиза (250°C) нафтиладаммантана в присутствии гумбрин: 1 — растворитель, 2 — адамantan, 3 — нафталин, 4 — нафтиладаммантан. Температура анализа 100°C — 10°/мин—300°C

Хроматографический анализ гидропиролизатов показал, что в присутствии нефтяного керна фрагментация исследуемых ариладамантанов начинается при температуре 300°C, в присутствии же гумбрин температура начала фрагментации понижается до 250°C (см. рис. 1). При такой температуре и при том же давлении водорода полная фрагментация ариладамантанов достигается увеличением продолжительности процесса гидропиролиза до 130 часов. Из этих данных видно, что увеличение продолжительности гидропиролиза компенсирует воздействие температуры на процесс фрагментации, а это, со своей стороны, указывает на то, что в природных условиях превращения нефти полное расщепление ариладамантанов может происходить при гораздо более низких температурах, соответствующих геотермическому градиенту (ниже 250°C).

Для выяснения влияния других сопутствующих углеводородов температуру фрагментации ариладамантанов в присутствии алюмосиликатов был проведен гидропиролиз исследуемых индивидуальных ариладамантанов в смеси с высококипящими ароматическими углеводородами нефти в присутствии гумбрина. В концентрат ароматических углеводородов высококипящей части нефти внесли индивидуальный ариладамантан (в количестве 1%), гумбрин (90% гумбрина в отношении добавленного к концентрату ариладамантана).

Гидропиролиз проводили при температуре 250°C и давлении водорода 7 МПа в продолжение 130 часов.

Исследование соответствующего гидропиролизата посредством газо-жидкостной хроматографии указывает на уменьшение концентрации ариладамантана в исследуемой смеси на 60—70%, а это указывает на то, что наличие других углеводородов не препятствует расщеплению и фрагментации ариладамантанов. Из этого следует, что ариладамантаны при наличии других углеводородов нефти также подвергаются расщеплению при гидропиролизе при относительно низкой температуре.

Таким образом, гидропиролитическое исследование углеводородов ариладамантанового ряда как в индивидуальном виде, так и в смеси с ароматическими углеводородами нефти в присутствии природных алюмосиликатов показывает, что в условиях залегания нефти распад ариладамантанов за счет фактора времени может происходить при более низких температурах, соответствующих геотермическому градиенту нефтеносного пласта.

Указанные результаты дают основание заключить, что отсутствие ариладамантанов в нефти может быть объяснено расщепляющим действием алюмосиликатов в температурных условиях залегания нефти в недрах земли.

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

(Поступило 4.5.1989)

ორგანული ქიმია

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

ნავთობში არილადამანტანების არსებობის შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილია ბუნებრივი ალუმინსილიკატების (ნავთობის კერნი, გუმბრინი) გავლენა არილადამანტანების (როგორც ინდივიდუალური სახით, ისე ნავთობის მდლამოლეკულურ არომატულ ნახშირწყალბადებთან ნარევეში) ჰიდროპიროლიზურ ფრაგმენტაციაზე. ნაჩვენებია, რომ აღნიშნული ნახშირწყალბადები ალუმინსილიკატების თანაობისა და დროის ფაქტორის ზეგავლენით გაცილებით უფრო დაბალ ტემპერატურაზე იხლიჩებოან ადამანტანისა და შესაბამისი არომატული ნახშირწყალბადების ფრაგმენტებად ვიდრე ალუმინსილიკატების გარეშე, აქედან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნათ, რომ ნავთობშემცველ ქანებში არილადამანტანების ფრაგმენტაცია შესაძლებელია მოხდეს გეოთერმული გრადიენტის შესაბამის ტემპერატურაზე.

L. M. KORTAVA, L. D. MELIKADZE, E. A. USHARAULI

## ON THE PRESENCE OF ARYLADAMANTANES IN OIL

## Summary

The influence of natural aluminosilicates (petroleum core, gumbrin) has been studied on hydropyrolytic fragmentation of aryladamantanes (individual and in the mixtures of petroleum high-molecular aromatic hydrocarbons). In the presence of aluminosilicates the stated hydrocarbons due to time factor undergo splitting into adamantane and the corresponding aromatic hydrocarbon fragments at lower temperatures than in their absence. Thus, it might be concluded that aryladamantane fragmentation in petroleum-bearing rocks may take place at temperatures corresponding to geothermal gradients of oil-bearing beds.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА -- REFERENCES

1. Э. А. Ушараули, Л. Д. Меликадзе, Л. М. Кортава. Сообщения АН ГССР, 105, № 2, 1982, 305.
2. Ф. Д. Россини. Нефтехимия, VII, № 6, 1967, 906.
3. А. Ф. Добрянский. Химия нефти. Л., 1961.
4. Л. Д. Меликадзе, Э. А. Ушараули, А. А. Дзамукашвили, М. А. Мачабели. Сообщения АН ГССР, 68, № 1, 1978, 81.
5. Э. А. Ушараули, Э. Н. Топурия. Сообщения АН ГССР, 72, № 2, 1973, 361.
6. А. В. Дидидзе, О. А. Арефьев, Т. С. Шакарашвили, И. Н. Бекаури. Сообщения АН ГССР, 85, № 3, 1977, 633.
7. Э. Н. Топурия, Л. Д. Меликадзе, И. А. Мусаев, А. И. Микая, Э. Х. Курашова. Сообщения АН ГССР, 122, № 2, 1986, 309.
8. Л. Д. Меликадзе, Т. А. Элиава, Э. А. Ушараули. К познанию природы флуоресцирующих компонентов нефти. Тбилиси, 1958.

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Е. М. БЕНАШВИЛИ, О. С. БАИДОШВИЛИ, Т. Н. ЧАРКВИАНИ

РАЗДЕЛЕНИЕ СМЕСЕЙ БЕНЗОЛ-ЦИКЛОГЕКСАН НА  
СИНТЕТИЧЕСКИХ ЦЕОЛИТАХ ТИПА X

(Представлено академиком Т. Г. Андроникашвили 9.2.1989)

Бензол и циклогексан являются ценным исходным сырьем для производства ряда продуктов органического синтеза, и поэтому разделение и выделение их в чистом виде является актуальной, но весьма сложной задачей ввиду почти полной идентичности их температур кипения. Подавляющее большинство промышленных процессов разделения не обеспечивает достаточной селективности выделения индивидуальных углеводородов, отличающихся близостью физико-химических констант.

Применение адсорбционных процессов наиболее целесообразно для разделения и очистки углеводородов [1—4].

Целью настоящей работы являлось исследование процессов разделения смесей бензол-циклогексан различной концентрации (14 и 28% по бензолу) на цеолитах CaX и NaX в паровой фазе, в динамических условиях. В результате эксперимента определены количества рафинатов и их состав до проскока (фракция циклогексана 100% чистоты) и до полного насыщения адсорбентов. На основании экспериментальных данных вычислены величины динамической активности ( $a_D$ ) до проскока и равновесной активности или активности при насыщении ( $a_H$ ) и построены выходные кривые указанных двух бинарных смесей для цеолитов CaX и NaX.

В адсорбер загружалось по 25 мл предварительно дегидратированных, прокаленных до 300°C, гранулированных цеолитов CaX (17,3 г) и NaX (17,9 г). Разделение проводилось при температуре 120°C и объемной скорости 0,2 час<sup>-1</sup>, которые являлись оптимальными условиями для исследуемых смесей. Адсорбция проводилась до полного насыщения адсорбентов исходной смесью, что определялось методом газо-жидкостной хроматографии. После насыщения адсорбер продувался азотом для удаления неадсорбированных углеводородов из слоя адсорбента. Из неадсорбированных фракций отдельно собирались фракция, содержащая 100% циклогексана, и далее после проскока бензола фракции до концентраций, соответствующих исходным смесям. Адсорбированные углеводороды десорбировались водяным паром или этиловым спиртом в изотермических условиях, причем были выделены три фракции десорбата — промежуточная, содержащая от 70 до 90% бензола, его высокопроцентные (97—98%) концентраты и 100%-ный бензол в количествах, соответствующих их концентрациям в исходных смесях углеводородов. Промежуточные фракции подвергались повторному разделению при повышенных отно-

22. „ბულეტენი“, ტ. 136, № 2, 1989



шениях адсорбент:сырье, что дает возможность максимального извлечения бензола и циклогексана 100% концентрации.

Результаты разделения представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1  
Результаты разделения смесей бензол-циклогексан на цеолитах CaX и NaX

Состав исходной смеси, масс. %		Количество пропущенной смеси, г	Отношение смесь углеводородов : адсорбент	Состав неадсорбированной части (рафината) до насыщения, масс. %		Количество рафината до насыщения, г
Бензол	Циклогексан			Бензол	Циклогексан	
Разделение на CaX						
14,0	86,0	20,7	1,2 : 1	0,0	100,0	15,5
				6,5	93,5	1,5
				12,6	87,4	1,2
				13,9	86,1	0,3
28,0	72,0	10,6	0,6 : 1	0,0	100,0	6,4
				4,2	95,8	0,4
				12,3	87,7	0,3
				22,5	77,5	0,3
				27,5	72,5	0,2
Разделение на NaX						
14,0	86,0	17,6	1,0 : 1	0,0	100,0	12,8
				2,9	97,1	1,3
				10,8	89,2	0,9
				14,2	85,8	0,3
28,0	72,0	10,0	0,6 : 1	0,0	100,0	5,7
				1,3	98,7	0,3
				14,3	85,7	0,4
				27,9	72,1	0,5

Для дополнительной оценки свойств цеолитов были построены выходные кривые, показывающие нарастание концентрации бензола в

Таблица 2  
Динамическая активность цеолитов CaX и NaX

Состав исходной смеси, масс. %		Отношение массы рафината до проскака к массе адсорбента	Отношение массы рафината до насыщения к массе адсорбента	Динамическая активность цеолита, г/100 г		Степень использования динамической активности цеолита, $a = \frac{a_D}{a_H}$
Бензол	Циклогексан			$a_D$ до проскака	$a_H$ до насыщения	
Ц е о л и т CaX						
14,0	86,0	0,90	1,07	14,6	17,1	0,85
28,0	72,0	0,37	0,44	14,4	16,7	0,86
Ц е о л и т NaX						
14,0	86,0	0,71	0,85	11,6	13,7	0,85
28,0	72,0	0,32	0,39	12,4	14,6	0,85

рафинате, в динамических условиях (рис. 1, 2). Отрезок оси абсцисс от начала координат до пересечения с выходной кривой соответствует отношению массы чистого циклогексана к массе адсорбента.

Из данных табл. 1, 2 и рис. 1, 2 видно, что цеолит CaX является более активным адсорбентом при разделении исследуемых смесей,

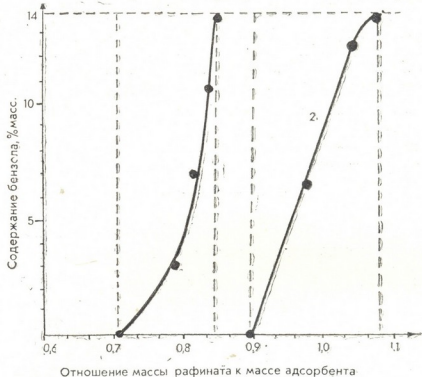


Рис. 1. Выходные кривые для смеси бензол-циклогексан (14—86%): 1 — NaX, 2 — CaX

чем NaX. Динамическая активность ( $a_D$ ) для CaX значительно выше и составляет 14,6 и 14,4 г/100 г для 14 и 28% смесей по бензолу соот-

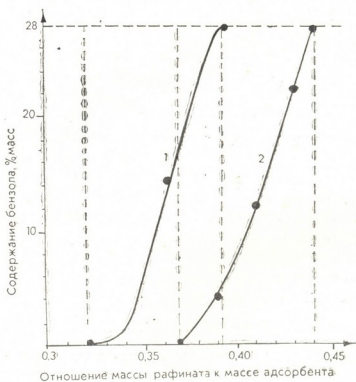


Рис. 2. Выходные кривые для смеси бензол-циклогексан (28—72%): 1 — NaX, 2 — CaX

ветственно, тогда как в аналогичных условиях для NaX  $a_D$  равны 11,6 и 12,4 г/100 г.



Беличина  $a_H$  также значительно выше для CaX (17,1 и 16,7 г/100 г), чем для NaX (13,7 и 14,6 г/100 г). С применением CaX степень извлечения 100% циклогексана из 14 и 28% смесей по бензолу достигает 87,1 и 85,2%, а в случае NaX — 84,6 и 74,2% от его потенциального содержания в пропущенной смеси углеводородов. Путем увеличения соотношения адсорбент:сырье можно достичь максимального разделения исходной смеси с высоким выходом углеводородов 100% концентрации на пропущенную смесь углеводородов.

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

(Поступило 10.2.1989)

ფიზიკური ქიმია

ბ. ბენაშვილი, ო. ბაიდოშვილი, თ. ჩარკვიანი

### ბენზოლ-ციკლოჰექსანის ნარევიების დაყოფა X ტიპის სინთეზურ ცეოლითებზე

რეზიუმე

შესწავლილია ბენზოლ-ციკლოჰექსანის სხვადასხვა კონცენტრაციის (14, 28% ბენზოლის მიმართ) ნარევიების ადსორბციული დაყოფა NaX და CaX ცეოლითებზე დინამიკურ პირობებში ორთქლის ფაზაში ადსორბენტების სრულ გაჯერებამდე. გამოთვლილია დინამიკური აქტივობანი ბენზოლის „გაბატომამდე“  $a_H$  და გაჯერების დროს —  $a_D$ . აგებულია გამოსავალი მრუდები აღნიშნული ნარევიებისათვის. დადგენილია, რომ CaX ცეოლითი უფრო მაღალი აქტივობით ხასიათდება NaX-თან შედარებით ადსორბციული დაყოფის პროცესში ანალოგიურ პირობებში.

PHYSICAL CHEMISTRY

E. M. BENASHVILI, O. S. BAIDOSHVILI, T. N. CHARKVIANI

### SEPARATION OF BENZOL-CYCLOHEXANE MIXTURES OVER X-TYPE SYNTHETIC ZEOLITES

Summary

Adsorption separation of benzol-cyclohexane mixtures of different concentration (14, 28% against benzol) over NaX and CaX zeolites has been studied in dynamic conditions till complete saturation of adsorbents in vapour phase. Dynamic activities up to an "overshoot" —  $a_D$  and at saturation —  $a_S$  have been calculated. Curves are constructed for these mixtures. It has been shown that in similar conditions of adsorption separation CaX zeolite is more active than NaX.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Я. Д. Зельвенский, В. Л. Кочетков. Нефтехимия, т. 3, № 2, 1963, 285—295.
2. Р. В. Алексеева, П. Г. Романков, В. И. Лепилин. Адсорбенты, их получение, свойства и применение. Л., 1971, 225—228.
3. Е. М. Бенашвили. Исследования в области разделения и термokatалитических превращений углеводородов. Тбилиси, 1972.
4. Е. М. Бенашвили. Разделение углеводородных и гетерoатомных соединений нефти. Тбилиси, 1987.

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

В. М. ОКУДЖАВА (академик АН ГССР), Б. Г. ЧАНКВЕТАДЗЕ,  
Ш. И. СИДАМОНИДЗЕ, Н. Б. ТКЕШЕЛИАДЗЕ, И. Р. КЕДЕЛАШВИЛИ

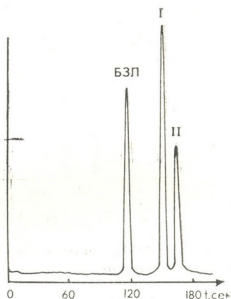
СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОДУКТА  
КИСЛОТНОГО ГИДРОЛИЗА БЕНЗОНАЛА

1-Бензоил-5-этил-5-фенилбарбитуровая кислота  $C_{19}H_{16}N_2O_4$ , которая в фармакологической практике известна под названием бензонала (БЗЛ) и находит применение в качестве антиконвульсанта [1], является весьма удобной моделью для исследований кинетики гидролитических расщеплений C—N-связи.

Настоящая работа посвящается исследованию возможных путей кислотного гидролиза БЗЛ в модельной системе и спектральной характеристике полученных продуктов.

Эксперимент проводили в термостатированной стеклянной ячейке при температуре  $38^\circ\text{C}$  и pH 5 с применением 0,066%-ного водного раствора БЗЛ. Нужное значение pH устанавливали добавлением 5%-ного раствора КОН. Анализ продуктов реакции проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на мик-

Рис. 1. Хроматограмма продуктов  
кислотного гидролиза БЗЛ (условия  
анализа указаны в тексте)



роколоночном жидкостном хроматографе «Милихром», оснащенном детектором в УФ области спектра (190—360 нм). Разделение БЗЛ и продуктов реакций осуществляли в варианте ВЭЖХ с нормальной фазой на металлической микроколонке (60×2 мм), наполненной адсорбентом силасорб-600 размером частиц 5 мкм. В качестве элюента применяли смесь 70% гексан + 22% хлороформ + 8% изопропиловый спирт со скоростью 100 мкл/мин. Детектирование элюата проводили при длине волны 240 нм.

УФ спектры продуктов гидролитического расщепления снимали в растворе элюента на спектрофотометрической приставке жидкостного хроматографа «Милихром», а также в эталонном растворе на при-



боре UV-VJS («Карл Цейс», ГДР) в диапазоне длин волн 200—350 нм.

ИК спектры снимали на спектрофотометре «Перкин Элмер-577» (США) в интервале волновых чисел 4000—400 см<sup>-1</sup>. Образцы для анализа готовили в виде таблеток с порошком КВг.

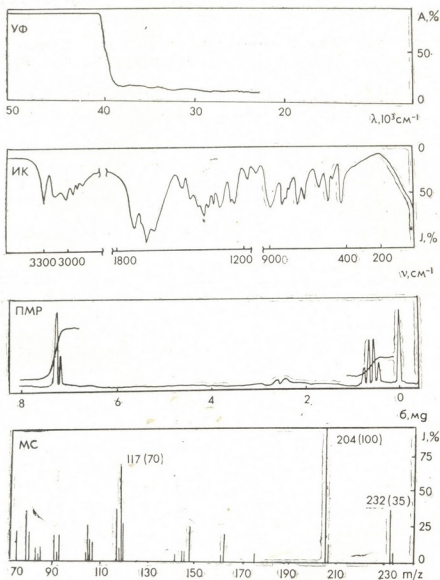


Рис. 2. УФ, ИК, ПМР и МС спектры вещества II

Спектры ПМР снимали на приборе GX 90 («Джеоль», Япония) в растворах дейтерированного хлороформа и CD<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> 90 мгц.

Масс-спектры снимали на хромато-масс-спектрометре 10—10 В («Нермаг», Франция) методом прямого ввода образца в ионный источник масс-спектрометра. Энергия ионизирующих электронов 70 эв, температура ионизационной камеры 120—180°C.

Процентное содержание углерода и водорода определяли микрометодом Прегля, а азота — микрометодом Кьельдаля. Содержание кислорода вычисляли способом остатка.

Как видно из рис. 1, в кислой среде в результате гидролитического расщепления БЗЛ образуются два продукта с временами удерживания 145 и 160 сек. Время удерживания 145 сек соответствует времени удерживания химического соединения фенобарбитала (ФБ), который ранее, нами был найден в качестве метаболита в плазме крови животных и человека, принимавших БЗЛ [2—4]. Спектральная идентификация веществ II и III с применением УФ, ИК, масс- и ПМР

спектров (рис. 2, 3) позволяет идентифицировать II, как ФБ, а III — как бензойную кислоту (БЗК). Схему гидролитического расщепления

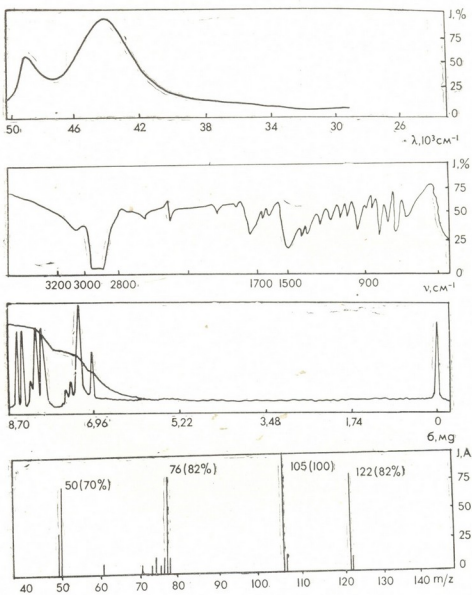
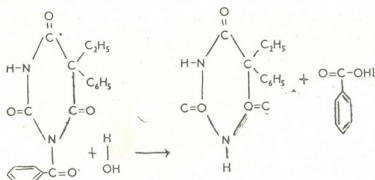


Рис. 3. УФ, ИК, ПМР и масс-спектры вещества III

C—N-связи между остатками фенилбарбитуровой и бензойной кислот можно представить следующим образом:



Приведенные в таблице данные по химическому составу веществ II и III хорошо подтверждают вышеприведенную схему гидролитического расщепления БЗЛ.

Таким образом, на основе полученных экспериментальных данных можно заключить, что в кислой среде (рН 5) в водных раство-

## Элементный состав продукта кислотного гидролиза БЗЛ

Элементы	В продукте I	В ФБ	В продукте II	В БЗК
C	62,07	62,06	68,22	68,85
H	5,17	5,17	4,71	4,91
N	12,97	12,06	—	—
O	20,69	20,77	27,53	26,22

рах осуществляется гидролитическое расщепление C—N-связи БЗЛ с образованием ФБ и БЗК. Образования других продуктов гидролиза в кислой среде при температуре 38°C в водных растворах не наблюдается.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 9.12.1988)

ფიზიკური ქიმია

3. ოკუჯავა (საქ. სსრ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი), ბ. ჰანკვეთაძე  
 შ. სიდამონიძე, ნ. ტყეშელიაძე, ნ. კედელაშვილი

ბენზონალის მჟავური ჰიდროლიზის პროდუქტების  
 სპექტრომეტრული გამოკვლევა

რეზიუმე

დადგენილია, რომ ანტიეპილეფსიური მოქმედების პრეპარატი ბენზონალი მჟავა არეში განიცდის ჰიდროლიზს C—N ბმის გაწყვეტით N<sub>1</sub> მდგომარეობაში ფენობარბიტალისა და ბენზონის მჟავას ნაშთებს შორის. ჰიდროლიზის პროდუქტის სტრუქტურა დადგენილია ულტრაიისფერი, ინფრაწითელი, პროტონულ მაგნიტური რეზონანსის და მას-სპექტრული მეთოდების გამოყენებით. ჩატარებულია აგრეთვე რეაქციის პროდუქტის ელემენტური ანალიზი.

PHYSICAL CHEMISTRY

V. M. OKUJAVA, B. G. CHANKVETADZE, Sh. I. SIDAMONIDZE,  
 N. B. TKESHELIADZE, N. R. KEDELASHVILI

SPECTROSCOPIC STUDY OF ACID HYDROLYSIS PRODUCTS  
 OF BENZONAL

Summary

Acid hydrolysis of a widely used antiepileptic drug—benzoylphenobarbital (benzonal) has been carried out. It is established that C—N bond between benzoic acid and phenobarbital and the one not in the ring of the latter undergoes hydrolysis. Reaction products were analyzed using micro-column HPLC, and their structures were studied by UV, IR, NMR and MS.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Д. Машковский. Лекарственные средства, ч. 1. М., 1984, 145.
2. В. М. Окуджава, Б. Г. Чанкветадзе, М. М. Рогова, М. Д. Рухадзе, З. Е. Салия, Л. Т. Мамаладзе. Второй съезд фармацевтов ГССР. Гез. докл. Тбилиси, 1987.
3. В. М. Окуджава, Б. Г. Чанкветадзе, М. М. Рогова, М. Д. Рухадзе. Ж. невропатологии и психиатрии, XXXVIII, вып. 7, 1988, 94.
4. В. М. Окуджава, Б. Г. Чанкветадзе, М. М. Рогова, Н. Ю. Джикия, К. Т. Ломсадзе. Фармакология и токсикология. 1988.

Р. А. ИМНАДЗЕ, Э. И. КАЧИБАЯ,  
 Л. Н. ДЖАПАРИДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР)

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ ПРИ ТЕРМИЧЕСКОМ РАЗЛОЖЕНИИ СМЕСИ НИТРАТА МЕДИ И ХРОМОВОГО АНИДРИДА

Цель данной работы — выяснение химизма и условий образования безводного хромата меди  $\text{CuCrO}_4$  при термическом разложении смеси нитрата меди и хромового ангидрида.

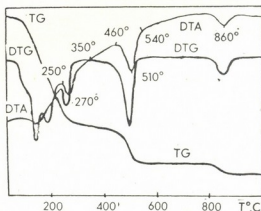
Общезвестным методом получения хроматов и бихроматов является метод сплавления кислотных оксидов со щелочными гидроксидами и карбонатами. Для хроматов меди известны также способы получения путем взаимодействия в водном растворе основного карбоната меди (превращающегося в основной оксид меди с потерей  $\text{CO}_2$ ) с  $\text{CrO}_3$ . Но смеси  $\text{CuO}$  и  $\text{CrO}_3$  в эквимольных количествах в водных средах не приводят к образованию осадков  $\text{CuCrO}_4$ . Имеется тенденция образования гидратной соли  $\text{CuCrO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

Работы [1, 2] посвящены выяснению химизма и условий образования хромита меди —  $\text{CuCr}_2\text{O}_4$  при разложении смеси  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  и  $\text{CrO}_3$ , составленной в отношении  $\text{Cu}:\text{Cr}=1:2$ . Анализ этих работ показывает, что образование хромата меди —  $\text{CuCrO}_4$  в результате взаимодействия оксидов меди и хрома маловероятно.

В работе [3], посвященной изучению процессов, протекающих при термическом разложении нитратов меди и хрома, высказано предположение, что при разложении нитратов прежде всего образуются оксиды  $\text{CuO}$  и  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  (наряду с  $\text{NO}_2$  и  $\text{O}_2$ ), способные взаимодействовать с образованием  $\text{CuCrO}_4$ .

Синтез хромата меди был осуществлен нами в результате термического разложения смеси трехводного нитрата меди и хромового ангидрида в отношении  $\text{Cu}:\text{Cr}=1:1$  ( $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O} + \text{CrO}_3$ ). Смесь предварительно растиралась и нагревалась на воздухе при 130—150°C при периодическом перемешивании в течение 16 часов до получения порошкового полупродукта красновато-коричневого цвета.

Рис. 1. Дерииватограмма смеси  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{CrO}_3$  ( $\text{Cu}:\text{Cr}=1$ ), предварительно обработанной при 130—150°C в течение 16 часов



При изучении фазового состава продуктов термического разложения исходной смеси в интервале 20—150°C было установлено, что на этой стадии термообработки происходят: плавление нитрата меди при



100—120°C, выше 120°C — потеря кристаллизационной воды и образование промежуточных продуктов — основных солей меди переменного состава. Одновременно с этими процессами идет неполное растворение  $\text{CrO}_3$  в расплаве нитрата меди. В отобранной пробе химическим и рентгенофазовым анализами подтверждается наличие  $\text{CrO}_3$  и основной соли меди —  $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{NO}_3$ , полученной в результате термического гидролиза гидрата нитрата меди. Дальнейшее повышение температуры приводит к началу термического разложения. В продуктах разложения появляются соединения хрома (III).

На рис. приведена дериватограмма смеси  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{CrO}_3$  ( $\text{Cu}:\text{Cr}=1:1$ ), предварительно обработанной при 130—150°C в течение 16 часов, заснятая на дериватографе венгерской фирмы «МОМ» при чувствительности по ТГ—200 мВ, по ДТА и ДТГ—250 мкВ и скорости сканирования—10 град/мин. На кривой дифференциального термического анализа (ДТА) четко фиксируются следующие эндотермические эффекты: 1) в интервале 250—350°C; 2) 460—540°C и 3) 800—900°C. Рентгенофазовый анализ продукта обжига исходной смеси, прошедшей стадию обработки при 130—150°C, а затем при 250°C в течение 8—10 часов показал, что фазовый состав образца соответствует смеси  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CuO}$  и  $\text{CuCrO}_4$ . С увеличением температуры обжига до 400°C наблюдается исчезновение дифракционных пиков, соответствующих  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  и  $\text{CuO}$ , и увеличение степени кристаллизации  $\text{CuCrO}_4$ .

Рентгенографические данные  $\text{CuCrO}_4$ , полученные с помощью установки Дрон—3.0

Продукт обжига смеси $\text{CrO}_3$ и $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ при 350°C		Литературные данные $\text{CuCrO}_4$ [4]	
d, Å	I	d, Å	I
3,64	84	3,66	76
3,56	71	3,57	50
2,72	54	2,72	45
2,61	82	2,62	60
2,48	100	2,49	100
2,39	10	2,39	2
2,24	10	2,23	10
2,16	17	2,16	10
1,99	15	1,99	12
1,95	7	1,95	10
1,82	20	1,82	16
1,79	4	1,795	6
1,78	21	1,780	20
1,72	6	1,727	8
1,70	4	1,700	6
1,636	13	1,634	6
1,57	8	1,571	4
1,546	10	1,549	14
1,52	21	1,520	20

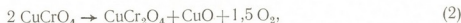
В таблице приведена дифракционная характеристика образцов хромата меди, полученных в результате вторичной термообработки исходной смеси при температурах в интервале 300—350°C. Можно заключить, что интервал температур 250—350°C включает суммарный эффект. Синтез  $\text{CuCrO}_4$  идет через три стадии: 1) разложение хромового ангидрида; 2) разложение промежуточных продуктов термической обработки нитрата меди; 3) взаимодействие оксидов хрома (III) и меди (II). Оптимальной температурой вторичной термообработки может быть выбрана температура в интервале 300—350°C, при которой обеспечиваются условия для получения хромата меди в резуль-



тате взаимодействия оксидов меди (II) и хрома (III), образующихся в процессе разложения смеси нитрата меди и хромового ангидрида по реакции:



В результате физико-химических исследований продуктов обжига смеси нитрата меди и хромового ангидрида при температурах—350°C было установлено, что при 460—520°C имеет место реакция



а при 800—900°C



Таким образом, изучен фазовый состав продуктов термического разложения смеси нитрата меди и хромового ангидрида, составленной в отношении Cu:Cr=1:1, в интервале 20—1000°C. Конечными продуктами разложения являются хромит меди и оксид меди (II).

Установлено, что в интервале температур 250—350°C возможно образование хромата меди  $\text{CuCrO}_4$  в результате взаимодействия оксидов меди и хрома.

Результаты исследований могут быть использованы при получении соединений хрома и меди.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт неорганической  
химии и электрохимии

(Поступило 16.2.1989)

ფიზიკური ქიმია

რ. იმნაძე, ე. კახიბაია, ლ. ჯაფარიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

სპილენძის ნიტრატის და ქრომის ანჰიდრიდის ნარევის თერმული დაშლის დროს მიმდინარე პროცესების კვლევა

რეზიუმე

შესწავლილია სპილენძის ნიტრატისა და ქრომის ანჰიდრიდის ნარევის თერმული დაშლის პროდუქტების ფაზური შედგენილობა (Cu:Cr=1:1) 20—1000° ინტერვალის დროს. დაშლის საბოლოო პროდუქტებია სპილენძის ქრომიტი და სპილენძის (II) ოქსიდი. დადგენილია, რომ 300—350°C ტემპერატურულ ინტერვალში სპილენძის და ქრომის ოქსიდების ურთიერთქმედების შედეგად შესაძლებელია სპილენძის ქრომატის  $\text{CuCrO}_4$  წარმოქმნა.

კვლევის შედეგები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ქრომის და სპილენძის ნერთების მიღების დროს.

PHYSICAL CHEMISTRY

R. A. IMNADZE, E. I. KACHIBAYA, L. N. JAPARIDZE

A STUDY OF THE PROCESSES GOING ON AT THERMAL  
DECOMPOSITION OF COPPER NITRATE AND CHROMIC  
ANHYDRIDE MIXTURE

Summary

The phase composition of the products of thermal decomposition of copper nitrate and chromic anhydride mixture made up in the proportion



$\text{Cu}:\text{Cr}=1:1$  has been studied over a temperature range 20—1000°C. The final products of the decomposition are copper chromite and copper oxide (II). It is established that over an interval 300—350°C copper chromate may be formed as a result of interaction between copper oxide and chromium oxide.

The results of these studies can be used to obtain chromium and copper compounds.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Е. Конюхова, И. И. Калиниченко, А. И. Прутов, А. М. Сирина. Химия и хим. техн., XIV, 4, 1971, 663—665.
2. А. М. Сирина, А. И. Прутов, И. И. Калиниченко, Н. Е. Конюхова. ЖНХ, XVI, вып. 6, 1971, 1601—1604.
3. Von I. Schütz *et al.* Zeitschrift für anorganische und allgemeine chemie, 346, 1966, 66—75.
4. Неорганические соединения хрома. Справочник. Л., 1981.

Г. В. ЦИНЦАДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР), Д. Г. САНИКИДЗЕ,  
О. Е. МОДЕБАДЗЕ, С. В. ОДЕНОВ, Р. Г. КОХРЕИДЗЕ, М. Д. КОЯВА

### СИНТЕЗ ВТСП С ПРИМЕНЕНИЕМ АЗОТНОКИСЛЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ИХ ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Описанная в литературе технология синтеза высокотемпературной сверхпроводящей оксидной керамики  $RM_2Cu_3O_{7-\Delta}$  ( $R—Y, Yb, Sm, Er$  и др.), с применением углекислых солей некоторых элементов II группы периодической системы элементов Д. И. Менделеева характеризуется определенной сложностью.

Замена углекислых солей азотнокислыми дает возможность существенно упростить технологию синтеза оксидных материалов ВТСП. Замена, например, углекислого бария азотнокислым значительно понижает температуру обжига керамики, так как температура разложения  $BaCO_3$  достигает  $1450^\circ$ , а температура плавления  $Ba(NO_3)_2—592^\circ C$  (а  $BaO—1923^\circ C$ ).

Другое очевидное преимущество рассматриваемой технологии заключается в том, что исключается процесс кислородной обработки обжигаемой керамики; при разложении  $Ba(NO_3)_2$  выделяется кислород, который способствует образованию пероксида бария ( $BaO_2$ ), в дальнейшем  $BaO_2$  диссоциирует и, по-видимому, способствует образованию трехвалентной меди. Кроме того, при этом становится понятным присутствие нестехиометрического кислорода в структуре керамики.

Керамика состава  $YBa_2Cu_3O_{7-\Delta}$ , синтезированная с применением  $Ba(NO_3)_2$ , характеризуется  $T_c=93 K$  и обычной для данных составов магнитной восприимчивостью.

Как показали рентгеноструктурные исследования, синтезированные по данной технологии образцы  $YBa_2Cu_3O_{7-\Delta}$  неоднородны и содержат несколько различных структур.

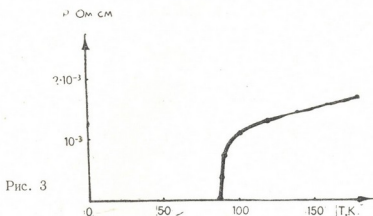
Проведенные исследования по синтезу и изучению фазового состава  $YBa_2Cu_3O_{7-\Delta}$  дали возможность синтезировать качественные, устойчивые образцы оксидных материалов ВТСП.

Исследовались некоторые физические характеристики образцов ВТСП, полученных вышеуказанным методом, а именно, электропроводность образцов, а также магнитная восприимчивость в слабых магнитных полях, измеряемая при понижении температуры в постоянном магнитном поле, экранирующий магнитный момент, возникающий при изменении магнитного поля, поведение замороженного магнитного момента при изменении температуры. Для получения температур выше точки кипения хладагента использовалась медная камера, внутри которой поддерживалась постоянная температура с помощью нагревателя. Камера охлаждалась за счет конвективного теплообмена парами хладагента внутри специального объема. Температура образца измерялась полупроводниковым термометром с точностью  $\sim 0,1 K$ .

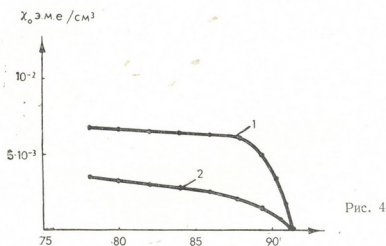
Магнитная восприимчивость (или намагниченность) определялась методом колеблющейся катушки [1], имеющим некоторые преимущества перед другими. Абсолютные значения определялись двумя способами: по свинцовому эталону при  $4,2 K$  и методом эталонной ка-



высоких температурах, чем температура перехода, определяемая по сопротивлению ( $\rho=0$ ). Очевидно, это объясняется тем, что необходимо достаточное количество гранул для того, чтобы осуществились пути с нулевым сопротивлением.



На рис. 3 представлена зависимость  $\chi(T)$  для образца состава  $Y_{1-x}Yb_xBa_2Cu_3O_{7-\Delta}$ .



Можно видеть, что ход зависимости аналогичен кривым 1 и 2 на рис. 2, а величина удельного сопротивления значительно выше.

На рис. 4 представлены зависимости  $\chi(T)$  для образца № 2 на основе Yb при двух значениях внешнего поля (кривая 1—4 Э, кривая 2—185 Э). Начало перехода также несколько выше соответствующей точки  $\rho=0$ , а величина  $\chi$  уменьшается с ростом внешнего поля. Это объясняется тем, что при  $H=H_{c1}$  магнитный поток начинает проникать внутрь сверхпроводника, и диамагнетизм (эффект Мейснера) уменьшается.

Величина  $4\pi\chi$  для обоих образцов на основе Yb равна 0,1 в поле 4 Э, а в поле 185 Э уменьшается более чем в 2 раза, тем не менее точка перехода на кривой  $\chi(T)$  не смещается, что свидетельствует о большой величине  $H_{c2}$  для керамики.

Таким образом, указанные свойства позволяют судить о качестве образцов и проводить контроль режима синтеза. Качество лучших образцов по ряду параметров не уступает образцам, полученным традиционными способами [3—6], и разработанный способ синтеза (с применением азотнокислых солей редкоземельных и других элементов)

дает возможность синтеза качественных образцов ВТСИ по упрощенной технологии.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт кибернетики

(Поступило 29.5.1989)

ჰიზიური ტექნოლოგია

ბ. ცინცაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ჯ. სანიკიძე,  
 თ. მოდუბაძე, ს. ოდენოვი, რ. კოხრეიძე, მ. კოყავა

მაღალტემპერატურული ზეგამტარების სინთეზი აზოტმჟავას  
 მარილების გამოყენებით და მათი ფიზიკური თვისებები

რეზიუმე

მოცემულია მაღალტემპერატურული ზეგამტარების —  $MBa_2Cu_3O_{7-\Delta}$  ( $M$  —  $Y, Yb, Sm, Er$ ) სინთეზის ახალი ტექნოლოგია იზოათმონიწი ელემენტებისა და სხვა კომპონენტების აზოტმჟავა მარილების გამოყენების საფუძველზე დადგენილია, რომ ასეთი ტექნოლოგია მნიშვნელოვნად ამარტივებს მაღალტემპერატურული ზეგამტარების მიღებას და რომ ამ გზით მიღებული ნიმუშების თვისებები ცნობილი ტექნოლოგიის მიხედვით მიღებული ნიმუშების იდენტურია.

CHEMICAL TECHNOLOGY

G. V. TSINTSADZE, D. G. SANIKIDZE, O. E. MODEBADZE,  
 S. V. ODENOV, R. G. KOKHREIDZE, M. D. KOYAVA

## HIGH-TEMPERATURE SUPERCONDUCTORS SYNTHESIS USING NITRIC ACID COMPOUNDS, AND THEIR PHYSICAL CHARACTERISTICS

Summary

A new technology of high-temperature superconductors synthesis of  $MBa_2Cu_3O_{7-\Delta}$  ( $M$ — $Y, Yb, Sm, Er$ ) compounds is presented which is based on nitric acid salts of rare-earth elements and other components.

It is determined that this technology significantly simplifies high-temperature superconductors synthesis and, that the obtained samples by their physical characteristics are identical to those obtained by the known technologies.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. K. D with *et al.* J. Appl. Phys. 29, 3. 491, 1958.
2. A. Arrot, J. E. Goldm an. Rev. Sci. Instr. 28, 2. 99. 1957.
3. Сб. «Высокотемпературная сверхпроводимость». М., 1988.
4. Тезисы докладов XXV Всесоюзного совещания по физике низких температур. Л., 1988.
5. Р. Г. Кохреидзе, С. В. Оденнов, Д. Г. Саникидзе, Г. А. Цинцадзе, М. Я. Чубабрия. Сообщения АН ГССР, 129. № 1, 1988.
6. Р. Г. Кохреидзе, С. В. Оденнов, Д. Г. Саникидзе. ВТСИ-1, тезисы докладов, Харьков, 1988.



УДК 550.361

გეოლოგია

ბ. ბუაჩიძე, ნ. გოღობერიძე, ლ. ლლონი

**დედამიწის სიღრმული სითბური ნაკადის დაქოვანა საქართველოს ტერიტორიისათვის**

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ი. ბუაჩიძემ 6.4.1989)

დედამიწის სიღრმული სითბოს შექმნაში მონაწილეობს სითბოს მრავალი წყარო, რომელთა შორის ყველაზე მნიშვნელოვანია ურანისა და თორიუმის დაშლის დიდი ნახევარპერიოდის მქონე იზოტოპები და აგრეთვე  $K^{40}$  (ქანებში დიდი გავრცელების გამო). ქანებში მათი რაოდენობის განსაზღვრა საშუალებას იძლევა დედამიწის სიღრმული სითბური ნაკადი დაიყოს რადიოგენულ

ცხრილი 1

ტექტონიკური ერთეულები	სიმა- ღავე, კმ	სიმა- კვ/მ <sup>2</sup>	რადიაქტიური ელემენტების შემცველობა, %			რადიოგენური სითბოს გენე- რაცია, 10 <sup>-6</sup> ვტ/მ <sup>2</sup>	სითბური ნაკადის სიმკვრივე, 10 <sup>-4</sup> ტ/მ <sup>2</sup>
			U · 10 <sup>-4</sup>	Th · 10 <sup>-4</sup>	K		

და ნ ა ლ ე ქ ი ფ ე ნ ი

I. კავკასიონის სამხრეთი ფერდი	2,5	2500	1,6	2,5	1,5	0,69	1,7
II. საქართველოს ბელტი							
1. დასავლეთი ზონა	6,0	2400	1,1	2,1	0,1	0,4	2,4
2. აღმოსავლეთი ზონა	10	2400	1,0	1,2	0,1	0,32	3,2
III. აპარა-თრიალეთის ნაოჭა სისტემა							
1. ცენტრალური ნაწილი	5,5	2450	1,6	4,4	2,9	0,92	5,1
2. აღმოსავლეთი დაბო- ლოება	7,5	2400	0,7	0,94	2,0	0,39	1,6

გ რ ა ნ ი ტ ი

I. კავკასიონის სამხრეთი ფერდი	22,5	2700	3,7	10,5	3,6	2,07	46,5
II. საქართველოს ბელტი	12,5	2700	3,4	11,5	3,5	2,03	25,6
III. აპარა-თრიალეთის ნაოჭა სისტემა	20	2700	3,4	11,8	3,5	2,01	40,2

ბ ა ზ ა ლ ტ ი

I. კავკასიონის სამხრეთი ფერდი	25	2900	0,6	2,3	1,0	0,44	11,0
II. საქართველოს ბელტი	25	2900	0,7	2,8	0,7	0,49	12,2
III. აპარა-თრიალეთის ნაოჭა სისტემა	22,5	2900	1,0	2,7	0,6	0,55	12,3

(ქერქულ) და მანტიურ მდგენელებად. ურანისა და თორიუმის კონცენტრაციის განსაზღვრა ქანებში ჩატარდა როგორც ლაბორატორიულ, ისე საველე პირობებში. ლაბორატორიული განსაზღვრისათვის გამოყენებულ იქნა ერთ-  
 23. „მოამბე“, ტ. 136, № 2, 1989

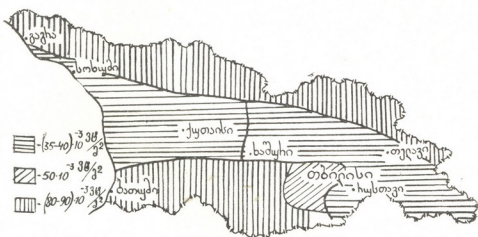


ერთი ნეიტრონულ-აქტივაციური მეთოდი — f-რადიოგრაფიის მეთოდი (განსაზღვრულია საქართველოს ყველა გეოტექტონიკური ერთეულებიდან სხვადასხვა ლითოლოგიური შემადგენლობის 40-მდე ნიმუში), ხოლო სავსე

ცხრილი 2

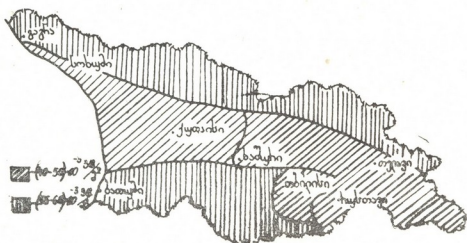
ტექტონიკური ერთეულები	q <sub>საშ</sub> , 10 <sup>-3</sup> ვტ/მ <sup>2</sup>	q <sub>მარშალი</sub> , 10 <sup>-3</sup> ვტ/მ <sup>2</sup>	q <sub>მანიფორი</sub> , 10 <sup>-3</sup> ვტ/მ <sup>2</sup>	q <sub>კ./q<sub>საშ.</sub></sub> , %
I. კავკასიონის სამხრეთი ფერდი	88,0	59,2	28,8	67
II. საქართველოს ბელტი	38,2	40,6	-2,4	106(?)
III. აპარა-თრიალეთის ნაოჭა სისტემა	85,5	57,6	27,9	67

პირობებში — რადიომეტრული გამა-სპექტრომეტრიის მეთოდი (ამორჩეულია 200-ზე მეტი განსაზღვრა ჩატარებული 800-დან). კალიუმის კონცენტრაცია



სურ. 1. სიღრმული სითბური ნაკადის სქემატური რუკა

განსაზღვრა სრული სილიკატური ანალიზის საშუალებით, მივიღეთ რა ბუნებრივი ქანისათვის K<sup>40</sup> საშუალო კონცენტრაცია 0,012%-ის ტოლად [1,2].

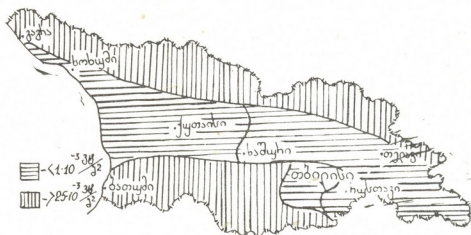


სურ. 2. სიღრმული სითბური ნაკადის კერძული მდგენლის სქემატური რუკა

ამ მონაცემების საფუძველზე გამოვთვალეთ რადიოგენული სითბოგენერაცია და სითბური ნაკადის სიმკვრივე. მიღებული შედეგები მოტანილია

1 ცხრილში მიწის ქერქის ძირითადი ფენებისა და საქართველოს სხვადასხვა გეოტექტონიკური ერთეულებისათვის.

საქართველოს 36 ღრმა კონდიციური ბურღილისათვის პრეციზიული ტემპერატურული გაზომვებით დადგინდა ტემპერატურული გრადიენტის სიდიდე, განისაზღვრა ქანების თბოფიზიკური თვისებები და გამოთვლილ იქნა დედამიწის სიღრმული სითბური ნაკადები [3]. რადიოგენული სითბური ნაკადის განსაზღვრა საშუალებას გვაძლევს გამოვივალოთ სითბური ნაკადის მანტიური მდგენელიც. 2 ცხრილში საქართველოს ძირითადი ტექტონიკური ერთეულებისათვის მოტანილია დედამიწის სიღრმული სითბური ნაკადის, მისი ქერქული და მანტიური მდგენელების სიდიდეები.



სურ. 3. სიღრმული სითბური ნაკადის მანტიური მდგენელის სქემატური რუკა

შედგენილია სქემატური რუკები: სიღრმული სითბური ნაკადის (სურ. 1), ქერქული (რადიოგენური) მდგენელისა (სურ. 2) და მანტიური მდგენელისათვის (სურ. 3).

როგორც მეორე ცხრილიდან ჩანს, ნაოჭა სისტემებისათვის ქერქულმა მდგენელმა შეადგინა ჯამური ნაკადის 67%, რაც გამოწვეულია კრისტალურ ქანებში და მათ საფუძველზე წარმოქმნილ დანალექ ფენაში რადიოქტიური ელემენტების გაზრდილი კონცენტრაციით. ხოლო რაც შეეხება საქართველოს ბელტს, აქ მივიღეთ პარადოქსული სიდიდე — 106%. ეს მდგომარეობა მიუთითებს მანტიური მდგენელის ძლიერ მცირე როლზე და სითბური ველის არასტაციონარულ ხასიათზე.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო გეოლოგიის სექტორი

(შემოვიდა 21.4.1989)

ГЕОЛОГИЯ

Г. И. БУАЧИДЗЕ, Н. А. ГОДЕРДЗИШВИЛИ, Л. Е. ГЛОНТИ

## РАЗДЕЛЕНИЕ ГЛУБИННОГО ТЕПЛОВОГО ПОТОКА ЗЕМЛИ ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ ГРУЗИИ

Резюме

Определение количества радиоактивных элементов урана, тория и  $K^{40}$  в горных породах позволяет разделить глубинный тепловой поток на коровую (радиогенную) и мантийную составляющие.



Для складчатых систем Южного склона Б. Кавказа и Аджара Триаleti на коровую составляющую приходится 67% от суммарного теплового потока, а на погруженные части Грузинской глыбы — весь тепловой поток представлен коровой составляющей (исчезающе малая величина мантийного теплового потока), что указывает на нестационарный характер теплового поля.

## GEOLOGY

G. I. BUACHIDZE, N. A. GODERDZISHVILI, L. E. GLONTI

### SUBDIVISION OF THE EARTH HEAT FLOW FOR GEORGIA

#### Summary

Estimation of radioactive element (uranium, thorium and  $K^{40}$ ) content within rocks allows a subdivision of the heat flow to crustal (radiogenic) and mantle constituents.

In the folded systems of the Greater Caucasus southern slope and Adjara—Trialeti the crustal constituent accounts for 67% of the total heat flow, while in the submerged areas of the Georgian Block the whole heat flow is represented by the crustal constituent (with infinitesimal quantity of the mantle heat flow), which points to a non-stationary pattern of the heat field.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. С. Вардзелашвили, А. Л. Хуцаидзе, И. Г. Арешидзе. Сообщение АН ГССР, 99, № 2, 1980.
2. Г. Л. Одикадзе. Труды КИМС, вып. IX(II), 1971.
3. И. М. Буачидзе, Г. И. Буачидзе, Н. А. Годердзишвили, Б. С. Мхеидзе, М. П. Шаоршадзе. Геотермические условия и термальные воды Грузии. Тбилиси, 1980.

Д. Е. ВАХАНИЯ

## ТЕКТОНИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ И ОБЩИЕ ЧЕРТЫ СТРОЕНИЯ ИМЕРЕТИНСКОЙ (ЦЕНТРАЛЬНОЙ) ЗОНЫ ВОЗДЫМАНИЯ ГРУЗИНСКОЙ ГЛЫБЫ

(Представлено академиком И. П. Гамкрелидзе 10.5.1989)

Имеретинская зона воздымания Грузинской глыбы от смежных с ней Гагрско-Джавской и Аджаро-Триалетской зон отличается менее интенсивной (промежуточной) складчатостью [1—10] и может быть разделена на Дзирульскую и Окрибско-Перевскую (Окрибско-Хреитскую) подзоны, что согласуется с мнением П. Д. Гамкрелидзе [4]. В Дзирульской подзоне выделяются одноименный выступ (массив) фундамента и Вахани-Персатский и Сачхере-Аджаметский прогибы, а в Окрибско-Перевской подзоне — Асхское, Окрибское и Перевское поднятия, Рача-Лечхумский синклиниорий, Асхислджварская грабен-синклиналь, Шаорский и Теделетский прогибы (рис. 1). Наиболее крупной из этих морфоструктурных единиц является Дзирульский выступ, где обнажены среднепалеозойско-докембрийские кристаллическо-метаморфизованные породы фундамента и резко прерывистые верхнепалеозойско-среднесарматские субплатформенные отложения осадочного чехла, выполняющие также смежные Вахани-Персатский и Сачхере-Аджаметский прогибы. Общие с выступом крылья этих прогибов из-за близости фундамента обладают сравнительно спокойным строением. Однако южное крыло Вахани-Персатского прогиба опрокиннуто и перекрыто Сурами-Гокишурским надвигом [5]. Северное крыло Сачхере-Аджаметского прогиба залегает круто, а местами разорвано взбросами, связанными с Сачхере-Квахчирским разломом [2]. Наряду с разрывами, в пределах выступа наблюдаются и брахискладки [2, 5, 6], вырисовывающие антиклинорное строение выступа, который протягивается в субширотном направлении на 80 км при ширине до 30 км (по линии г. Чиатура — с. Вахани).

Окрибское поднятие, протягиваясь на 50 км (при ширине 40 км), в центральной части сложено (на поверхности) отложениями порфировитовой серией байоса, батского яруса и верхнеюрской окрибской свиты, а на перифериях — меловыми отложениями. В составе поднятия выделяется ряд брахискладок, имеющих различные размеры, простирание, сжатость и вергентность. В северной части поднятия (по ущельям Цхенисцкали и Риони) в порфировитовой серии прослеживаются сильно сжатые и опрокинутые на юг Окурешская синклиналь и смежные антиклинали, перекрытые на участках гор Хвамли и Тавшава верхнеюрско-меловыми отложениями, падающими на север под углом до  $20^\circ$  [2, 9]. Южнее прослеживаются более пологие складки, в том числе Ончешская, Намаханская и Чогнарская антиклинали, погружающиеся на запад в третичных слоях Колхидской зоны западного погружения Грузинской глыбы. В южной части поднятия в меловых отложениях прослеживается Южно-Окрибская взброс, а Бзиурская и Хресильская брахиантиклинали восточной части поднятия, сложенные в сводах средней юрой, в СЗ направлении периклинально заканчиваются в неокомских слоях Шаорского прогиба. На стыке Окрибского и Асхского поднятий, вдоль ущелья Цхенисцкали порфи-

Рача-Лечхумский синклиорий, протягиваясь на 50 км (при ширине до 20 км) между с. Кулбаки и г. Амбролаури, выполнен молассовой толщей (включающей средний сармат), а на крыльях сложен палеогеновыми и меловыми отложениями. В составе синклиория, кроме его наиболее глубоко погруженной и протяженной Кулбаки-Амбролаурской синклинали, выделяется ряд складок. При этом северный борт синклиория сильно дислоцирован, залегает круто и опрокинут на юге, что вероятно, отражает наличие Гагра-Джавского (Абхазско-Осетинского) глубинного разлома [2, 4, 10]. Лабчинская антиклиналь и все брахиформные складки южного борта синклиория асимметричны и наклонены уже к северу [3, 7].

Шаорский прогиб, протягиваясь на 20 км, разделяет Окрибское и Перевское поднятия, и погружаясь и расширяясь в ССВ направлении, соединяется с Рача-Лечхумским синклиорием. Прогиб выполнен меловыми отложениями, выше которых у г. Амбролаури несогласно залегает молассовая толща. Здесь кровля неокома расположена на 2500 м ниже относительно смежных поднятий. Основным тектоническим элементом прогиба является пологая Хотевская синклираль, которая на участке Шаорской котловины ССВ перекинально Бзнаурской антиклинали разделяется на две ветви. Западная из них связывается с Ципларисхевской синклиалью Окрибского поднятия, а вторая ветвь находит продолжение в виде Цителикадидской синклинали, разделяющей Бзнаурскую и Мухурскую антиклинали.

Перевское поднятие, протягиваясь на 60 км (при ширине до 25 км) через с. Переви, где пробурена опорная скважина (1733 м), сложено на поверхности порфиритовой серией, выше которой местами от эрозии уцелели несогласно залегающие слои окрибской свиты, мела и кайнозоя (включая средний сармат). На крайнем ЮЗ поднятия сформированы Мухурская брахиантиклиналь и небольшой Хреитский купол (5×3 км), сложенные в сводах порфиритовой серией. Они опрокинуты на ЮВ и разорваны взбросами, а их СВ простирание обусловлено внезапным расширением восточнее с. Сазано и воздыманием у сс. Кацхи и Салиети выступа кристаллического фундамента, что, по-видимому, связано с выделяемым нами Мухли-Салнетским меридиональным разломом (см. рис. 1). В СЗ части поднятия обращают на себя внимание широкая Шкмерская синклираль, выполненная верхним мелом и трансгрессивным олигоценом, и смежные с ней Хихатская и Поцхревская антиклинали, сложенные мелом, окрибской свитой и порфириковой серией. Шкмерская синклираль и Хихатская антиклиналь имеют симметричное и пологое строение, в то время, как сжатая Поцхревская антиклиналь опрокинута на север и разорвана взбросом, падающим на юг. В центральной части Перевского поднятия в порфиритовой серии выделяется группа сильно сжатых опрокинутых на юг линейных складок. Различная вергентность складок придает западной части поднятия веерообразную форму, а сильная сжатость складок обусловлена максимальным сближением здесь с Дзирульским выступом надвинутой с ССВ аллохтонно Местийско-Тнанетской зоны.

Теделетский прогиб, прослеживаясь на 70 км между гг. Амбролаури и Джава, разделяет Перевское поднятие и Гагреко-Джавскую зоны и выполнен олигоцен-среднесарматской толщей, под которой лишь местами от размыва уцелели различные слои верхней юры и мел-палеогена, несогласно залегающие на порфириковой серии. Западнее с. Баджихеви прогиб представлен сильно сжатой синклиалью, которая опрокинута на север и у г. Амбролаури связывается с Кулбаки-Амбролаурской синклиалью [2, 3]. Восточнее Баджихеви до курорта Лесе прогиб опрокинут на юг и вдоль обоих крыльев разорван взбросами, а далее на восток разделяется на две ветви. Северная из них сильно сжата, опрокинута на юг и у г. Джава уходит под





Орхевский надвиг Местийско-Тианетской зоны, а южная <sup>პოლიგა</sup> ветвь, поворачивая на ЮВ, теряет независимость в молассовой толще Базалетской подзоны Картлийской зоны восточного погружения Грузинской глыбы. Формирование современной структуры Имеретинской зоны, испытавшей неоднократную складчатость, завершилась в результате позднесарматской и последующих фаз складчатости.

ГНК п/о «Грузнефть»

(Поступило 25.5.1989)

გეოლოგია

დ. ვახანი

საქართველოს ბელტის იმერეთის (ცენტრალური) აზევის ზონის  
ტიპტონიკური დარაიონება და აბეზულების ზოგადი ნიშნები

რეზიუმე

საქართველოს ბელტის იმერეთის (ცენტრალური) აზევის ზონა ნაწილდება ძირულისა და ოკრიბა-პერევის ქვეზონებად. ძირულის ქვეზონაში გამოიყოფა ძირულის შეერილი (მასივი), ვახანი-ფერსათისა და საჩხერე-აჯამეთის როფები, ხოლო ოკრიბა-პერევის ქვეზონაში: ასხის, ოკრიბის და პერევის ამოწეები, რაჭა-ლეჩხუმის სინკლინორიუმი, ასაჯვრის გრაბენ-სინკლინი, შაორის და თედელეთის როფები.

GEOLOGY

D. E. VAKHANIA

## TECTONIC ZONING OF THE IMERETI (CENTRAL) UPLIFT OF THE GEORGIAN BLOCK AND GENERAL FEATURES OF ITS STRUCTURE

Summary

The Imereti (central) uplift zone of the Georgian Block is subdivided into the Dzirula and Okriba-Perevi subzones.

In the Dzirula subzone the Dzirula protrusion (massif), Vakhani-Persati, and Sachkhere-Adjameti troughs are distinguished, whereas in the Okriba-Perevi subzone—the Askha, Okriba and Perevi uplifts, Racha-Lechkhumi synclinorium, Askhajvari graben-syncline, Shaori and Tedeleti troughs.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ш. А. Адамия. Труды ГИН АН ГССР, нов. сер., вып. 86, 1984.
2. Д. Е. Вахания. Сообщения АН ГССР, 131, № 2, 1988.
3. Е. К. Вахания. Труды ВНИГНИ, вып. 207. Тбилиси, 1976.
4. И. П. Гамкрелидзе. Труды ГИН АН ГССР, нов. сер., вып. 86, 1984.
5. И. Д. Гамкрелидзе. Геология СССР, т. X, ГССР, М., 1964.
6. Ш. К. Гегучадзе. Труды ГИН АН ГССР, нов. сер., вып. 42, 1973.
7. А. И. Джanelidze. Сообщения АН ГССР, 1, № 10, 1940.
8. Г. П. Лобжанидзе. Сообщения АН ГССР, 88, № 1, 1977.
9. Б. Ф. Мефферт. Труды ВГРО, вып. 349. М.-Новосибирск, 1934.
10. Е. Е. Милановский, В. Е. Хани. Геологическое строение Кавказа. М., 1963.

Э. В. ВАРСИМАШВИЛИ, И. Д. ЧЕЧЕЛАШВИЛИ

## МЕЛОВЫЕ ЛИТОФАЦИИ И ОСАДОЧНЫЕ ФОРМАЦИИ ГРУЗИИ

(Представлено академиком И. П. Гамкрелидзе 10.5.1989)

Меловые отложения, пользуясь широким распространением в Грузии, в связи с особенностями условий образования, представлены различными литофациальными типами осадков [1, 2].

Эволюция меловых седиментационных бассейнов Грузии характеризуется преимущественно карбонатным осадконакоплением. В валанжин-маастрихтском периоде в восточном флишевом бассейне окраинного моря Южного склона Большого Кавказа (ЮСБК) в Местиа-Тианетской геотектонической зоне продолжалась седиментация карбонатных и терригенно-карбонатных отложений — образовался аргиллитово-песчаниково-мергельно-известняковый комплекс фаций относительно глубоководного моря (заланжин-нижний готерив).

В позднем готериве в бассейне произошла смена вышеотмеченных отложений терригенными осадками, что связывается с колебательными движениями, вызванными андийской орофазой. Вследствие этого в бассейне осадконакопления значительно возросло поступление обломочного материала и началась терригенная седиментация — накопились глинисто-песчаные отложения мелководной морской фации (пасаураурская свита — верхний готерив-баррем).

В апт-альбское время море углубилось, образовались песчано-глинисто-известковые осадки относительно глубоководной морской фации (тетраховская и павлеурская свиты). В альбе местами наблюдаются вулканогенно-осадочные образования андезит-базальтового состава [3].

Источниками обломочного материала раннемеловых отложений восточного флишевого бассейна являлись древний кристаллический субстрат Большекавказского архипелага, юрский осадочный комплекс батской Гагрско-Джавской кордильеры, а также продукты местного размыва [4]. Осадконакопление происходило в условиях гумидного климата.

На этом же этапе эволюции в западном флишевом бассейне (в Абхазии) отлагались глинисто-известковые осадки эпиконтинентально-морской фации (кепшская и медовеевская свиты). В седиментационном бассейне северной части Закавказской островной дуги (Грузинская глыба) в этот же период накопились доломито-песчано-известковые отложения (местами с базальным конгломератом) эпиконтинентально-прибрежноморской и лагунной фации, а также органиогенные известняки ургонской фации. В аптское время произошло углубление моря и образовался глинисто-известковый комплекс относительно глубоководной морской фации.

В сеномане-раннем туроне в окраинном море ЮСБК повышенная тектоническая активность, связанная с австрийской орофазой, вызвала некоторые изменения в осадконакоплении в восточном флишевом бассейне: в частности, в Шовско-Пасаураурской подзоне Местиа-Тианетской геотектонической зоны началось омерление моря и отложились полимиктовые песчаники (укугмартская свита) и карбонатно-кремнистые осадки (ананурская свита) мелководной морской фации;

южнее — в Жинвали-Гомборской подзоне накопились конгломератово-гравелитовые отложения прибрежно-морской фации, а также вулканогенно-осадочные образования андезит-базальтового состава.

В западном флишевом бассейне в это время отлагались глинисто-карбонатные осадки более глубоководной морской фации.

На Грузинской глыбе с сеномана началось образование обогащенных глауконитом терригенно-карбонатных отложений фации неглубокого моря.

В позднем туроне-сантоне в восточном флишевом бассейне происходит углубление моря и образование карбонатных осадков органических и органогенно-детритовых известняков сравнительно глубоководной морской фации.

На Грузинской глыбе в это время отлагались пелитоморфные известняки и глауконитовые песчаники и известняки мелководной морской фации; местами развиты вулканогенные образования щелочного состава.

В кампане-маастрихте в восточном флишевом бассейне образовался олистостромово-аргиллитово-известняковый комплекс прибрежно-морской фации.

Источниками обломочного материала верхнемеловых флишевых отложений, как и раннемеловых, служили суша, сложенная юрскими осадочными породами, кислый кристаллический субстрат и байоская вулканогенная толща. Источником кремнезема являлись обогащенные кремнем экзалазии и гидротермы, стимулировавшие развитие кремнистой фауны. Осадконакопление происходило в гумидных климатических условиях.

В кампане-маастрихте в седиментационном бассейне Грузинской глыбы шло накопление пелитоморфных зернистых песчаных известняков (фации неглубокого моря).

В пределах Аджаро-Триалетского рифтогенного прогиба в позднем мелу (альб-маастрихт) образовалась мощная вулканогенно-осадочная андезит-базальтовая формация.

В седиментационном бассейне южной части Закавказской островной дуги (Арвино-Болнисская глыба) с апта накапливаются вулканогенно-осадочные и вулканогенные образования (базальт-андезит-дацит-риолитового состава с преобладанием пород повышенной кислотности) мелководной морской фации. С позднего кампана в бассейне отлагались в основном терригенно-карбонатные осадки прибрежно-морской фации [5].

Таким образом, в бассейне ЮСБК карбонатное осадконакопление келловей-титонского этапа в валанжин-маастрихте сменилось терригенно-карбонатным, почти всегда сопровождаясь осаждением разного количества терригенного пелитового вещества. В периоды же тектонической активизации в бассейне ЮСБК поступало значительное количество псаммитового терригенного материала и процесс карбонатонакопления уступал место терригенному. В островодужном бассейне Грузинской глыбы осаждение известнякового ила, возобновленное с раннего мела, продолжалось вплоть до маастрихта.

В бассейне ЮСБК в процессе седиментации мелового периода определенную роль играли продукты альб-сеноманского вулканизма.

Исходя из того положения, что осадочная формация представляет собой совокупность литофаций, образовавшихся на определенном этапе развития седиментационного бассейна, на основании вышеизложенного материала 16 диагностированных литофаций меловых отложений Грузии можно объединить в следующие основные формации: флишевая формация окраинного моря ЮСБК, терригенно-карбонатная формация эпиконтинентально-морской бассейна северной части

Закавказской островной дуги, вулканогенно-осадочная формация рифтогенного прогиба Аджаро-Триалетской зоны и вулканогенно-осадочная формация южной части Закавказской островной дуги.

Академия наук Грузинской ССР  
Геологический институт  
им. А. И. Джаелелидзе

(Поступило 12.5.1989)

გეოლოგია

ე. ვარსიმაშვილი, ი. ჩეჩელაშვილი

საქართველოს ცენტრული ღრვის ლითოფაციებისა და დანალექი ფორმაციები

რეზიუმე

საქართველოს ცენტრულ ნაღებებში დიაგნოსტირებულია 16 ლითოფაციის, რომლებიც სედიმენტაციური აუზების განვითარების ამ ეტაპზე ერთიანდებიან შემდეგ ფორმაციებში: კავკასიონის სამხრეთი ფერდის განაპირა ზღვის ფლიშური ფორმაცია, ამიერკავკასიის კუნძულთა რკალის ჩრდილო ნაწილის ეპიკონტინენტური ზღვიური აუზის ტერიგენულ-კარბონატული ფორმაცია, აჭარა-თრიალეთის რიფტოგენული ზონის ვულკანოგენურ-დანალექი ფორმაცია და ამიერკავკასიის კუნძულთა რკალის სამხრეთი ნაწილის ვულკანოგენურ-დანალექი ფორმაცია.

GEOLOGY

E. V. VARSIMASHVILI, I. D. CHECHELASHVILI

## CRETACEOUS LITHOFACIES AND SEDIMENTARY FORMATIONS OF GEORGIA

Summary

Within the Cretaceous deposits of Georgia 16 lithofacies are diagnosed; at the given stage of evolution of sedimentary basins they are united into the following formations: flysch formation of the marginal sea of the southern slope of the Greater Caucasus, terrigene-carbonaceous formation of the epicontinental sea basin of the northern part of the Transcaucasian island arc, volcanic-sedimentary formation of riftogenic trough of the Adjara-Trialeti zone, and volcanic-sedimentary formation of the southern part of the Transcaucasian island arc.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. А. Чихрадзе, М. А. Беридзе, Э. В. Варсимашвили. В кн.: «Обстановки осадконакопления и их эволюция». М. 1984.
2. Р. А. Гамбашидзе. История геологического развития Грузии в поздне меловую эпоху. Тбилиси, 1984.
3. Э. В. Варсимашвили. Сообщения АН ГССР, 55, № 1, 1969.
4. И. Д. Чечелашвили, Э. В. Варсимашвили. Труды ГИН АН ГССР, нов. сер., вып. 72, 1981.
5. Г. Ш. Надарейшвили. Тез. док. V Всесоюз. вулк. совещ. Тбилиси, 1980.



И. Б. ЧИЧУА, А. Д. КОБАХИДЗЕ, Д. А. ХАЧИДЗЕ

## ТЕРМИЧЕСКАЯ ПАЛЕОАНОМАЛИЯ В ОСАДЧНЫХ ПОРОДАХ КАК РУДОПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ ФАКТОР (ЛУХУМСКОЕ ПОЛЕ, ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КАВКАЗ)

(Представлено академиком Г. А. Твалчрелидзе 16.2.1989)

Лухумское реальгар-аурипигментовое месторождение расположено на Южном склоне Большого Кавказа. Помимо мышьяковых минералов, в рудах установлено присутствие антимонита и шеелита. Они локализованы в терригеннокарбонатной толще верхней юры-нижнего мела, носящей название Лухумской пачки. Месторождение отрабатывается почти 50 лет, но вопрос о его генезисе остается дискуссионным. Рядом авторов [1] предполагается глубинный источник серы, металлов, частично воды и углерода, а само образование месторождения связывается с альпийской тектоно-магматической активизацией.

Недавно предложена отличная от вышеуказанной модель образования месторождения [2], которой придерживаются авторы. В ней главное внимание уделяется рудоподготовительной роли диагенез-катагенетических и метаморфических процессов. Один из продуктов метаморфизма пород Лухумской пачки — регионально расположенные кварц-карбонатные (метаморфогенные) жилы, которые и исследованы методами термобарогеохимии (рис. 1, 4). Предполагается, что они являются носителями информации о температурном поле в регионе в период, непосредственно предшествовавший мышьяко-сурьмяно-вольфрамовому рудообразованию.

Образцы кварца из метаморфогенных жил отбирались в пределах фонового разреза Лухумской пачки по дороге Каджияни—Лухуми. На самом месторождении опробованы в основном на безрудных участках метаморфогенные кварц-карбонатные жилы, поскольку термобарогеохимические исследования таких жил вблизи рудных тел Лухумского месторождения проводились ранее [3]. Температуры образования жил определялись методом гомогенизации газовой-жидких включений в кварце.

Подавляющее количество газовой-жидких включений гомогенизировалось в жидкую фазу. В ходе изменения температур гомогенизации в ряде препаратов удалось разбраковать первичные и вторичные включения. Результаты замеров температур гомогенизации представлялись в виде гистограмм. При анализе последних установлено, что почти во всех образцах выделяются по меньшей мере две группы включений. Более низкотемпературные включения, как правило, оказывались вторичными. Для удобства графической демонстрации результатов для каждой группы замеров температуры гомогенизации ( $T_{\text{гом}}$ ) выводилось среднее. На топооснову наносились максимальные значения  $T_{\text{гом}}$  первичных включений.

Выявлены следующие закономерности. Во-первых, как видно из рис. 1, Б, вокруг Лухумского месторождения существует температурная палеоаномалия, фиксируемая метаморфогенными жилами. К северу и к югу от рудной зоны происходит уменьшение  $T_{\text{гом}}$  не только



первичных, но и вторичных включений. Наблюдается также некоторая асимметрия палеоаномалии — температурный палеогradient к северу от оси рудной зоны составляет около  $12^{\circ}\text{C}$  на 100 м, к югу же  $8^{\circ}\text{C}$ . Во-вторых, кварц-карбонатные жилы, развитые на безрудных участках самого месторождения, характеризуются небольшой дисперсией температур образования на разных горизонтах. Это говорит об отсутствии или небольших значениях вертикального температурного палеогradientа на месторождении. Абсолютные значения температур образования этих жил соответствуют температурам на оси вышеописанной аномалии.

Определение времени образования термической палеоаномалии требует объяснения генезиса метаморфогенных жил. Нами проведено сравнение термической палеоаномалии, зафиксированной по температурам образования метаморфогенных жил, и значений отражательной способности  $R^{\circ}$  включений органического вещества (ОВ) в породе. Как известно,  $R^{\circ}$  определяет палеотемпературу максимального погружения пород.

Поэтому были проведены замеры  $R^{\circ}$  в различных типах пород на всем протяжении от Каджиани до Лухуми, т. е. в восходящем разрезе от лейаса до верхней юры-нижнего мела.

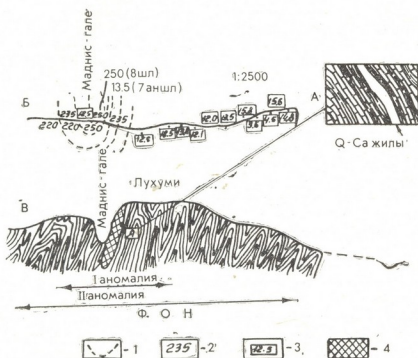


Рис. 1. А — типичная кварц-карбонатная метаморфогенная жила; Б — результаты измерений  $T_{\text{гом}}$  кварц-карбонатных жил и замеров отражательной способности ОВ (в квадратной рамке); В — фоновое температурное палеополе регионального метаморфизма, I и II — температурные палеоаномалии. Условные обозначения: 1 — изолинии  $T_{\text{обр}}$  кварц-карбонатных жил; 2 — максимальные значения температур гомогенизации; 3 — максимальные значения отражательной способности ОВ; 4 — граница I термоаномалии

Как видно из рис. 1, Б, наблюдается закономерное понижение отражательной способности от нижних (наиболее погруженных) частей разреза к верхним. В пределах же самого месторождения установлена довольно стабильная аномалия высоких значений  $R^{\circ}$ . Возможность повышения отражательной способности при воздействии гидротермальных растворов на рассеянное ОВ маловероятно [4]. Палеоаномалия

ლია по температурам образования метаморфогенных кварц-карбонатных жил не совпадает с региональным термальным метаморфизмом погружения осадков, выявляющимся по  $R^{\circ}$ . Следовательно, она наложена на региональный термальный фон. В связи с этим можно предположить, что изученные кварц-карбонатные жилы возникли в результате интенсивного динамометаморфизма пород, обусловленного процессом складкообразования.

Геологическая история термического преобразования верхнеюрско-нижнемеловых пород в Лухумском рудном поле отражена на рис. 1, В. Предполагается последовательная смена следующих событий: а) региональный метаморфизм погружения осадков с вектором однородного градиента по восстанию слоев ( $^{\circ}\text{C}/100 \text{ м}$ ) фиксируется по  $R^{\circ}$  в пределах Лухумского месторождения; б) метаморфизм, обусловленный погружением, и усиливающие его тепловые эффекты вдоль долгоживущего разлома синседиментационного заложения (I термическая палеоаномалия) фиксируются по  $R^{\circ}$  в пределах Лухумского месторождения; в) интенсивный динамометаморфизм всей Лухумской пачки вдоль рудо локализирующего разлома (II термическая палеоаномалия) фиксируется по температурам образования метаморфогенных кварц-карбонатных жил.

Расшифровка происхождения интегральной палеоаномалии, существующей в пределах Лухумского рудного поля, свидетельствует о длительной истории образования месторождения. В этом сложном процессе важное значение имеют мобилизация и переотложение вещества (в том числе рудного [5]).

Кавказский институт  
 минерального сырья  
 им. А. А. Твалчрелидзе

(Поступило 16.2.1989)

გეოლოგია

ი. ჩიჩუა, ა. კობახიძე, ჯ. ხაჩიძე

თერმული პალეოანომალია დანალექ მანებში, როგორც  
 მაღანოსამაზაღებელი ფაბრიკის (ლუხუმის ველი, ცენტრალური  
 კავკასიონი)

რეზიუმე

ლუხუმის ველის ზედაიურულ-ქვედაცარტულ ქანებში შესწავლილია თერმულ გარდაქმნათა ტემპერატურები მეტამორფულ კვარცის ძარღვებში ფლუიდური ჩანართების ჰომოგენიზაციის მეთოდითა და დანალექ ქანებში ორგანულ ნივთიერებათა ჩანართების არეკვლითი უნარის გაზომვით.

რეგიონალური მეტამორფიზმის თერმული ველის ფონზე გამოვლენილია ორი ტიპის თერმული პალეოანომალია, დაკავშირებული უძველეს რღვევასთან. სავარაუდოა მათი კავშირი სინსედიმენტაციურ მაღალტემპერატურულ ფლუიდურ ნაკადთან (I თერმანომალია) და რღვევის ზონაში ქანთა დინამო-მეტამორფიზმთან (II თერმანომალია).

I. B. CHICHUA, A. D. KOBAKHIDZE, D. A. KHACHIDZE

THERMAL PALAEOANOMALY IN SEDIMENTARY ROCKS AS AN  
ORE-PREPARING FACTOR (Lukhumi Field, Central Caucasus)

Summary

Thermal transformation temperatures of Upper Jurassic-Lower Cretaceous rocks in the Lukhumi ore field have been studied by methods of fluidic inclusions homogenization in metamorphogenous lode quartz and by measuring reflectivity of an organic matter inclusions in sedimentary rocks.

Against the background of regional metamorphism thermal field 2 types of thermal palaeoanomalies have been determined timed to a long-lived fault. They are supposed to be connected with syn-sedimentary flow of high-temperature fluids (thermoanomaly I) and rocks dynamic metamorphism in the fault zone (thermoanomaly II).

შიზიგბბბბბ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. З. Я. Церивадзе, Д. В. Аревадзе, М. М. Кучер. Сб. «Геохимия процессов миграции рудных элементов». М., 1977. 139—156.
2. А. Г. Жабин, Н. С. Самсонова, И. Б. Калаидаришвили, Д. С. Шубитидзе. Сообщения АН ГССР, 126, № 2, 1987, 341—344.
3. Т. Г. Баиндурашвили, Д. В. Аревадзе, В. З. Ярошевич. Тез. докл. Всесоюз. совещ. по термобарогеохимии. Львов, 1985.
4. Л. И. Абаулина, П. В. Иншин, О. А. Евстигнеев. Геология рудных месторождений, 29, № 3, 1987, 89—91.
5. А. Г. Жабин. ДАН СССР, 288, № 1, 1986, 193—196.





УДК 554.53:551.762.1/2(479.22)

ГЕОЛОГИЯ

М. В. ТОПЧИШВИЛИ

## БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ РАСЧЛЕНЕНИЕ НИЖНЕЮРСКО-ААЛЕНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЛОКСКОГО ВЫСТУПА ПО АММОНИТАМ

(Представлено академиком Г. А. Твалчрелидзе 7.3.1989)

Локский выступ древних кристаллических пород в виде узкой почти непрерывной полосы окаймляется нижнеюрско-ааленскими отложениями. Они сложены песчано-глинистыми породами, содержащими обильные остатки растений и морских организмов. Нами в целях детальной стратиграфии использована только аммонитовая фауна как наиболее руководящая ископаемая группа, на которой основано ярусное и зональное деление.

Первая местная схема стратиграфического расчленения нижнеюрско-ааленских отложений, обоснованная аммонитами, предложена К. Е. Габуния, П. Д. Гамкрелидзе [1]. По их данным, в основании юрского разреза выделяется свита кварцевых песчаников нижнего лейаса, переходящая выше в свиту слюдястых песчаников и сланцев нижнего и среднего лейаса.

В дальнейшем почти все исследователи, работавшие на Локском выступе, разделяли представление о двучленном делении этих отложений, правда, с несколько иными возрастными границами. Лишь Д. И. Иванов [2] расчленил их на три обособленных комплекса, отличающихся по строению и условиям образования.

Наши исследования полностью подтвердили это мнение. В действительности, каждый из комплексов отложений характеризуется определенным типом разреза и сохраняет свое строение по всей изученной территории. Новые сборы характерных аммонитов уточнили возраст отложений и в определенной степени детализировали стратиграфическую схему нижней юры-аалена Локского выступа.

Нижнеюрско-ааленские отложения трансгрессивно налегают на все доюрские образования. Они начинаются грубозернистой толщей, известной под названием мошеванской свиты. Базальные слои свиты — конгломераты — сложены хорошо окатанными гальками кислых эффузивов, реже — кристаллических сланцев, гранитов, кварца и кварцевых песчаников. Мощность конгломератов от 2 до 60—70 м. Конгломераты встречаются и выше в составе кварцевых песчаников, которые занимают основную часть мошеванской свиты. В нижних горизонтах песчаники массивные, грубо- и крупнозернистые с линзовидными слоями конгломератов и гравелитов. В верхней части кварцевые песчаники слоистые, средне- и крупнозернистые, с линзами мелкогалечниковых конгломератов. По всей мощности встречаются отдельные гальки подстилающих пород и обугленные растительные остатки. Мощность кварцевых песчаников — 45—170 м.

В связи с отсутствием фаунистического материала возраст мошеванской свиты определяется условно. Она согласно подстилает нижнеюрские отложения и своим стратиграфическим положением, скорее всего, соответствует геттангскому ярусу.

Мошеванская свита сменяется выше весьма выдержанной толщей мелкозернистых песчаников, выделенной Д. И. Пановым [2] в локчайскую свиту. Она согласно налегает на подстилающие отложения и повсеместно сложена мелкозернистыми слюдястыми песчаниками и алевролитами с линзами карбонатных пород. Наиболее древние слои свиты с аммонитами встречены в ущелье второго левого притока р. Гюльмагометчай, где в 60 м от подошвы отложений собраны *Metophioceras cordieri* (Can.) и *Arnioceras Kridioides* (Hyatt), характеризующие самую нижнюю зону синемюра *Arietites bucklandi*. Представители этой зоны несколько выше (80 м) сконденсированы с фауной зоны *Arnioceras semicostatum*. Здесь нами обнаружены *Vermiceras spiratissimum* (Quenst.), *V. francisci* Fuc., *V. cf. solarioides* Cos., *V. cf. scylla* (Reyn.), *Metophioceras cordieri* (Can.), свойственные зоне *Arietites bucklandi*, *Vermiceras ultraspiratum* Fuc., продолжающий существовать и выше в соседней зоне, и, наконец, *Arnioceras italicum* Fuc., *A. ceratitoides* (Quenst.), *A. harpoides* Erb., ограниченные в своем распространении зоной *Arnioceras semicostatum*. По преобладающим компонентам слои с указанной фауной должны относиться также к основанию синемюра—зона *Arietites bucklandi*.

В ущелье р. Локчай (уроч. Ортапоста) синхронные отложения содержат *Vermiceras aff. supraspiratum* (Wähn.), *Metophioceras cordieri bifurcata* (Nout.) и *Erammonites cf. latisulcatus* (Quenst.) [3]. На 60 м выше слоев со смешанной фауной (басс. р. Гюльмагометчай) встречены *Arnioceras ceratitoides* (Quenst.) и *A. harpoides* Erb., которые здесь уже доказывают присутствие второй стандартной зоны синемюра *Arnioceras semicostatum*.

В отложениях локчайской свиты по ущ. р. Мошевани, второму левому притоку р. Гюльмагометчай и р. Локчай известны [2, 4] находки *Microderoceras cf. birchi* (Sow.), позволяющие сопоставить соответствующие слои с верхнесинемюрской зоной *Asteroceras obtusum*. В слюдястых песчаниках верхней части локчайской свиты, развитой на левом склоне ущ. р. Мошевани, нам удалось собрать аммониты зоны *Echioceras raricostatum*—*Paltechioceras elicatum* Buck., *P. dignatum* Truem. et Will., *P. rothpletzi* (Böse), *Epideroceras steinmanni* (Hug) и *E. lorioli* (Hug). На таком же уровне, только в ущ. р. Локчай, встречены *Echioceras raricostatum* (Ziet.) и *Epideroceras steinmanni* (Hug) [4].

Таким образом, анализ отмеченных выше аммонитов показывает, что основная часть локчайской свиты относится к синемюрскому ярусу от нижней его зоны *Arietites bucklandi* до самой верхней зоны *Echioceras raricostatum* включительно. Однако верхние горизонты свиты поднимаются и выше, в нижний плинсбах, так как они по второму левому притоку р. Гюльмагометчай содержат раннеплинсбахский *Tropidoceras cf. masseanum* (d'Orb.). Видимо, из этой части разреза происходит также данный вид, найденный П. Д. Гамквелидзе по р. Бежаназарсу. Мощность свиты оценивается от 90 до 400 м.

Венчается разрез нижней юры и аалена флишоидной толщей, обособленной из состава свиты слюдястых песчаников и сланцев в джандарскую свиту [2]. Она образована черными аргиллитами, переслаивающимися с мелкозернистыми слюдястыми песчаниками и тонкослоистыми алевролитами с небольшими разноформенными конкрециями сидерита. Джандарская свита согласным переходом связана с от-

ложениями локчайской свиты и несогласно, с размывом перекрывается вулканогенно-карбонатными образованиями байоса, сеномана и эоцена. Ее мощность варьирует в пределах 100—200 м.

Нижние горизонты свиты, видимо, включают *Amaltheus margaritatus* Montf. [2] и *Pleuroceras* cf. *spinatum* (Brug.), найденный Ш. К. Китовани в басс. р. Гюльмагометчай. Эти формы свидетельствуют о принадлежности ее основания к верхнему плинсбаху. В 40 м от основания джандарской свиты по ущ. р. Горасцкали нами встречен *Nauroceras* cf. *falcifer* (Sow.), связанный своим развитием со средней одноименной зоной нижнего тоара. Слои аргиллитов и песчаников, содержащие *Pegonoceras fibulatum* (Sow.) по второму левому притоку р. Гюль—магометчай и р. Горасцкали [4], *Hildoceras lateplicata* Noufz. [3] и *Phymatoceras* cf. *parbonense* (Buck.) по р. Бежаназарсу и р. Мошевани, обособляются как верхняя зона нижнего тоара *Hildoceras bifrens*.

Верхний тоар с зоной *Grammoceras thouarsense* выделяется в составе джандарской свиты лишь в ущелье р. Горасцкали, где его определяют *Pseudogrammoceras* cf. *fallaciosum* (Bayle) [2] и *Grammoceras* cf. *penestriatum* Buck. Здесь же, только в более верхних горизонтах, встречена *Dumortieria* cf. *striatulo-costata* (Quenst.), обосновывающая кровлю тоарского яруса.

Верхние горизонты свиты принадлежат к ааленскому ярусу. К его нижней зоне *Leioceras opalinum* относятся слои с *Costileioceras* cf. *costosum* (Quenst.) и *Hammatoceras subinsigne* (Opp.), развитые соответственно по р. Горасцкали и р. Бежаназарсу. Более верхняя зона аалена *Ludwigia murchisonae* устанавливается по найденной нами *L. murchisonae* (Sow.) в ущ. р. Горасцкали. Верхний аален выделяется также в ущ. р. Домблудки, где песчаные алевриты содержат *Ludwigia* sp. (ex gr. *murchisonae* Sow.) [4].

Суммируя вышесказанное, можно заключить, что стратиграфический диапазон джандарской свиты охватывает верхний подъярус плинсбаха, тоарский и ааленский ярусы.

Академия наук Грузинской ССР  
 Геологический институт  
 им. А. И. Джanelидзе

(Поступило 10.3.1988)

გეოლოგია

ა. თოფჩიშვილი

ლოქის შვერილის ქვედაიურულ-აალენური ნალექების  
 ბიოსტრატობრაფიული დანაწილება ამონიტების მიხედვით

რეზიუმე

ლოქის შვერილის ქვედაიურულ-აალენურ ნალექებში გამოიყოფა სამი მკვეთრად განსხვავებული კომპლექსი. ქრისტის ფუძეში წარმოდგენილია მოშევანის წყების კონგლომერატები და კვარციანი ქვიშაქვები, რომლებიც ტრანსგრესიულად გადაფარავენ ყველა იურისწინა წარმონაქმნს. ზევით მათ მოჰყვება ლოქჩაის წყების ერთგვაროვანი ქარსიანი ქვიშაქვები, რომლებიც, თავის მხრივ, თანხმობით გადადიან ჯანდარის ფლიშოიდურ წყებში. ახლად

ნაპოვნი ამონიტების საფუძველზე და არსებული მასალის გამოყენებით ამ ნაღებებში გამოიყო ქვედაიურულის თითქმის ყველა სართული და შუაიურულის აალენური სართული, დადასტურდა აგრეთვე ზოგიერთი დასავლეთ-ევროპული ზონის არსებობა.

GEOLOGY

M. V. TOPCHISHVILI

### BIOSTRATIGRAPHIC DISTRIBUTION OF THE LOWER JURASSIC-AALENIAN DEPOSITS OF THE LOKI SALIENT ACCORDING TO AMMONITES

Summary

Three quite different complexes are distinguished in the Lower Jurassic-Aalenian deposits of the Loki salient. In the foundation of the section the conglomerates and quartz sandstones of the Moshevani suite are represented, transgressively overlying all the pre-Jurassic formations. Upwards they are followed by homogeneous micaceous sandstones of the Lokchai suite, which in their turn, are conformably replaced by the Jandari fflyschoid suite. Based on recently found ammonites and already existing material, nearly all the stages of the Lower Jurassic and Aalenian stage of the Middle Jurassic have been distinguished; occurrence of some West-European zones has been established as well.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. Е. Габуния, П. Д. Гамкрелидзе. Труды ГИН АН СССР, геол. сер., т. 1(VI) 1, 1942, 5—72.
2. Д. И. Панов. Проблемы стратиграфии и исторической геологии. М., 1978, 153—164.
3. К. Ш. Нуцубидзе. Труды ГИН АН СССР, нов. сер., вып. 8, 1966.
4. В. И. Зесашвили. Труды ГИН АН СССР, нов. сер., вып. 15, 1967, 5—25.

В. И. ГЕЛЕИШВИЛИ, Н. Г. НАШВИЛИ

## ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГОРНЫХ ПОРОД МАДНЕУЛЬСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

(Представлено академиком Г. А. Гвазрелидзе 27.3.1989)

Для успешного решения задачи обеспечения Маднеульского ГОКа сырьевыми ресурсами в Геологическом институте АН ГССР проводятся тематические работы как в пределах самого Маднеульского медного месторождения, так и на прилегаемой территории. В целях получения дополнительных объективных данных и прогнозирования оруденения на флангах и глубине действующего карьера авторы изучили физические свойства рудовмещающих пород, слагающих Маднеульское рудное поле.

На Маднеульском месторождении оруденение относится к гидротермально-метасоматическому типу, сформировавшемуся на небольшой глубине; главная роль в оруденении принадлежит структурному и литологическому факторам; образованию рудоносных структур, происходило в результате пульсирующих тектонических воздействий. Рудоотложение обусловлено взаимодействием рудоносных растворов с вмещающими породами. В основном имело место метасоматическое замещение, а также, в несколько меньшей степени, заполнение пустот.

Избирательное размещение рудных тел определялось не только минеральными и химическими свойствами рудовмещающих пород, но и физическими свойствами.

Вопрос о формировании тектонических структур является одним из наиболее сложных и малоизученных. Многие взгляды порой противоречивы, недостаточно обоснованы с точки зрения физико-механической стороны процесса и содержат много неясных и спорных положений. Между тем, изучение причин образования тектонических структур и механизма различных видов деформаций горных пород имеет исключительно важное не только научное, но и практическое значение.

Современные гипотезы генезиса колчеданных месторождений в палеовулканических областях, несмотря на значительные различия в понимании источников, характера переноса и способе отложения рудного вещества, сходятся на представлении о переносе вещества минерализованными растворами. В связи с этим важное значение приобретает изучение физических свойств среды рудообразования и особенно структур порового пространства и динамики насыщения рудовмещающих пород растворами.

На Маднеульском рудном поле нами изучен ряд физических свойств вмещающих горных пород: объемный и удельный вес, величина и скорость водопоглощения, эффективная пористость, скорости распространения продольных, поперечных и поверхностных (Релея) волн, коэффициенты упругости и хрупкости, прочностные свойства, склонность пород к разным деформациям. Полученные результаты сведены в таблицу.

Для сравнения величин и скоростей свободного водонасыщения (водопоглощения) некоторых неизмененных или слабоизмененных горных пород и руд составлен график в системе координат «водопог-

лошение-время», на котором по оси абсцисс откладывалось время, а по оси ординат — величина водопоглощения. Анализ этих кривых показал, что можно выделить следующие три основных типа кривых, характеризующих породы с различной величиной и скоростью водопоглощения:

Наименование пород	Время насыщения, дес. (сут.)	Водопоглощение, дес. (%)		Средняя пористость, %	Средняя величина поровых пространств, мкм		Модуль упругости, 10 <sup>10</sup> н/м <sup>2</sup>	Модуль сдвига, 10 <sup>10</sup> н/м <sup>2</sup>	Коэффициент Пуассона	Средняя пористость, дес. (%)
		В	В <sub>н</sub>		В <sub>п</sub>	В <sub>н</sub>				
Метаморфические породы	2,39	1,18	2,0	8,83	5,0	2,0	8,9	0,7	0,27	1980
Базальты	2,92	2,59	5,4	4,91	5,4	2,1	8,2	2,7	0,16	773
Вулканические породы	2,35	5,04	5,7	7,91	5,7	2,2	5,2	1,1	0,14	680
Синтектические породы	2,15	4,75	5,1	7,84	5,1	2,1	2,9	0,7	0,20	444
Синтектические породы	2,68	1,77	5,2	2,04	5,2	2,3	7,9	3,2	0,10	989
Синтектические породы	2,08	5,15	5,0	8,84	5,0	2,2	1,7	0,7	0,27	638
Синтектические породы	2,10	2,14	5,6	4,02	5,6	2,3	2,4	3,3	0,29	976
Синтектические породы	2,38	7,30	5,7	3,93	5,7	2,6	0,0	2,7	0,11	924
Синтектические породы	2,93	8,61	5,1	6,70	5,1	2,2	0,1	6,0	0,16	899
Синтектические породы	3,15	2,83	5,1	4,81	5,1	2,0	5,8	2,4	0,21	784
Синтектические породы	1,86	2,10	4,6	5,07	4,6	2,1	2,3	0,8	0,38	798
Синтектические породы	2,01	2,99	5,07	5,07	5,6	2,6	3,7	1,3	0,27	787
Синтектические породы	1,69	3,84	5,8	6,94	5,8	1,6	1,9	0,6	0,19	646
Синтектические породы	1,94	3,02	4,7	7,02	4,7	2,2	2,7	0,9	0,11	620
Синтектические породы	1,10	2,02	3,1	5,0	3,1	1,7	1,5	0,5	0,30	504
Синтектические породы	1,57	2,14	4,7	4,30	4,7	2,3	2,2	2,8	0,24	579
Синтектические породы	1,92	2,67	4,5	4,5	4,5	2,2	2,6	0,9	0,30	387
Синтектические породы	1,98	1,67	3,1	3,1	2,7	3,1	1,2	1,8	0,29	771
Синтектические породы	2,38	2,59	5,07	4,32	5,1	2,4	3,8	3,8	0,09	1000
Синтектические породы	4,91	0,74	5,07	0,67	5,2	3,7	2,0	2,5	0,22	718
Синтектические породы	3,39	0,10	5,07	0,35	5,8	2,3	6,5	2,1	0,21	648

Средние физико-механические параметры руд и вмещающих пород Давид-Гареджинского рудного поля

Первый тип — породы с водопоглощением до 2%, быстро насыщаются в течение первых суток и продолжают насыщаться до 5 суток. К ним относятся в основном вторичные кварциты, жильный кварц, полиметаллическая и медно-колчеданная руды (с эффективной пористостью до 1%).

Второй тип — породы с водопоглощением до 3%, быстро насыщаются в течение первых трех суток и продолжают насыщаться до 10 суток. К ним относятся туфо-лавы риолито-дацита и разные туфы дацита (с эффективной пористостью до 5%).

Третий тип — породы с водопоглощением более 3%, быстро насыщаются в первые три суток и продолжают насыщаться 15 и более суток. К ним относятся туф- и лавобрекчии риолито-дацита (с эффективной пористостью более 5%).

Как видно, все породы основную массу воды поглощают в первые три суток, а далее поглощение прекращается или идет с замедляющейся скоростью, различной для разных пород, и, следовательно, целесообразно считать скорость водопоглощения для первых суток насыщения. Здесь можно выделить три типа скоростей водопоглощения: первый тип — со скоростью до 0,5%/сутки, характерный для вторичных кварцитов, жильного кварца, медно-полиметаллических и медно-колчеданных руд; второй тип — со скоростью до 1%/сутки, характерный для туфо-лав риолито-дацитов и разных туфов дацита, и третий тип — со скоростью более 1%/сутки, характерный для туфо- и лаво-брекчий риолито-дацитов. Экспериментально устанавливается, что в первом типе водонасыщение относительно медленное, во втором — среднее, а в третьем — быстрое.

Для выяснения зависимости изменения величины и скорости водопоглощения кварцитов Маднеульского карьера от гидротермальной переработки был составлен соответствующий график свободного водонасыщения, из которого видно, что в медно-колчеданных рудах величина и скорость водопоглощения незначительно увеличиваются. Существенно увеличиваются эти параметры при ярозитизации, баритизации, гематитизации, а при сернитизации — весьма резко.

Для характеристики упругих свойств горных пород и изменений этих свойств под влиянием различных геологических процессов авторами использован графический метод, позволяющий определять большую или меньшую способность пород к трещинообразованию, формированию разрывных или складчатых структур, зон пластического течения и др. Графическое изображение дается в системе координат «модуль упругости-коэффициент Пуассона». Самыми низкими значениями модуля упругости (до  $3 \cdot 10^{-2}$  кг/см<sup>2</sup>) и высокими значениями коэффициента Пуассона (0,3—0,4) характеризуются туфо- и лавобрекчии риолито-дацитов и разные туфы.

Туфо-лавы характеризуются средними значениями модуля упругости ( $3,7 \cdot 10^{-5}$  кг/см<sup>2</sup>) и коэффициента Пуассона (0,27), а жильный кварц, вторичные кварциты, полиметаллические медно-колчеданные руды отличаются самыми высокими значениями модуля упругости (более  $6 \cdot 10^{-5}$  кг/см<sup>2</sup>) и низкими значениями коэффициента Пуассона (менее 0,25).

Для выяснения характера изменений упругих свойств кварцитов Маднеульского карьера, возникающих в результате воздействия постмагматических процессов, дается графическое изображение в системе координат «модуль упругости-коэффициент хрупкости», где ход и направление изменения изображаются вектором.

Анализ векторов изменения упругих свойств и характер изменения эффективной пористости показывают, что при типах гидротермальной переработки вторичных кварцитов Маднеульского месторождения их физико-механические свойства меняются по-разному. При сернитизации и ярозитизации существенно уменьшается модуль Юнга и увеличиваются коэффициент хрупкости и эффективная пористость — порода становится более пластичной и менее прочной. При доломитном колчеданном оруденении модуль упругости существенно



не меняется, а коэффициент Пуассона резко увеличивается — порода становится более пластичной.

Таким образом, на Маднеульском рудном поле выделяется несколько групп горных пород, отличающихся друг от друга по физическим свойствам, склонностям к деформациям и поведению в гидротермальных процессах, сыгравших роль от благоприятной среды до экранов.

Использование этих данных позволит резко увеличить достоверность прогноза оруденения.

Академия наук Грузинской ССР  
Геологический институт  
им. А. И. Джанелидзе

(Поступило 28.4.1989)

გეოლოგია

ვ. გელეიშვილი, ნ. იაშვილი

მადნეულის მადნიანი ველის ქანების ფიზიკური თვისებები

რეზიუმე

შესწავლილა მადნეულის მადნიანი ველის ქანების ფიზიკური თვისებები. მიღებულ შედეგებს გამოიყენებთ მადნეულის საბადოს გენეტიკური მოდელის შემუშავებაში.

GEOLOGY

V. I. GELEISHVILI, N. G. IASHVILI

PHYSICAL PECULIARITIES OF ROCKS OF THE  
MADNEULI ORE FIELD

Summary

Physical peculiarities of rocks of the Madneuli ore field have been studied.

The obtained results will be used in elaborating a genetic model of the Madneuli deposit.





А. В. ОКРОСВАРИДЗЕ

## О ГЕРЦИНСКИХ ГРАНИТОИДНЫХ РЕСТИТАХ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БОЛЬШОГО КАВКАЗА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. М. Заридзе 7.6.1989)

В результате исследований герцинских гранитоидов юго-западной части Большого Кавказа установлено, что в регионе имеются все характерные гранитоидные формации герцинитипных складчатых областей [1]. Выяснено, что в раннегеосинклинальной стадии [2] формировались плагиогранитогайсы толентового ряда кристаллических выступов Бешта и Каменистая. В позднегеосинклинальной стадии образовались гранитоиды макерской серии гранит-мигматитовой формации, связанной с региональным метаморфизмом низких давлений верхней коры. В переходной зоне от океана к континенту формировались гранитоиды бульгенской серии диорит-гранодиоритовой формации [3].

При изучении этих гранитоидов наше внимание привлекли их реститовые парагенезы, некоторые результаты исследований которых предлагаем в этой работе. К сожалению, в отечественной петрологии не уделяется должного внимания изучению реститовых парагенезисов и все включения в гранитоидах описываются как ксенолиты, в результате чего теряется большая информация. Как известно, реститы свойственны гранитоидам и несут важную информацию о гранитообразовании и в целом о тектономагматическом цикле. Именно исследование реститовых парагенезисов в гранитоидах позволило А. Уайту и Чепелю [4] выделить два крайних типа гранитоидов (I и S).

Изучение реститов герцинских гранитоидов юго-западной части Большого Кавказа показало, что они по формационной принадлежности гранитоидов четко отличаются друг от друга и комплементарны вмещающей среде, хотя по минеральным ассоциациям часто не равновесны по отношению к ним.

В плагиогранитогайсах кристаллических выступов Бешта и Каменистая реститовые парагенезисы развиты довольно широко. По составу они отвечают вмещающим амфиболитам, составляющим с плагиогранитогайсами единую серию, связанную пространственно и генетически [5]. Реститы в плагиогранитогайсах имеют лизовидные формы разных размеров, от первых сантиметров до нескольких метров. Контакт между ними ступенчатый, не резкий. По минеральному составу реститы сильно не отличаются от плагиогранитогайсов; можно сказать, что разница имеется лишь в минеральном перераспределении. Они в основном мелкозернистые, гнейсовидные, как вмещающие породы испытывают сильное дробление и наложенное окварцевание. Их состав не постоянен:  $Pl_{40-70} \pm Kв \pm Авг \pm Г.о. \pm Акт \pm Би_{45-55} \pm Хл \pm \pm Эп \pm Сф \pm Ап \pm Гр \pm Ильм$ .

Гранитоиды бульгенской серии диорит-гранодиоритовой формации также характеризуются обилием реститов. Особенно это касается сакенского интрузива [6]. На краях интрузива нередко отмечаются вытянутые параллельные реститы, структурные элементы которых часто совпадают с вмещающими породами, в его центральной части в большинстве случаев реститы дезориентированы и имеют овальные формы. На контакте ксенолитов с вмещающими породами минераль-

ных изменений не наблюдается. Минеральный состав респитов определяется вмещающей средой. В кварцевых диоритах их состав таков:  $\text{Пл}_{59-60} \pm \text{Кв} + \text{Р.о} \pm \text{Хл} \pm \text{Эп} \pm \text{Сф} + \text{Р.м.}$ ; в гранодиоритах —  $\text{Пл}_{32-50} \pm \text{Кв} \pm \text{Р.о.} + \text{Би}_{52-55} \pm \text{Хл} \pm \text{Эп} \pm \text{Сф} \pm \text{Цир} + \text{Р.м.}$

Большим распространением отличаются респитовые парагенезисы в двуслюдяных гранитоидах макерской серии. Их детальная характеристика здесь невозможна, лишь отметим, что в основном они дают мелкозернистые, линзообразные тела, преимущественно сложенные биотитами. В целом по составу они отвечают метапелитам низких давлений:  $\text{Пл}_{25-47} \pm \text{Кпш} + \text{Би} \pm \text{Сил} \pm \text{Гр} \pm \text{Кор} \pm \text{Му} \pm \text{Хл} \pm \text{Сер} \pm \text{Ап} \pm \text{Цир} \pm \text{Маг.}$

Как видим, гранитоиды разной формационной принадлежности изучаемого региона содержат разные респитовые парагенезисы, которые являются комплементарными с вмещающей средой. В их составе четко фиксируется направленное изменение, т. е. эволюция: более кислым становится плагиоклаз, авгит-роговообманковые парагенезисы сменяются биотит-роговообманковыми, а последние, в свою очередь, силлиманит-биотитовыми. В респитах появляется калиевый полевой шпат, увеличивается железистость биотитов, т. е. имеется эволюция респитовых парагенезисов от плагиогранитоидов толеитового ряда до двуслюдяных гранитоидов гранит-мигматитовой формации.

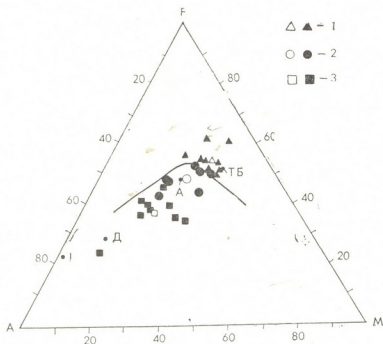


Рис. 1. Диаграмма АФМ для респитов герцинских гранитоидов юго-западной части Большого Кавказа: линией разделены толеитовая и известково-щелочная серии. Р — средний состав рилоитов, Д — дацитов, А — известково-щелочных андезитов, ТБ — островодужных толеитовых базальтов [7]

Петрохимическое изучение респитов (см. таблицу) показало, что они ведут себя как вмещающие гранитоиды. Сравнение их химических анализов с вмещающими породами — хорошее подтверждение вышесказанного. Из диаграммы АФМ (рис. 1) четко видно, что респиты плагиогранитоидов занимают поле толеитовой серии, двуслюдяные гранитоиды — известково-щелочной, а кварцевые диориты — гранодиориты — переходной между ними, но все-таки основная масса принадлежит известково-щелочной серии. На этой диаграмме аналогично ведут себя и вмещающие гранитоиды [1].

Комплементарно ведут себя в реститах и вмещающих гранитоидах содержания малых элементов. Из второй диаграммы видно, что их вариации имеют одинаковый характер, что является хорошим доказательством их генетического единства. При этом отмечаются явное повышение содержания Pb и Cr и уменьшение Ni и Cu от плагиигранитоиднейсовых реститов до двуслюдяных; и в этом отношении фиксируется эволюция реститовых парагенезисов.

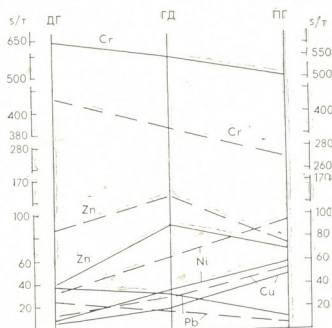


Рис. 2. Вариационная диаграмма Cr, Ni, Cu, Zn и Pb для герцинских гранитоидов и их реститов юго-западной части Большого Кавказа, ДГ — двуслюдяные гранитоиды, ГД — кварцевые диориты-гранодиориты, ПГ — плагиигранитоиднейсы, сплошными линиями обозначены содержания в гранитоидах, а пунктирами — в реститах

Резюмируя вышеприведенные данные, можно заключить, что изучаемые реститы представляют собой остатки тех субстратов, по которым развивались гранитоиды, при этом в них отражены те особенности тектономагматического цикла, в которых они формировались. Основываясь на этом, мы предполагаем, что в юго-западной части

Средний химический состав (вес.%) и параметры А:М реститов из герцинских гранитоидов юго-западной части Большого Кавказа

№ п/п	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	TiO <sub>2</sub>	MnO	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	A	F	M
1	52,90	15,28	4,32	6,75	0,66	0,17	7,22	5,88	0,63	3,25	17,9	54,6	27,5
2	55,54	16,36	3,56	5,69	0,82	0,32	6,97	4,53	2,06	2,37	26,9	48,1	25,0
3	59,90	17,51	3,41	3,27	0,74	0,10	2,85	3,25	3,68	2,80	41,4	37,7	20,9

1 — реститы из гранитоидов тектонических выступов Бешта и Каменистая (n=15), 2 — реститы из гранитоидов буульгенской серии (n=12), 3 — реститы из гранитоидов маркерской серии (n=13).

Большого Кавказа в раннегеосинклиналичную стадию кора была базитовая, в позднегеосинклиналичную стадию — сиалическая и в основном была сложена пелитами и граувакками. В промежуточный период накапливались теригенно-осадочные и вулканогенно-осадочные породы. В результате смещения зоны Бениофа в сторону островной

дуги [8] начинаются интенсивное складкообразование, метаморфизм высокой ступени и гранитообразование [9]. В результате этого в разных структурно-формационных зонах формируются разные гранитоиды, а включенные в них рести́ты — это следы тех субстратов, по которым они развивались.

Академия наук Грузинской ССР  
 Геологический институт  
 им. А. И. Джanelidze

(Поступило 9.6.1989)

კატეგორია

ა. ოკროსცვარიძე

კავკასიონის სამხრეთ-დასავლეთი ნაწილის გრანიტოიდული  
 რესტიტების შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილია კავკასიონის სამხრეთ-დასავლეთი ნაწილის გრანიტოიდული რესტიტები. გაირკვა, რომ ისინი სხვადასხვა პარაგენეტიული ასოციაციებთან წარმოდგენილი და ახლოს დგანან მათ შემცვე გრანიტოიდებთან. ამასთან რესტიტების შემადგენლობაში ასახულია ყველა ის ტექტონომამგურთი თავისებურება, რომელშიც ისინი ჩამოყალიბდნენ. დადგინდა, რომ რეგიონში გვაქვს რესტიტული პარაგენეზისების ევოლუცია ტოლეიტური რიგის პლაგიოგრანიტოგენეზიებიდან გრანიტ-მიგმატიტური ფორმაციის ორქარსიან გრანიტოიდებამდე.

PETROLOGY

A. V. OKROTSVARIDZE

ABOUT RESTITES OF HERCYNIAN GRANITOIDS OF THE  
 SOUTH-WESTERN PART OF THE GREATER CAUCASUS

Summary

The restites of Hercynian granitoids of the south-western part of the Greater Caucasus is studied. It is shown that in granitoids of different formations they are represented by different paragenetic associations and in a number of genetic criteria they are close to the enclosing granitoids.

It is suggested that the indicated restites form a part of the substrata which gave development to various granitoids. They allow to restore the picture of the studied region.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. В. Окросцваридзе. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1987.
2. Г. М. Заридзе. Глобальные эндогенные формации конгнетов и океанов. М., 1984.
3. Магматические горные породы, т. 6, М., 1987.
4. A. J. R. White, B. W. Chappel. In: 25th Int. Geol. Congr. Abstr. v. 3 Canberra, 1977, p. 674-675.
5. Т. Г. Чхотуа. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1971.
6. Д. М. Шенгелиа, Д. Н. Кецховели. Региональный метаморфизм низких и умеренных давлений в Абхазии. Тбилиси, 1982.
7. T. N. Irvine, W. R. Baragar. Canad. J. Earth Sci., vol. 8, №5 1971.
8. A. Miyashiro. Amer. J. Sci. v. 272, №7, 1372.
9. Г. М. Заридзе, Д. М. Шенгелиа. Геотектоника, № 4, 1978.



Р. Э. ГУСЕЙНОВ

## О СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЯХ ГИБКИХ СТЕРЖНЕЙ

(Представлено академиком Э. А. Сехвиашвили 28.4.1989)

Рассмотрим гибкие стержни, уравнения свободных колебаний которых в операторном виде выглядят как

$$Az = \lambda Bz, \quad (1)$$

где  $\lambda = \omega^2$  — квадрат круговой частоты собственных колебаний, а от операторов  $A, B$  потребуем симметричности и положительной определенности.

Приближенное решение задачи (1) будем искать методом конечных элементов, причем в качестве базисных функций будем брать совокупность функций-крышек, удовлетворяющих главным граничным условиям [1]. Тогда получим

$$\widehat{A}\zeta = \lambda^h \widehat{B}\zeta, \quad (2)$$

где  $\widehat{A}, \widehat{B}$  — разреженные, симметричные и положительно-определенные матрицы жесткости и масс;  $\lambda^h$  — приближенное собственное значение исходной задачи, а  $z^h = \sum_{j=1}^s \sum_{i=1}^n \zeta_i^{(j)} \cdot \Phi_i^{(j)}(x)$  — соответствующий ему собственный вектор,  $\zeta = (\zeta_1^{(1)}, \dots, \zeta_n^{(1)}, \dots, \zeta_1^{(s)}, \dots, \zeta_n^{(s)})$ ;

$$\Phi_i^{(j)}(x) = (0, \dots, 0, \varphi_i(x), 0, \dots, 0)^T \text{ — базисные функции;} \\ 1, \dots, j-1, j, j+1, \dots, s$$

$2 \cdot s$  — число степеней свободы стержневого конечного элемента,  $\{\varphi_i(x)\}_{i=1}^n$  — совокупность функций-крышек. Элементы матриц  $\widehat{A}, \widehat{B}$  имеют вид:

$$\widehat{A}_{ji}^{(lk)} = [\Phi_i^{(l)}, \Phi_j^{(k)}], \quad \widehat{B}_{ji}^{(lk)} = (B\Phi_i^{(k)}, \Phi_j^{(l)}), \\ l, k = 1, \dots, s; \quad j, i = 1, \dots, n;$$

где  $[\cdot, \cdot], [\cdot]$  — скалярное произведение и норма в энергетическом пространстве, порождаемом оператором  $A$ ;  $(\cdot, \cdot), \|\cdot\|$  — скалярное произведение и норма в  $(L_2(0, 1))^s$ , где  $L_2$  — пространство квадратично-суммируемых функций. Дополнительно потребуем, чтобы  $[\cdot]$  была бы эквивалентна  $\|\cdot\|$  ( $W_2^1(0, 1))^s$ , где  $W_2^1$  — пространство Соболева.

Пусть параметры стержня являются кусочно-гладкими функциями с возможными разрывами 1-го рода в конечном числе его точек. Если границы конечных элементов включают в себя точки этих разрывов, то, следуя [1], можно показать, что для квадрата основной ча-

стоты и основной моды колебаний имеют место следующие оценки скорости сходимости их приближенных значений:

$$\lambda_1^h - \lambda_1 \leq \frac{\lambda_1^{1/2} \|B\|}{\beta^2} \cdot O(h), \quad \|z_1 - z_1^h\| \leq \sqrt{\frac{\|B\|}{\lambda_2 - \lambda_1}} \cdot \frac{1}{\beta^2} \cdot O(h),$$

где  $(Bz, z) \geq \beta^2 \|z\|^2$ ;  $\|B\|$  — норма оператора  $B$ ;  $h$  — максимальная среди длин конечных элементов стержня.

В качестве примера рассмотрим свободные колебания консоли с учетом изгиба, сдвига и инерции вращения. Тогда  $s=2$ , а операторы  $A, B$  примут вид

$$A = \begin{pmatrix} -(Ж_{И}[ \cdot ])' + Ж_{С}[ \cdot ]; & -Ж_{С}[ \cdot ]' \\ (Ж_{С}[ \cdot ])' & ; -(Ж_{С}[ \cdot ])' \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} I_{И}[ \cdot ]; & 0 \\ 0 & ; \rho[ \cdot ] \end{pmatrix}.$$

Здесь полагаем, что все величины сведены к безразмерной форме;  $Ж_{И}, Ж_{С}$  — жесткости при изгибе и сдвиге;  $I_{И}, \rho$  — момент инерции при вращении и масса единицы длины консоли;  $z = (\psi, y)^T$  — угловая и линейная деформация; главные граничные условия — нулевые на заделанном конце консоли. В этом случае

$$\|B\| \leq (\max_{x \in [0, 1]} \{I_{И}^2, \rho^2\})^{1/2}, \quad \beta^2 = \min_{x \in [0, 1]} \{I_{И}, \rho\}.$$

Для численного решения задач типа (2) создан пакет программ для ЭВМ, реализованный в соответствии с идеями [2]: сконструирован удобный интерфейс между пользователем, решающим обобщенную проблему собственных значений, и подпрограммами метода итераций в подпространстве [3], вычисляющими собственные значения и векторы. Интерфейс распределяет память для структур данных в границах задаваемого пользователем одномерного массива, контролирует правильность вызова программ и т. д. При этом действия выполняются не над исходными матрицами  $\widehat{A}, \widehat{B}$ , а над переупорядоченными матрицами  $\widehat{A}_p, \widehat{B}_p$ , размер оболочки пучка которых минимизирован в соответствии с обратным алгоритмом Катхилла — Макки [2].

Частоты свободных колебаний стержней постоянного поперечного сечения при учете изгиба и сдвига получены в [4]. Сравнение результатов вычислений для гибких консолей прямоугольного поперечного сечения ( $l/h=18$ , где  $l$  — длина консоли;  $h$  — ширина сечения) с  $G=0,4 E$  ( $E, G$  — модули упругости 1-го и 2-го рода) показывает расхождение в квадратах частот: для 1-й — 0,03%, для 2-й — 0,7%, для 3-й — 1,6%, что говорит о незначительном влиянии инерции вращения на процесс свободных колебаний гибких стержней.

Подробное описание пакета для решения обобщенной проблемы собственных значений будет сдано в Фонд алгоритмов и программ.

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

რ. გუსეინოვი

დრეკადი ღერძების თავისუფალი რხევებისათვის შესახებ

რეზიუმე

დრეკადი ღერძების თავისუფალი რხევებისათვის განხილულია საკუთრივი მნიშვნელობების განსაზოგადებული პრობლემა, რომელიც იხსნება სასრული ელემენტების მეთოდით. შექმნილია პროგრამების მანქანური პაკეტი, რომელიც განკუთვნილია ანალოგიური ამოცანების ამოხსნისათვის. მაგალითისათვის გამოთვლილია კონსოლური ძელი ღუნვის, ძვრის და ბრუნვის ინერციის გათვალისწინებით. გამოთვლის შედეგები შედარებულია ადრე მიღებულ მონაცემებთან.

## STRUCTURAL MECHANICS

F. E. GUSEINOV

## ON FREE VIBRATIONS OF FLEXIBLE RODS

## Summary

The generalized eigenvalue problem for free vibrations of flexible rods is solved by the method of finite elements. A computer program package created for solving such problems was tested on a concrete example.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. И. Марчук, В. И. Агошков. Введение в проекционно-сеточные методы. М., 1981.
2. А. Джордж Дж. Лю. Численное решение больших разреженных систем уравнений. М., 1984.
3. К. Бате, Е. Вилсон. Численные методы анализа и метод конечных элементов. М., 1982.
4. Ծ. Է. Խաչիան. Сейсмические воздействия на высотные здания и сооружения. Ереван, 1973.



СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

М. Г. КАЛАБЕГШВИЛИ

О БОЛЬШИХ ПРОГИБАХ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ПЛИТ  
 С ШАРНИРАМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. Ш. Микеладзе 14.3.1989)

Рассмотрим равномерно нагруженную ( $q = \text{const}$ ) анизотропную прямоугольную плиту с шарнирами, расположенными параллельно одной из сторон плиты.

Система уравнений Т. Кармана в этом случае имеет вид [1, 2]

$$\begin{aligned} \nabla_a^4 \bar{W} &= 12(1-\nu_1 \nu_2)[L(\bar{W}, \bar{\psi}) + P], \\ \nabla_b^4 \bar{\psi} &= -0,5 L(\bar{W}, \bar{W}), \end{aligned} \quad (1)$$

где 
$$\nabla_a^4 \bar{W} = \frac{1}{\lambda^2} \frac{\partial^4 \bar{W}}{\partial \xi^4} + 2\alpha_1 \frac{\partial^4 \bar{W}}{\partial \xi^2 \partial \eta^2} + \alpha_2 \lambda^2 \frac{\partial^4 \bar{W}}{\partial \eta^4},$$

$$\nabla_b^4 \bar{\psi} = \frac{\beta_2}{\lambda^2} \frac{\partial^4 \bar{\psi}}{\partial \xi^4} + 2\beta_1 \frac{\partial^4 \bar{\psi}}{\partial \xi^2 \partial \eta^2} + \lambda^2 \frac{\partial^4 \bar{\psi}}{\partial \eta^4},$$

$$L(\bar{W}, \bar{\psi}) = \frac{\partial^2 \bar{W}}{\partial \xi^2} \frac{\partial^2 \bar{\psi}}{\partial \eta^2} + \frac{\partial^2 \bar{W}}{\partial \eta^2} \frac{\partial^2 \bar{\psi}}{\partial \xi^2} - 2 \frac{\partial^2 \bar{W}}{\partial \xi \partial \eta} \frac{\partial^2 \bar{\psi}}{\partial \xi \partial \eta},$$

$$\lambda = a/b, \quad \alpha_1 = D_3/D_1, \quad \alpha_2 = D_2/D_1,$$

$$D_1 = E_1 h^3/12(1-\nu_1 \nu_2), \quad D_2 = E_2 h^3/12(1-\nu_1 \nu_2),$$

$$D_3 = D_1 \nu_2 + 2D_k, \quad D_k = Gh^3/12, \quad \beta_1 = E_1/2 G - \nu_1,$$

$$\beta_2 = E_1/E_2, \quad P = qa^2 b^2/E_1 h^4.$$

Здесь  $\bar{W} = W/h$  и  $\bar{\psi} = \Phi/E_1 h^3$  — безразмерные функции прогибов и мембранных усилий;  $\xi = x/a$  и  $\eta = y/b$  — безразмерные координаты;  $h$  — толщина плиты;  $a$  и  $b$  — ее размеры в плане;  $E_1$  и  $E_2$  — модули Юнга;  $\nu_1$  и  $\nu_2$  — коэффициенты Пуассона;  $G$  — модуль сдвига.

Систему (1) линеаризуем методом последовательных нагружений [3]. Для  $i$ -й степени нагружения она имеет вид [4]

$$\Delta_a^4 \Omega = 12(1-\nu_1 \nu_2)[\nabla_{\bar{W}}^2 \omega + \nabla_{\bar{\psi}}^2 \Omega + p], \quad (2)$$

$$\nabla_b^4 \omega = -\nabla_{\bar{W}}^2 \Omega,$$

где 
$$\nabla_{\bar{W}}^2 (\cdot) = \frac{\partial^2 \bar{W}}{\partial \eta^2} \frac{\partial^2 (\cdot)}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 \bar{W}}{\partial \xi^2} \frac{\partial^2 (\cdot)}{\partial \eta^2} - 2 \frac{\partial^2 \bar{W}}{\partial \xi \partial \eta} \frac{\partial^2 (\cdot)}{\partial \xi \partial \eta},$$

а  $\Omega$ ,  $\omega$  и  $p$  соответственно обозначают приращения  $\bar{W}$ ,  $\bar{\psi}$  и  $P$ . Очевидно, что

$$\bar{W} = \sum_{j=1}^{i-1} \Omega_j, \quad \bar{\psi} = \sum_{j=1}^{i-1} \omega_j.$$





Для решения системы (2) используем вариационный метод В. З. Власова [5], согласно которому

$$\Omega_j = \chi_j(\xi) \omega_j(\eta), \quad \omega_j = \zeta_j(\xi) \varphi_j(\eta).$$

Пусть шарниры расположены параллельно оси  $\xi$ . Соответственно, заданными функциями, удовлетворяющими граничным условиям, на двух противоположных краях плиты будут  $\chi_j(\xi)$  и  $\zeta_j(\sigma)$ , а искомые функции  $\omega_j(\eta)$  и  $\varphi_j(\eta)$  определяются из следующей системы обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$\int \{ \nabla_a^4 \chi_i \omega_i - 12(1 - \nu_1 \nu_2) [ \nabla_{\overline{W}}^2 \zeta_i \varphi_i + \nabla_{\overline{\varphi}}^2 \chi_i \omega_i + \rho ] \} \chi_i d\xi = 0, \\ \int \Delta \beta^2 \zeta_i \varphi_i + \nabla_{\overline{W}}^2 \chi_i \omega_i \} \zeta_i d\xi = 0. \quad (3)$$

В результате существования шарниров искомые функции и их производные терпят разрывы первого рода. В отличие от линейной задачи, где разрывными являются  $\omega^1$  и  $\omega^{(3)}$ , в данном случае скачкообразно меняются также  $\omega$  и  $\omega^{(2)}$ . Что касается  $\varphi$  и ее производных, то вслед за сдвигающей силой лишь  $\varphi^1$  остается непрерывной, в то время как  $\varphi$ ,  $\varphi^{(2)}$  и  $\varphi^{(3)}$  терпят разрывы первого рода.

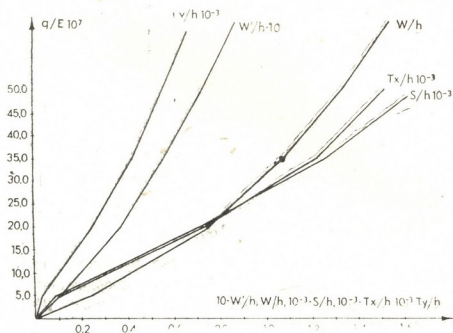


Рис. 1

Следовательно, необходимо построить разрывные решения (3). С этой целью, следуя методу Ш. Е. Микеладзе [6], заменим (3) эквивалентной системой интегральных уравнений типа Вольтерра второго рода, которую в силу отсутствия  $\omega^{(3)}$  и  $\varphi^{(3)}$ , удобно решать численно с помощью рекуррентных формул, аналогичных [7].

Затем, располагая приращениями искомых функций, возвращаемся к решению нелинейной системы (1) методом последовательных приближений. При этом зависимости между скачками искомых функций и их производных имеют тот же вид, что и при линеаризованных соотношениях:

$$\delta_{12} = \frac{\nu_1 \pi^2}{\lambda^2} \delta_{10}, \quad \delta_{13} = \frac{\pi^2}{\lambda^2} \left[ \nu_1 - \frac{2G(1 - \nu_1 \nu_2)}{E_2} \right] \delta_{11} - \\ - \frac{12 b^3 (1 - \nu_1 \nu_2)}{E_2 h^4} \delta_{11}, \quad \delta_{20} = - \frac{a^2}{E_1 h^3 \pi^2} \delta_{21}$$

$$\delta_{22} = -\frac{\nu_1 \pi^2}{\lambda^2} \delta_{20}, \quad \delta_{23} = \frac{\pi^2 b}{\lambda^2 h^2} \delta_3,$$

где  $\delta_{1j}$  и  $\delta_{2j}$  ( $j=0, 1, 2, 3$ ) соответственно обозначают скачки  $\omega^{(j)}$  и  $\varphi^{(j)}$ , а  $\delta_1$ ,  $\delta_2$  и  $\delta_3$  — скачки поперечного и нормального усилий и перемещения  $V$ ,

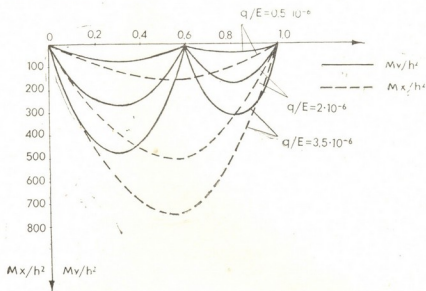


Рис. 2

Был выполнен расчет свободно опертой изотропной квадратной плиты с одним промежуточным шарниром. На рис. 1 приведены зависимости максимальных величин прогиба, угла поворота и усилий от

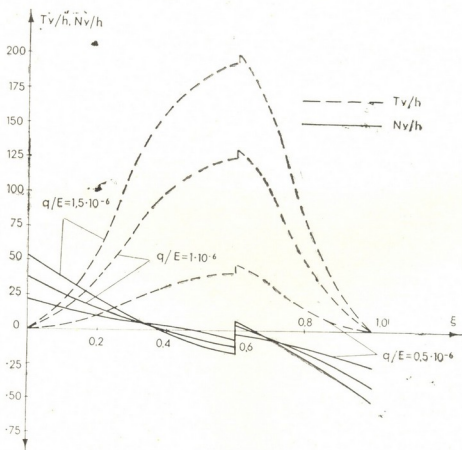


Рис. 3

нагрузки для плиты с шарниром посередине. А на рис. 2 и 3 — эпюры изгибающих моментов ( $M_x$ ,  $M_y$ ), нормального усилия ( $T_y$ ) и по-

перечной силы ( $N_y$ ) для того случая, когда шарнир расположен вдоль линии  $\eta = 0,6$ .

Из графиков, приведенных на рис. 2, следует, что, как и в случае отсутствия шарниров [8], решения, полученные на основе линейной теории, приводят к существенным погрешностям при  $\frac{W_{\max}}{h} > 0,3$ .

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

(Поступило 16.3.1989)

საშენიანო მექანიკა

მ. კალაბეგაშვილი

სახსრებიანი მართკუთხა ფილის დიდი ბალუნების შესახებ

რეზიუმე

განხილულია თანაბრად დატვირთული მართკუთხა ფილა ერთ-ერთი გვერდის პარალელურად ვანლაგებული სახსრებით.

დიფერენციალურ განტოლებათა არაწრფივი სისტემის ამოსახნლად გამოყენებულია თანდათანობითი დატვირთვის ხერხი და ვ. ვლასოვის [5] ვარიაციული მეთოდი. დიფერენციალურ განტოლებათა შესაბამისი სისტემის წყვეტილი ამონახსნები აგებულია შ. მიქელაძის თეორიის საფუძველზე [6].

კონკრეტული მაგალითის სახით გაანგარიშებულია კვადრატული ფილა, რომელსაც აქვს ერთი სახსარი. შედეგები წარმოდგენილია გრაფიკების სახით.

STRUCTURAL MECHANICS

M. G. KALABEGISHVILI

## ON LARGE DEFLECTIONS OF A RECTANGULAR PLATE WITH HINGES

Summary

A uniformly loaded rectangular plate with hinges parallel to one of its sides is considered.

A nonlinear system of differential equations is solved using the successive loading technique and V. Vlasov's variational method. Discontinuous solutions of the corresponding system of differential equations are obtained according to Sh. Mikeladze's theory.

A numerical example is given for the case of a square plate with one hinge, and appropriate diagrams are constructed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. С. Вольмир. Гибкие пластинки и оболочки. М., 1956.
2. Г. Г. Ростовцев. Труды ЛИИГВФ, № 20, 1940.
3. В. В. Петров. Труды II Всес. конф. по теории пластин и оболочек. Киев, 1962.
4. В. В. Амеличенко, И. В. Неверов, В. В. Петров. МТИ, № 3, 1969.
5. В. З. Власов. Избранные труды, т. 3. М., 1964.
6. Ш. Е. Микеладзе. Некоторые задачи строительной механики. М.—Л., 1948.
7. М. Ш. Микеладзе. Упругость и пластичность элементов конструкций и машин. Тбилиси, 1976.
8. Л. Г. Доннелл. Балки, пластинки и оболочки. М., 1982.

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИИ И ОБОГАЩЕНИЕ

Л. И. МАХАРАДЗЕ, В. Г. ТУРАБЕЛИДЗЕ, Т. Ш. ГОЧИГАШВИЛИ

ГИДРОАБРАЗИВНЫЙ ИЗНОС НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ  
 ПРИ ТРАНСПОРТИРОВАНИИ СТРУКТУРИРОВАННЫХ  
 ГИДРОСМЕСЕЙ

(Представлено академиком А. А. Дзидзигури 21.4.1989)

Для анализа гидроабразивного износа трубопроводов гидротранспортных систем, транспортирующих структурированные гидросмеси, наиболее эффективным оказывается синтез соотношений, основанных непосредственно на раскрытии физики протекаемого процесса (учет факторов, определяющих энергию абразивных частиц при соударении с изнашиваемой поверхностью, носивших строго закономерный характер), на вероятностном анализе (учет факторов, определяющих количество твердых частиц, попадающих на поверхность износа) и на данных экспериментальных исследований (учет факторов, определяющих износостойкость и абразивность взаимодействующих тел), позволяющие получить количественные результаты по определению срока службы изнашиваемых поверхностей.

Основываясь на указанный комплексный метод исследований, с учетом некоторых необходимых допущений, а также результатов экспериментальных исследований в лабораторных и промышленных условиях, нами получена расчетная зависимость для определения удельного линейного износа, которая имеет вид

$$\Delta = \frac{K \rho_{тв} S (1-S)^2 v_0 (\rho_{тв} - \rho_{н.с}) d^2 \left[ 1 - \left( \frac{d}{D} \right)^2 \right] A}{14,13 \eta g \left( D + \frac{2\tau_0}{i\gamma_0} \right)^2 \rho_{см} \rho_{тв}} \quad (1)$$

где  $D$  — диаметр трубопровода, м;  $d$  — средний диаметр крупнокусковых включений в гидросмеси, м;  $\rho_{см}$ ,  $\rho_{тв}$ ,  $\rho_{н.с}$ ,  $\rho_{тв}$  — плотности соответственно гидросмеси, твердых частиц, несущей среды, материала из которого изготовлен трубопровод, кг/м<sup>3</sup>;  $\eta$  — структурная вязкость гидросмеси, Н · с/м<sup>2</sup>;  $\gamma_0$  — удельный вес воды, Н/м<sup>3</sup>;  $\tau_0$  — предельное статическое напряжение сдвига, Н/м<sup>2</sup>;  $g$  — ускорение силы тяжести, м/с<sup>2</sup>;  $A$  — вес транспортируемой по трубопроводу гидросмеси, Н;  $V_0$  — средняя скорость транспортирования по трубопроводу гидросмеси, м/с;  $K$  — коэффициент гидроабразивности, 1/м; он определяется экспериментально и зависит от физико-механических свойств изнашиваемой поверхности и твердой частицы, а также условий их взаимодействия;  $i$  — удельные потери напора в трубопроводе при движении потока гидросмеси.

Концентрацию крупнокусковых включений  $S$  в пристенной области структурированного потока, входящую в зависимость (1) можно определить по формуле

$$S = \frac{(S_{\max} - S_1) D}{3 \left( R - \frac{2\tau_0}{i\gamma_0} \right) \ln \left( 1 + 3 \frac{v_{кр}}{v_0} \right)} \left[ 1 - \left( 1 + 3 \frac{v_{кр}}{v_0} \right)^{3/D} \left( \frac{2\tau_0}{i\gamma_0} - R \right) \right], \quad (2)$$



где  $S_{\max}$  — предельно возможная концентрация гидросмеси;  $S_1$  — концентрация тонких (менее 0,15 мм) фракций;  $R$  — радиус трубопровода, м;  $v_{кр}$  — критическая скорость транспортирования структурированной гидросмеси.

Насыщение потока структурированной гидросмеси мелкими классами твердых частиц способствует проявлению вязко-пластичных свойств, обусловленных процессом структурообразования в цементном сырье, бетонных растворах, песчано-глинистых смесях, угольных суспензиях и т. п. Основным уравнением, обобщающим физические свойства таких гидросмесей, является уравнение Бингама—Шведова. В

$\Delta, 10^{-4}, м$

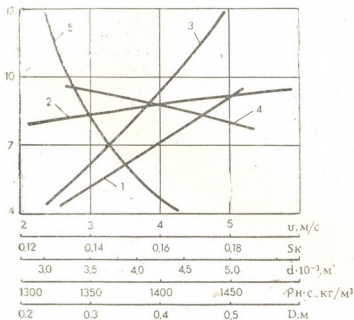
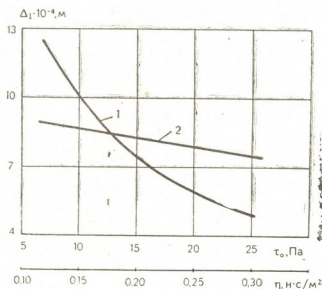


Рис. 1. Зависимость линейного износа стенки трубы от параметров транспортирования гидросмеси: 1 — от скорости гидросмеси; 2 — от концентрации крупных включений твердых частиц; 3 — от средневзвешенного размера крупных включений твердых частиц; 4 — от плотности несущей среды; 5 — от диаметра трубы.

таких случаях износ поверхности могут вызвать только те частицы, крупность которых превышает  $d_0$ . Частицы, крупность которых меньше указанной величины, участвуют в образовании структуры смеси,

Рис. 2. Зависимость линейного износа стенки трубопровода от реологических параметров транспортируемой гидросмеси: 1 — от структурной вязкости гидросмеси; 2 — от предельного статического напряжения сдвига гидросмеси



и для их вовлечения в движение достаточны только пульсационные составляющие скорости. Величины  $d_0$  в зависимости от плотности твердого материала меняется в пределах  $d_0 = 0,15 - 0,20$ .

С другой стороны, не все твердые частицы крупнее  $d_0$  смогут участвовать в износе стенок трубопроводов. Из всех твердых частиц, не участвующих в образовании структуры несущей среды, в износе стенок трубопроводов будут принимать участие те, которые вовлечены в движение в области потока с непрерывно разрушающейся структурой.

Определяющими факторами, влияющими на интенсивность гидроабразивного износа, являются абразивные свойства твердых частиц, реологические и гидродинамические параметры структурированных гидросмесей, значения которых даются в таблице. В этой же таблице сведены результаты теоретических и экспериментальных исследований.

Основные гидродинамические параметры структурированных гидросмесей.

Сравнение результатов теоретического анализа и экспериментальных исследований

Наименование исходных и расчетных параметров	Условный номер экспериментальной установки (промышленного объекта)		
	1	2	3
Диаметр трубопровода $D$ , м	0,3	0,3	0,4
Плотность крупных включений твердых частиц $\rho_{ТВ}$ , кг/м <sup>3</sup>	2620	2620	2650
Концентрация крупных включений твердых частиц в гидросмеси $S$	0,14	0,12	0,14
Коэффициент абразивности твердых частиц $K$ , 1/м	$0,7661 \times 10^{-7}$	$1,1858 \times 10^{-7}$	$3,8182 \times 10^{-7}$
Средняя скорость транспортирования гидросмеси по трубопроводу $v$ , м/с	4,5—4,7	3,2—3,4	3,0—3,2
Плотность несущей среды $\rho_{Н.С.}$ , кг/м <sup>3</sup>	1430	1400	1430
Средний диаметр крупных включений твердых частиц $d$ , м	0,004	0,006	0,0038
Вес транспортируемого по трубопроводу материала $A$ , Н	$1,412 \times 10^6$	$2,312 \times 10^6$	$2,09 \times 10^6$
Структурная вязкость гидросмеси $\eta$ , Н·с/м <sup>2</sup>	0,18	0,27	0,32
Предельное статическое напряжение сдвига гидросмеси $\tau_0$ , Па	15	20	19
Удельные потери давления, $i$	0,09	0,06	0,032
Плотность гидросмеси $\rho_{СМ.}$ , кг/м <sup>3</sup>	1600	1550	1600
Плотность материала трубопровода $\rho_{ТР.}$ , кг/м <sup>3</sup>	7800	7800	7800
Расчетный линейный гидроабразивный износ $\Delta$ , мм	0,82	2,1	0,63
Фактический линейный гидроабразивный износ $\Delta_{Ф.}$ , мм	0,89	1,9	0,71
Расхождение между результатом теоретического расчета по формуле (1) и экспериментальным данным, %	8,5	9,5	12,6

Анализ данных, приведенных в таблице, а также кривых, приведенных на рис. 1 и 2, показывает, что увеличение скорости транспортирования гидросмеси и крупности абразива вызывает резкое увеличение износа поверхности; изменение же концентрации крупных включений твердых частиц выше  $S > 0,12$  незначительно влияет на интенсивность линейного износа. Износ поверхности существенно снижается с увеличением диаметра трубопровода, а увеличение плотности несущей среды выше  $\rho_{Н.С.} > 1300$  кг/м<sup>3</sup> практически не оказывает влияние на интенсивность протекания процесса. Увеличение структурной вязкости смеси до 0,2 Н·с/м<sup>2</sup> способствует резкому снижению износа, дальнейшее увеличение данного параметра, а также изменение предельного статического напряжения сдвига незначительно влияет на интенсивность протекания процесса.

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

(Поступило 5.5.1989)



ლ. მახარაძე, ვ. ტურაბელიძე, თ. გოჩიტაშვილი

სადაწნევო მილსადენების ჰიდროაბრაზიული ცვეთა  
სტრუქტურირებული ჰიდრონარევის ტრანსპორტირებისას

რეზიუმე

თეორიული ანალიზის საფუძველზე მიღებულია სადაწნევო მილსადენების ჰიდროაბრაზიული ცვეთის საანგარიშო ფორმულა, როდესაც მათში მოძრაობს სტრუქტურირებული ჰიდრონარევი. მიღებული ფორმულა ამყარებს დამოკიდებულებას მილსადენის ხაზოვან ცვეთასა და ჰიდრონარევის რეოლოგიურ და ჰიდროდინამიკურ პარამეტრებს შორის. მისი სამართლიანობა შემოწმებულია სამრეწველო ობიექტებზე ჩატარებული ექსპერიმენტული კვლევებით.

#### EXPLOITATION AND CONCENTRATION OF DEPOSITS

L. I. MAKHARADZE, V. G. TURABELIDZE, T. Sh. GOCHITASHVILI

#### HYDROABRASIVE WEAR OF PRESSURE PIPELINES DURING THE TRANSPORTATION OF STRUCTURIZED HYDRAULIC FLUIDS

##### Summary

Based on theoretical and experimental studies a formula has been derived to define the hydraulic wear of pressure pipeline, when a structurized hydraulic fluid moves in it. The formula shows the interrelationship between the tube wear of the pipeline and hydraulic parameters of the hydraulic fluid. The validity of the formula has been verified by experimental investigations.



Г. Ш. КОБУЛАШВИЛИ, Л. Ф. ТАВАДЗЕ

## КОРРОЗИОННОЕ РАСТРЕСКИВАНИЕ СТАЛЕЙ 03X20N18M2D2 И 06XN28МДТ ПРИ ИХ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 30.3.1989)

При разработке конструкционных материалов, предназначенных для изготовления технологического оборудования, работающего в агрессивных средах, наряду с исследованием их коррозионной стойкости, необходимо установить склонность сталей к таким опасным видам коррозии, как межкристаллитная, питтинговая и коррозия под напряжением.

В настоящей работе исследовали склонность к коррозионному растрескиванию хромоникелевой аустенитной стали 03X20N18M2D2, разработанной для фторсодержащих и сернокислотных сред высокой агрессивности взамен более высоколегированной кислотностойкой стали 06XN28МДТ [1]. Для оценки коррозионного разрушения новой стали при ее пластической деформации в 42% растворе  $MgCl_2$  параллельно испытывали сплав 06XN28МДТ.

Склонность сталей к коррозионному растрескиванию определяли наиболее жестким методом — испытанием с постоянной скоростью деформации [2], когда одним из основных параметров, влияющих на коррозионное растрескивание, является скорость деформации образца.

Испытания при постоянной скорости деформирования проводили на машинах АИМА-5—2, предназначенных для испытаний на длительную прочность и ползучесть. С целью расширения диапазона скоростей деформирования образцов к машинам АИМА-5—2 были разработаны специальные системы редуцирования, позволяющие изменять скорость перемещения активного захвата в широком диапазоне от  $10^{-6}$  до  $10^{-9}$  м/с.

Для проведения испытаний в условиях, воспроизводящих условия работы оборудования в высокотемпературных хлоридсодержащих средах, были созданы специальные камеры, позволяющие проводить испытания в 42% растворе  $MgCl_2$  при  $154^\circ C$ . Испытания проводили с записью диаграмм деформирования (нагрузка/удлинение). Результаты сравнительных испытаний сталей марок 06XN28МДТ и 03X20N18M2D2 на склонность к коррозионному растрескиванию при постоянной скорости деформации представлены в таблице.

Для системы металл-среда, в которых ресурс изделия определяется в основном стадией роста макроскопической трещины, в расчетах на прочность и долговечность предлагается использовать аппарат механики разрушения при помощи зависимостей, предложенных в работе [3], в которых параметры разрушения с помощью эмпирических коэффициентов связаны со скоростью деформирования:



Склонность сталей 06ХН28МДТ и 03Х20Н18М2Д2 к коррозионному растрескиванию в 42% MgCl<sub>2</sub> при 154°C при постоянной скорости деформации

Марка стали	Скорость деформации, с <sup>-1</sup>	Результаты испытаний					
		R <sub>max</sub> кг	σ <sub>max</sub> кгс/мм <sup>2</sup>	ε <sub>p</sub>	δ %	a <sub>p</sub> * мм	τ ч
03Х20Н18М2Д2	1,6·10 <sup>-5</sup>	840	42	9,2	37	0,35	10
	5,5·10 <sup>-5</sup>	800	40	8,0	32	0,20	16
	1,6·10 <sup>-6</sup>	750	37	5,6	22	0,44	38
	5,5·10 <sup>-6</sup>	760	38	5,3	21	0,31	107
06ХН28МДТ	5,5·10 <sup>-5</sup>	1180	59	10,5	42	0,21	22
	1,6·10 <sup>-6</sup>	1140	57	7,4	30	0,32	50
	5,5·10 <sup>-6</sup>	1000	50	7,0	28	0,25	87

\* Длину трещины определяли на металлографическом микроскопе.

$$\tau_p = Z \dot{\varepsilon}^{-\frac{n+1}{M}},$$

$$\varepsilon_p = Z \dot{\varepsilon}^{-\frac{m}{M}},$$

$$a_p = K Z^m \dot{\varepsilon}^{-\frac{m}{M}(n+1)},$$

$$V_p = K Z^{m-1} \dot{\varepsilon}^{-\frac{(1-m)(n+1)}{m}},$$

где  $\tau_p$  — время до разрушения;  $\varepsilon_p$  — относительное удлинение в момент разрушения;  $a_p$  — длина трещины в момент разрушения;  $V_p$  — средняя скорость роста трещины;  $m, n, G, K$  — экспериментально определенные коэффициенты, которые позволяют определить  $M$  и  $Z$ .

$$M = m + n + 1, \quad Z = \left( \frac{G}{M} \right)^{\frac{1}{M}}.$$

Приведенные уравнения, заложенные в программу ЭВМ, позволяют рассчитать среднюю скорость развития трещины при равных скоростях деформирования металла.

Проведенный расчет, в частности, показал, что для наиболее оптимальной скорости деформирования 1,6·10<sup>-5</sup> с<sup>-1</sup> скорость развития коррозионной трещины для исследуемых сталей марок 03Х20Н18М2Д2 и 06ХН28МДТ составляет 3,7·10<sup>-6</sup> и 1,6·10<sup>-6</sup> мм/с соответственно.

Таким образом, по своим характеристикам стойкости против коррозионного растрескивания в 42% MgCl<sub>2</sub> при 154°C исследуемые стали близки и превосходят стали марок 10Х17Н13М2Г и 08Х18Н10Т, для которых скорость развития коррозионной трещины в аналогичных условиях испытания при  $\dot{\varepsilon} = 1,1 \cdot 10^{-5}$  с<sup>-1</sup> составляет соответственно 8,2·10<sup>-5</sup> и 4,46·10<sup>-5</sup> мм/с. Следовательно, новую сталь можно рекомендовать для изготовления оборудования, работающего в высокоагрессивных фторсодержащих и сернисто-кислотных средах.

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

ბ. კობულაშვილი, ლ. თავაძე

 03X20H18M2D2 და 06XH28MDT ფოლადების კოროზიული  
 დასკდომა პლასტიკური დეფორმაციის დროს

რეზიუმე

შესწავლილია გოგირდმკაფა და ფტორის შემცველ არეებში იდენტური კოროზიამდეგობის მქონე 03X20H18M2D2 და 06XH28MDT ფოლადების კოროზიული დასკდომა 42% MgCl<sub>2</sub>-ის ცხელ (154°C) ხსნარში, მათი პლასტიკური დეფორმაციის დროს.

დადგენილია, რომ ორივე ფოლადი ხასიათდება ძაბვის ქვეშ კოროზისადმი მიდრეკილების ერთნაირი ხარისხით. მიღებული შედეგების მიხედვით, ახალი ფოლადი 03X20H18M2D2 შეიძლება რეკომენდებულ იქნეს იმ მაღალაგრესიულ არეებში მომუშავე აპარატურის დასამზადებლად, სადაც ორივე ფოლადი იდენტურ კოროზიამდეგობას ამჟღავნებს.

METALLURGY

G. Sh. KOBULASHVILI, L. F. TAVADZE

CORROSION CRACKING OF 03X20H18M2D2 AND 06XH28MDT  
STEELS AT PLASTIC DEFORMATION

Summary

The corrosion cracking of identical corrosion-resistant 03x20H18M2D2 and 06XH28MDT steels in hot (154°C) 42% MgCl<sub>2</sub> solution in media containing sulphuric acid and fluorine has been studied during their plastic deformation.

It has been established that under strain both steels are characterized by a tendency to corrosion of the same order.

According to the obtained data the new steel 03X20H18M2D2 may be recommended for producing the equipment operating in highly aggressive media where both steels show identical corrosion resistance.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. С. Зотников, Г. Ш. Кобулашвили, Э. Я. Семенюк, В. А. Герасимова. Тез. докл. Всесоюз. и/т конференции «Прогрессивные методы и средства защиты металлов и изделий от коррозии», II. М., 1988.
2. Р. Н. Паркинс, Р. Г. Мацц, Ж. Ж. Рейсл, Ж. К. Скалли. Защита металлов, т. IX, № 5, 1973.
3. А. А. Назаров. Судостроительная промышленность, сер. «Металловедение», вып. 3, 1986.

Г. С. БЕГЛАРИШВИЛИ, Н. А. ВАШАКИДЗЕ, О. В. МАХАРАДЗЕ,  
 Т. К. ВАШАКИДЗЕ

## ИССЛЕДОВАНИЕ КОНТАКТНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ ПРОКАТКЕ В НОВЫХ СИСТЕМАХ ВЫТЯЖНЫХ КАЛИБРОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Н. Оклеем 24.3.1989)

Исследование контактных напряжений производилось в четырех сечениях ромбического и квадратного калибров валков прокатного стана дуо 200 [1].

В ромбическом калибре прокатывались равнобокие шестиугольные (высотой  $h=54$  мм, шириной  $b=46,6$  мм, стороной  $c=27$  мм) и плоско-овальные (высотой  $h=54$  мм, шириной  $b=40$  мм, радиусом закругления  $r=20$  мм) свинцовые заготовки.

При прокатке равнобокой шестиугольной заготовки в ромбическом калибре в вершине калибра (сечение 1) и на расстоянии 8,5 мм от вершины калибра (сечение 2) максимум контактного нормального напряжения находится вблизи у входа геометрического очага деформации (рис. 1). В сечениях 3 (находящегося на расстоянии 17 мм от

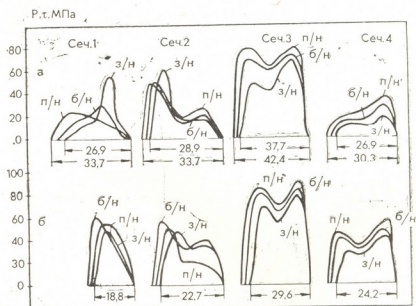


Рис. 1. Эпюры контактных нормальных напряжений при прокатке в ромбическом калибре; а — равнобокой шестиугольной заготовки; б — плоско-овальной заготовки

вершины калибра) и 4 (находящегося на расстоянии 25,5 мм от вершины калибра) максимум контактного нормального напряжения наблюдается у выхода металла из валков. Заднее натяжение во всех рассматриваемых сечениях увеличивает внеконтактную высотную утяжку. При переднем натяжении в сечения 3 и 4 внеконтактная высотная утяжка незначительна. Максимумы контактного нормального напряжения и контактного давления наблюдаются в сечении 3. Переднее натяжение ( $\sigma_1 = 0,21 \sigma_B$ ) незначительно (0,5%), а заднее ( $\sigma_0 = 0,17 \sigma_B$ ) существенно (9%) увеличивает утяжку раската по ширине. Переднее



натяжение незначительно увеличивает, а заднее несколько уменьшает контактное давление. Следовательно, значительное увеличение полного давления при переднем натяжении (8,7%) и уменьшение при заднем (26,1%) в первую очередь обусловлены изменением фактической контактной площади.

При прокатке плоско-овальной заготовки в ромбическом калибре заднее натяжение увеличивает, а переднее уменьшает внеконтактную высотную утяжку в сечениях 1, 2 и 3. В сечении 4 металл соприкасается с вальками из-за развитого уширения. Максимумы контактного нормального напряжения и контактного давления наблюдаются в сечении 3, как и при прокатке шестиугольной заготовки в ромбическом калибре. Это обстоятельство объясняется тем, что в данном сечении внеконтактная высотная утяжка незначительна. Переднее натяжение ( $\sigma_1 = 0,23\sigma_B$ ) незначительно (2%), а заднее ( $\sigma_0 = 0,1\sigma_B$ ) существенно (8,7%) увеличивает утяжку раската по ширине. Переднее натяжение увеличивает на 8,8%, а заднее уменьшает на 5,9% величину контактного давления. Полное давление влинием переднего натяжения увеличивается на 21%, а влиянием заднего уменьшается на 13,5%.

Р.т МПа

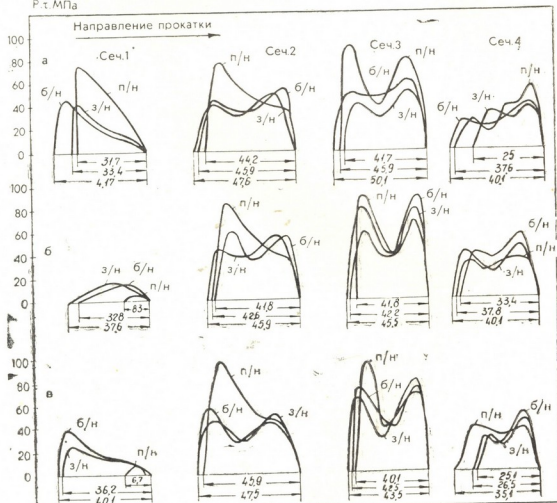


Рис. 2. Эпюры контактных нормальных напряжений при прокатке в квадратном калибре: а — шестиугольной заготовки; б — плоско-овальной заготовки; в — овальной заготовки

В квадратном калибре прокатывались шестиугольные (высотой  $h=74$  мм, шириной  $b=36,5$  мм, длиной большой стороны  $a=43$  мм), плоско-овальные (высотой  $h=72$  мм, шириной  $b=36,5$  мм, длиной плоской части  $a=40$  мм) и овальные (высотой  $h=73$  мм, шириной  $b=40,5$  мм) свинцовые заготовки.

Во всех рассматриваемых случаях прокатки (рис. 2) в вершине калибра (сечение 1) кривые контактных нормальных напряжений имеют высокий пик в начале геометрического очага деформации и резкий спад к выходу металла из валков.

Такая же картина наблюдается и на расстоянии 7,5 мм от вершины калибра (сечение 2) только при переднем натяжении ( $\sigma_1 = 0,19 \sigma_B$ ), что свидетельствует о том, что задний конец прокатываемой заготовки подпирал металл к валкам, а передний растягивал. Это приводит к повышению контактного нормального напряжения на входе металла в валки и к понижению на выходе. В остальных случаях эпюры контактных нормальных напряжений имеют форму седловины с максимумом на выходе, что и следовало ожидать, так как показатель формы очага деформации  $l/h_{cp} > 1$ , в отличие от сечения 1, где  $l/h_{cp} < 1$ .

В сечениях 1, 2 и 3 (сечение 3 находится на расстоянии 16 мм от вершины калибра) наибольшая утяжка заготовки наблюдается при переднем натяжении, а в сечении 4, находящемся на расстоянии 23 мм от вершины калибра, — при заднем натяжении ( $\sigma_0 = 0,08 \div 0,1 \sigma_B$ ). Максимум контактного нормального напряжения находится в сечении 3, причем переднее натяжение увеличивает, а заднее уменьшает величину контактного нормального напряжения по сравнению со свободной прокаткой.

Величина контактного давления всегда больше в сечении 3 и изменяется с той же закономерностью, что контактное нормальное напряжение.

Особо нужно отметить прокатку овальных и плоско-овальных заготовок в квадратном калибре. В отличие от прокатки шестиугольных заготовок в квадратном калибре, в данном случае в вершине прокатываемых овальных заготовок наблюдается сильно развитая высотная утяжка во внеконтактной зоне очага деформации, что, естественно, сильно уменьшает величину контактных нормальных напряжений в сечении 1 по сравнению с остальными сечениями. При этих системах прокатки (плоский овал-квадрат, овал-квадрат) переднее натяжение настолько увеличивает высотную внеконтактную утяжку, что фактически обжатие составляет  $\Delta H = 0,5 \div 0,8$  мм и металл почти не соприкасается с валками в указанной части калибра.

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

(Поступило 24.3.1989)

მიტალურგია

ა. ბეზლარიშვილი, ნ. ვაზაჩიძე, ო. მახარაძე, თ. ვაზაჩიძე

საკონტაქტო ძაბვების კვლევა გამომვიმავ კალიბრების ახალ სისტემებში გლინვისას

რეზიუმე

საკონტაქტო ნორმალური ძაბვები გამოკვლეულია კალიბრთა სისტემებში ექვსწახანაგა-რომბი, ბრტყელი ოვალ-რომბი, ექვსწახანაგა-კვადრატი, ბრტყელი ოვალ-კვადრატი და ოვალ-კვადრატი. დადგენილია წინა და უკანა დაჭიმულობის გავლენა საკონტაქტო ნორმალური ძაბვების სიდიდესზე და განაწილების ხასიათზე აღნიშნულ კალიბრთა სისტემებში გლინვისას.

G. S. BEGLARISHVILI, N. A. VASHAKIDZE, O. V. MAKHARADZE,  
T. K. VASHAKIDZE

INVESTIGATION OF CONTACT STRESSES AT ROLLING IN  
NEW SYSTEMS OF BREAK-DOWN PASS CALIBRES

Summary

Contact normal stresses are investigated in a six-angle-rhomb, flat oval-rhomb, six-angle-square, flat oval-square and oval-square calibre systems.

It is found how the front and the back tensions influence the dimension and character of contact normal stresses distribution at rolling in given calibre systems.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. С. Вашакидзе. Деформация металла и контактные напряжения при прокатке в калибрах. Тбилиси, 1985.



Л. Н. ОКЛЕИ (член-корреспондент АН ГССР), И. В. ЧХАРТИШВИЛИ,  
Р. Ш. ЗАРҚУА, М. Н. МУРАКАШВИЛИ, Н. С. БЕРУЧАШВИЛИ

## ДЕФОРМАЦИЯ ВЫСОКИМИ СТАТИЧЕСКИМИ ДАВЛЕНИЯМИ КОМПОЗИЦИОННОЙ ДИСПЕРСНОЙ СИСТЕМЫ Fe-Ni ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СООТНОШЕНИЯХ КОМПОНЕНТОВ

В качестве исходного материала для получения монолитных образцов была взята композиционная система Fe-Ni. Каждая частица смеси состояла из ядра железа и ультрадисперсной оболочки из никеля.

Для компактирования в статических условиях был использован метод гидростатического прессования. Эксперименты проводились в камере высокого давления типа «Тороид» [1]. Гидростатические условия создавались путем помещения образца в хлористый натрий, широко используемый для передачи давления на исследуемый объект в технике высоких давлений [1, 2].

Полученные монолитные изделия были исследованы на автоматическом анализаторе «Эпиквант». Количественная металлография имеет целью характеризовать количественно трехмерную структуру на основе измерений, производимых на изображениях элементов структуры [3]. Автоматические анализаторы работают по принципу сканирования световым или электронным пучком [4]. В проведенных экспериментах средний наружный диаметр исходной композиционной частицы составлял 81,5 мкм. Содержание никеля менялось от 9 до 75%, а диаметр ядра железа — от 73,65 до 20,38 мкм.

При содержании никеля 9% в композиционной смеси после обработки доля зерен никеля в интервале от 2 мкм до 5,6 мкм составляет 53,2%, а в интервале 8—22,4 мкм — 33,6%. В то же время для железа зерна в интервале от 2 до 8 мкм составляют 77,7%.

Такой характер изменения размера зерен в процессе нагружения указывает на то, что исходная оболочечная структура композиционного материала не сохраняется. При размере ядра 73,65 мкм железо

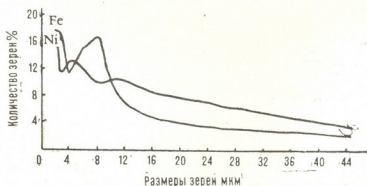


Рис. 1. Спектральное распределение зерен по размерам; средний размер частицы—81,5 мкм; Fe—91%, Ni—9%

обладает малым значением сопротивления пластическому деформированию и поэтому в процессе нагружения происходит нарушение

26. „მეცნიერება“, ტ. 136, № 2, 1989



сплошности никелевой оболочки как за счет проникновения частиц никеля внутрь ядра железа, так и за счет выдавливания частиц в направлении пор, возможно, ввиду малой толщины оболочки.

Выдавливание частиц никеля в железо и выдавливание частиц железа сквозь оболочку неупорядочены, и поэтому распределение зерен никеля по размерам носит более или менее равновероятный характер (рис. 1).

Основным процессом является измельчение зерна железа и его выдавливание сквозь оболочку. В монолитном образце железо в общем играет роль матрицы.

С увеличением никеля до 65% и уменьшением диаметра ядра железа до 24,5 мкм характер деформации резко меняется. Естественно, основу матрицы составляет никель.

Для никеля зерна в интервале 2—22,4 мкм составляют 87%. На каждый размер в этом интервале приходится 10,5%. Появление зерен таких размеров для никеля является процессом укрупнения (коагуляции), так как в исходном материале никель находится в ультрадисперсном состоянии. Укрупнение зерен никеля является следствием пластической деформации при образовании сплошной матрицы. В то же время железо находится в более мелкодисперсном состоянии, чем в исходном материале. Зерна размером 2 мкм составляют 49,3, а 2,8 и 4 мкм — 42,4%.

Образованная в процессе нагружения фаза находится внутри ядра железа и имеет мелкодисперсное строение. Зерна размерами 2—5,6 мкм составляют 86%. Образование фазы внутри ядра железа следует считать результатом наличия в системе энергии, необходимой для осуществления реакции в твердой фазе. В системе энергия накапливается вследствие гидростатического сжатия и высокого значения внутренней энергии и проникновения частиц никеля (рис. 2).

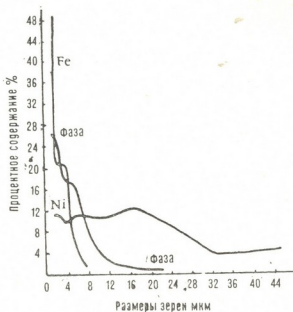


Рис. 2. Спектральное распределение зерен по размерам: средний размер частицы—81,5 мкм; Fe—35%; Ni—65%

При увеличении содержания никеля до 75% механизм пластической деформации принципиально не меняется. Основными составляющими являются образование сплошной никелевой матрицы и дробление ядра железа с проникновением частиц никеля в железо.

Однако, если при содержании никеля 65% ядро железа более интенсивно деформируется, чем матрица, то при содержании никеля 75% картина меняется. С уменьшением диаметра ядра железа до 20,38 мкм предел упругости увеличивается.



Релаксация приложенного напряжения путем дробления ядра железа более затруднена по сравнению с деформацией при образовании сплошной матрицы. Это хорошо видно при рассмотрении результатов исследования спектрального распределения зерен (рис. 3).

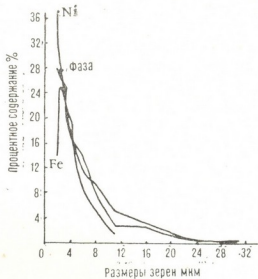


Рис. 3. Спектральное распределение зерен по размерам: средний размер частицы—81,5 мкм; Fe—25%; Ni—75%

Зерна никеля размером 2 мкм составляют 37,4%, а 2,8 и 4 мкм—45,8%. Зерна железа в интервале 2—8 мкм составляют 80%. При содержании никеля 65% железо имеет более мелкодисперсное строение, чем никель. Это означает, что при содержании никеля 75% деформация более интенсивно протекает в никелевой матрице.

Зафиксирована фаза промежуточного химического состава с мелкодисперсным строением, в основном 2—5,6 мкм.

Появление фазы объясняется значительным повышением внутренней энергии системы, связанной с действием больших напряжений.

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

(Поступило 13.5.1988)

МЕТАЛУРГИЯ

ლ. ოკლიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ი. ჩხარტიშვილი,  
 რ. ზარაშაძე, მ. მურაბაშვილი, ნ. ბარუჩაშვილი

Fe—Ni კომპოზიციური დისპერსული სისტემის დეფორმაცია მაღალი სტატიკური წნევაში, კომპონენტთა განსხვავებული შეფარდებების დროს

რეზიუმე

მაღალი სტატიკური წნევების პირობებში მონოლითების მისაღებად საწყის მასალად აღებულია კომპოზიციური სისტემა Fe—Ni.

ნიკელის შემცველობა კომპოზიციაში იცვლებოდა 9-დან 75%-მდე მულტიფაზური დატვირთული დიამეტრის შემთხვევაში.

მოცემულია სტრუქტურული სურათი დატვირთვის შემდეგ აღწერილია ფაზის წარმოქმნის მექანიზმი.

L. N. OKLEY, I. V. CHKHARTISHVILI, R. Sh. ZARKUA, M. N. MURAKASHVILI  
N. S. BERUCHASHVILI

DEFORMATION OF THE COMPOSITE DISPERSIVE SYSTEM Fe—Ni  
UNDER HIGH PRESSURE AT DIFFERENT PROPORTIONS OF THE  
COMPONENTS

Summary

The composite system Fe—Ni was taken as a source material to obtain monolithic specimens, with high static pressure remaining constant. The content of Ni in the composition varied between 9 to 75%, with the constant loaded diameter.

The paper presents the structural picture following loading. The mechanism of phase formation is described.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. L. G. Khvostantsev *et al.* High Temp.-High Pressure; 9. № 3, 1977. 637—640.
2. Г. Стронг. Высокотемпературные методы при высоких давлениях. В кн.: «Современная техника сверхвысоких давлений». М., 1964, 163—170.
3. Р. Шиммерман, К. Юнтер. *Металлургия и материаловедение*. М., 1985.
4. U. F. Fienmeister. *Verfahren und apparat der quant Metallograpnie Prakt. Metallogr.* (1965).



УДК 621.053

МАШИНОСТРОЕНИЕ

А. А. МАНДЖГАЛАДЗЕ, З. Д. АСАТИАНИ, М. Н. НУЦУБИДЗЕ

РЕЗУЛЬТАТЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ТЕЧЕНИЯ В ВЫПУСКНОМ КАНАЛЕ ДИЗЕЛЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Р. Ш. Адамия 29.3.1989)

В последние годы широкое распространение получили методы визуальных исследований течения газа в газозвудушных системах двигателей внутреннего сгорания [1]. Это объясняется стремлением исследователей получить более наглядную информацию о структуре потока в каналах сложной геометрии, что дает возможность выявить зоны отрыва потока от стенки канала. В дальнейшем полученная информация используется для оптимизации профилей каналов в газозвудушном тракте (ГВТ) двигателей.

Методы визуализации можно разделить на методы качественной и количественной оценки. Последние известны также как интерференционные методы исследования газовых сред, однако не всегда представляется возможность проведения таких сложных экспериментов, кроме того, для получения достоверных результатов требуется привлечение голографической аппаратуры и автоматических микроденситометров с целью обработки голограмм. Поэтому в данной работе используется метод поверхностной визуализации специальной визуализационной смесью [2]. Исследовалось течение как в прямом, так и в реальном выпускном канале двигателя 8 ч 11/11,5.

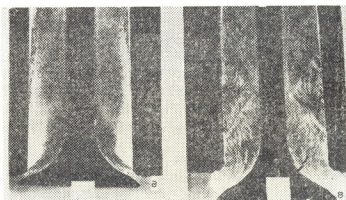


Рис. 1. Визуальные картины течения в прямом выпускном канале

На рис. 1 представлены картины течения воздуха в прямом выпускном канале при перепаде давления 0,095 МПа. Как видно из рисунков, на малых подъемах клапана картина не сопровождается скачками уплотнения, хотя эти скачки появляются на больших подъемах, однако на реальных двигателях при больших подъемах клапана перепад давления не превышает 0,02 МПа. Таким образом, можно считать, что на всем диапазоне открытия клапана картина течения близка дозвуковой и в математических моделях нет необходимости менять физическую модель течения с учетом скачков уплотнений.

На малых значениях подъема клапана (рис. 1,а) газ входит в клапанную шель примерно под углом, равным углу фаски клапана и седла. Далее поток ударяется с тарелкой клапана, сужаясь до минимального сечения, и расширяется, при этом вновь соударяется, но уже со стенками канала и происходит вторичное сужение потока, однако не столь существенное, как в первом случае. Необходимо отметить четко выраженные отрывные зоны у горловины выпускного канала. Хотя эти зоны на больших открытиях клапана резко уменьшаются, все же их присутствие заметно.

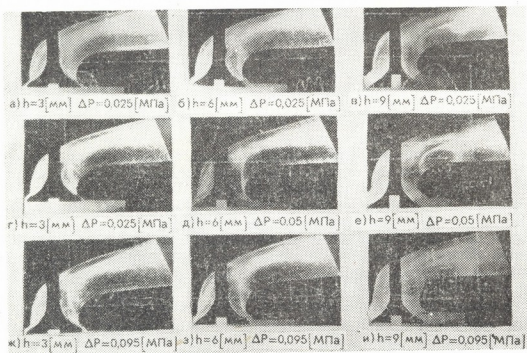
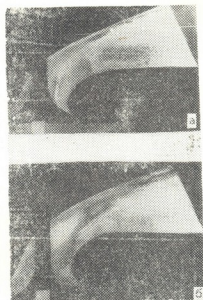


Рис. 2. Визуальные картины течения в базовом реальном выпускном канале

На рис. 2 показаны картины течения потока в реальном выпускном канале. Сравнивая эти картины с течением в прямом канале, можно сделать вывод, что отрывная зона в стороне изгиба резко увеличивается, но одновременно у противоположной стенки отрывная зона почти на столько же уменьшается. Поэтому коэффициенты расхода для этих случаев отличаются незначительно [2]. Анализ зависимости характера течения от перепада давления при одинаковых значениях подъема клапана показывает, что картина течения меняется незначительно с изменением параметров газа. Однако некоторые изменения можно зафиксировать. В частности, видно, что вихревая зона на изогнутом участке канала с увеличением перепада давления смещается в сторону горловины канала. Это обстоятельство объясняется более ранним отрывом потока от стен канала с увеличением скорости течения. В дальнейшем этот эффект можно использовать для устройств с газодинамическим регулированием параметров. С увеличением подъема клапана, увеличивается расход газа и отрывные зоны уменьшаются как в области горловины, так и в области изогнутого участка канала, а на больших значениях подъема клапана отрывная зона раздвигается, образуя два обратных вихря, что резко увеличивает газодинамическое сопротивление канала. Именно на больших подъемах клапана коэффициент расхода достигает своего минимального значения ( $\mu=0,67$ ).

Таким образом, в результате визуальных исследований выявлены отрывные зоны как в области горловины канала, так и в области изгиба. С использованием полученных результатов был построен новый профиль выпускного канала дизеля, обеспечивающего существенное уменьшение отрывных зон (рис. 3). Из рисунка видно, что на ма-

Рис. 3. Визуальные картины течения  
 в новом выпускном канале



лых и особенно на больших значениях подъема клапана отрывные зоны значительно уменьшены. Это достигнуто частичным заполнением отрывных зон профилем канала. В результате гидравлические потери уменьшаются и коэффициент расхода во всем диапазоне открытия клапана сохраняется на уровне  $\mu = 0,87 - 0,94$ . Повышение коэффициента расхода уменьшает потери мощности двигателя и выталкивание газа из цилиндра и как следствие уменьшается расход топлива на 2—3%.

В заключение можно сделать следующие выводы: изменение перепада давления незначительно меняет картину течения газа в выпускном канале дизеля, однако заметно, что с увеличением перепада давления отрыв в изгибе канала несколько смещается к горловине; увеличение количества вихрей при высоких значениях подъема клапана резко уменьшает коэффициент расхода; устранение отрывных зон существенно улучшает газодинамические характеристики канала.

Академия наук Грузинской ССР  
 Кутаисский комплексный научный  
 центр Института металлургии  
 им. 50-летия СССР

(Поступило 6.4.1989)

მანქანათმშენებლობა

ა. მანჯგალაძე, ზ. ასათიანი, მ. მუცუხიძე

დიზელის გამომავებ არხში დინების ვიზუალიზაციის შედეგები

რეზიუმე

ჩატარებულია დიზელის ძრავის გამომავებ არხში დინების ვიზუალური კვლევა. დადგენილია, რომ წნევის ვარდნის ცვლილება არხზე უმნიშვნელოდ, მაგრამ მაინც ცვლის დინების სურათს, კერძოდ წნევის ვარდნის ზრდასთან ერთად მოწყვეტის ზონა არხის მოხრის მიდამოებში გადაადგილდება არხის

ყელის მიმართულებით. გრივალეების რაოდენობის ზრდა სარქველის აწევის მაღალი მნიშვნელობებისათვის იწვევს ხარჯის კოეფიციენტის მკვეთრ შემცირებას. მოწყვეტის ზონების შემცირება მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს არხის გაზოდინამიკურ მახასიათებლებს.

---

MACHINE BUILDING SCIENCE

A. A. MANJGALADZE, Z. D. ASATIANI, M. N. NUTS'IBIDZE

RESULTS OF FLOW VISUALIZATION IN THE DIESEL  
EXHAUST PORT

Summary

Visual investigations of gas flow are carried out in the diesel exhaust port. It is established that the change of pressure differential changes, though insignificantly, the flow pattern. In particular, with an increase of pressure differential the separation area in the port bending is displaced in the neck direction. An increase of vortex number at a high value of valve lift sharply reduces the coefficient of discharge. Reduction of separation areas essentially improves the port gas dynamic characteristics.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ю. А. Гришин, А. А. Манджгаладзе. Сб. трудов ДВС. 1983.
2. А. А. Манджгаладзе. Сб. трудов ГПИ им. В. И. Ленина, 1985.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

Г. С. РАМИШВИЛИ, В. Г. АНТИДЗЕ, В. Г. МАЙСУРАДЗЕ

СИСТЕМА ТЕКУЩЕЙ ВЕРИФИКАЦИИ ГОВОРЯЩЕГО

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. Е. Салуквадзе 21.4.1989)

Вопрос текущей верификации говорящего по его голосу возникает во всех случаях, когда необходимо постоянное слежение за личностью говорящего в процессе его речи. С этой точки зрения задача текущей верификации скорее сходна с проблемой идентификации говорящего, чем с классической задачей верификации оператора по его голосу. Дело в том, что верификация оператора в большинстве практических задач [1] происходит по парольным фразам и, что самое главное, характеризуется наиболее важной для этого процесса отличительной особенностью — сотрудничеством оператора с системой в процессе верификации. В задаче текущей верификации, очевидно, отсутствуют обе эти особенности — наличие стандартного речевого материала и фактор сотрудничества.

Описываемая ниже процедура основана на способе, предложенном в работе [2]. Этот способ включает в себя следующие основные операции:

1. Речевой сигнал  $s(t)$  через микрофон поступает на подсистему предварительной обработки речевого сигнала, в результате чего из сигнала выделяются лишь его зонные участки —  $s_3(t)$ .

2. Производится спектрально-полосно-временной анализ звонких участков речевого сигнала —  $S_3(\omega_j, t_j)$ . Здесь  $i$  является индексом частотных полос, накрывающих диапазон в основном верхних формант от 1600 до 3500 Гц ( $i = 1, 2, \dots, 14$ ); индекс  $j$  указывает на номер спектрального среза,  $j = 1, 2, \dots, N$ , где  $N$  — общее число анализируемых срезов, отстоящих друг от друга на  $\Delta\tau = 20$  мс;  $T_3 = N\Delta\tau$  — общее время звонкого участка анализируемого речевого отрезка, составляющего примерно 0,8 общей длительности сигнала  $T$ .

3. Параллельно со спектральным анализом из речевого сигнала, представленного в общей полосе частот, выделяются огибающая сигнала  $J(t_j)$  и мелодия частоты основного тона  $F_0(t_j)$ .

4. На первом шаге обработки сигнала в некотором начальном интервале времени  $T_n$ , взятом из звонкого участка речи и не превышающего по длительности 3 с, вычисляются ориентировочные значения среднего уровня речи  $\bar{J}_n$  и средней частоты основного тона голоса  $\bar{F}_{0n}$ .

5. Опираясь на значение  $\bar{J}_n$ , при выполнении условия  $J(t_j) > \bar{J}_n$ , производят выделение интенсивных участков речи, относящихся в основном к гласным фонемам.

6. Для организации надежной оценки индивидуальных свойств голоса, как это показано в работе [2], необходимо акцентировать внимание не просто на звонких (гласных) участках речи, но выделять те ее фрагменты, которые удовлетворяют условию монотонности



$$\bar{F}_{on} - 0,1 \bar{F}_{on} < F_{oj} < \bar{F}_{on} + 0,1 \bar{F}_{on}.$$

7. В результате выполнения вышеописанных требований для формирования характеристик голоса (режим обучения или «знакомства» с голосом), а также осуществления процедуры верификации выделяется лишь часть спектральных срезов  $S(\omega_i, t_k)$ , где  $k = 1, 2, \dots, M$ .

8. В конце начального временного участка  $T_n$  формируется эталонный вектор средневзвешенного спектра  $\bar{S}_n(\omega_i)$ . Вектор  $\bar{S}_n(\omega_i)$  в дальнейшем может корректироваться.

9. Процедура текущей верификации подразумевает организацию средневзвешенного спектрального вектора во временном окне  $T_m \geq 3c$ , охватывающем не менее 150 срезов из числа  $M$ , начиная с момента  $T_n$ . Как показали эксперименты, такое число срезов оказалось статистически представительным для надежной верификации говорящего в условиях произнесения произвольного текста. Таким образом, в конце каждого из промежутков  $T_m$  будет формироваться вектор  $S_{mn}(\omega_i)$ , где  $n = 1, 2, \dots$  — индекс тех суммарных фрагментов речи (после начального), которые используются для текущей верификации.

10. Таким образом, каждый  $n$ -й этап процедуры верификации подразумевает сопоставление двух векторов  $\bar{S}_n(\omega_i)$  и  $S_{mn}(\omega_i)$ , в результате чего происходит вычисление евклидова расстояния, взвешенного по каждому  $i$ -му каналу —  $D_n$ . При вычислении  $D_n$  в качестве самостоятельных признаков индивидуальности подключаются среднеэффективная интенсивность речи  $\bar{J}$  и средняя частота основного тона голоса  $\bar{F}_0$ , вычисленные как по начальным участкам речи, так и в конце каждого  $n$ -го этапа.

Сходство голосов устанавливается на основе сравнения  $D_n$  с заранее выбранным порогом  $\theta$ , который отражает интраиндивидуальную вариацию указанных признаков.

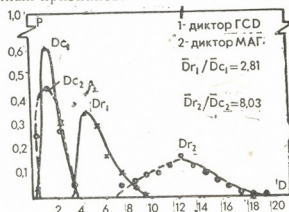


Рис. 1

Работоспособность предложенного способа проверялась при условиях  $T = 30$  с и  $T_m = 3$  с. 13 дикторов произносили текст произвольного содержания в собственном им стиле и манере. Опыты проводились аппаратурно-программным способом. При завершении речи ЭВМ выдавала последовательность значений  $D_n$  в сопоставлении как со своими же предыдущими показателями, так и с показателями других дикторов. В результате мы получили 379 «своих» ( $D_c$ ) и 397 «чужих» ( $D_q$ ) расстояний.



На базе этих данных были построены распределения условных вероятностей, образцы которых для двух дикторов показаны на рис. 1. В результате анализа полученных данных среди общего числа экспериментов, равного 775, число ошибок составило только 8 (1,03%), т. е. надежность текущей верификации оказалась равной 98,97%.

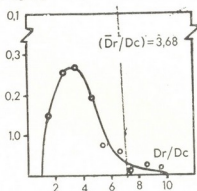


Рис. 2

Распределение значений  $D_q/D_c$ , указывающих на потенциальные возможности предложенного способа, дается на рис. 2. Как видно, мода этого распределения лежит при значении  $D_q/D_c = 3,50$ , математическое же ожидание равно  $\overline{D_q/D_c} = 3,68$ . Эти данные говорят о хорошей работоспособности метода.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт систем управления

(Поступило 12.5.1989)

ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

ბ. რამიშვილი, ვ. ანტიძე, ბ. მაისურაძე

დიქტორის პიროვნების მიმდინარე ვერიფიკაციის სისტემა  
 რეზიუმე

აღწერილია ოპერატორის პიროვნების მიმდინარე ვერიფიკაციის ალგორითმი და მისი მუშაობის შედეგები ადამიანის გამოთვლით მანქანასთან საშუალო დიალოგის პროცესში.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

G. S. RAMISHVILI, V. G. ANTIDZE, B. G. MAISURADZE

THE SYSTEM OF SPEAKER'S CURRENT VERIFICATION

Summary

The paper describes an algorithm for operator personality's current verification in the process of speech communication with a computer in the dialog mode, and experimental results of its operation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. С. Рамидшвили. Автоматическое опознавание говорящего по голосу. М., 1982.
2. В. И. Галунов, Г. С. Рамидшвили. А. с. № 1394232, 1988.

ბ. ღვალაძე, თ. შანშიაშვილი, ლ. ჩხიძე

გამა-სხივების გავლენა ხორბლის ზომიერთი სახეობის  
მიკროსკოპოგენეზში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. ნახუცრიშვილმა 3.3.1989)

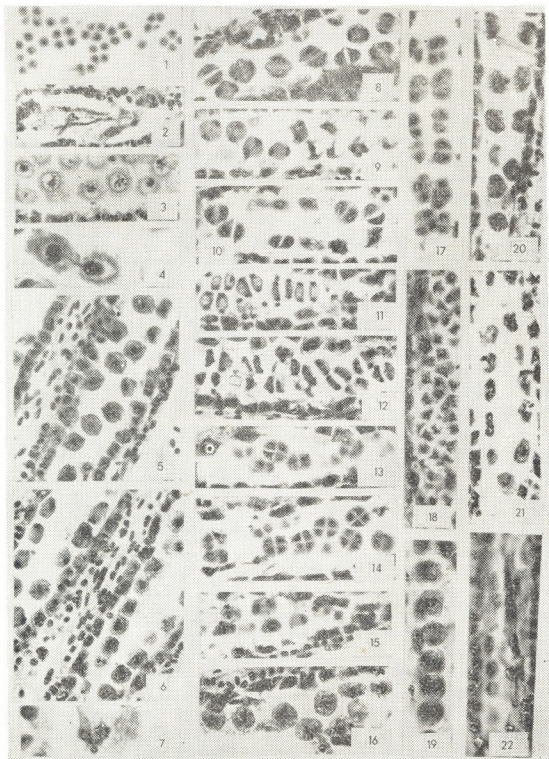
ორგანიზმის მემკვიდრეობაზე მაიონიზებული რადიაციის ზეგავლენის შესწავლასა და ხელოვნური დასხივების გზით მცენარეთა ინტენსიური ფორმების მიღებას საქმაოდ დიდი ხნის ისტორია აქვს [1—3]. ცნობილია, რომ დასხივების ხასიათისა და დოზის მიხედვით მიკროსპოროგენეზისას აღინიშნება გადაჭრების მთელი სპექტრი, რაც საბოლოოდ აისახება მტერის მარცვლების ფორმირებაზე. ამდენად, მაიონიზებული რადიაციით დამუშავებულ მცენარეებში მტერის მარცვლების ფერტილობის გასარკვევად დიდი მნიშვნელობა აქვს მეიოზური სამტერე პარკების ციტოლოგიურ შესწავლას.

ჩვენი კვლევის ობიექტს წარმოადგენდა *Triticum durum* Desf.-ისა და *Triticum aestivum* L.-ის გამა-სხივების სუბლეთალური დოზებით დასხივებული (8000 R, 10000 R, 15000 R) თესლებიდან მიღებული მცენარეების ( $M_1$ ) მეიოზური სამტერე პარკები. საკონტროლოდ ვიღებდით ამავე სახეობის დაუსხივებელი მცენარეების სამტერე პარკებს. მასალა დასხივებულ იქნა საკვშირო მეცნიერებათა აკადემიის ქიმიური ფიზიკისა და ზოგადი გენეტიკის ინსტიტუტებში.

საკონტროლო მცენარეებში მეიოზის მიმდინარეობა ძირითადად ნორმალური (მიკროფოტო 1). სტერილური მტერის მარცვლების რაოდენობა 0.5—1%-ს არ აღემატება, რაც ნორმის ფარგლებში თავსდება.

*T. durum*-ის 8000 R-ით დასხივებული  $M_1$  მცენარეების ზოგიერთი სამტერე პარკი მთლიანადაა ამოვსებული დეგენერირებული არქესპორული უჯრედებით (მიკროფოტო 2). სამტერე პარკების მნიშვნელოვან ნაწილში მეიოზ I-ის პროფაზა ნორმალურად გამოიყურება (მიკროფოტო 3). ძალზე იშვიათად შეინიშნება ციტომიქსისის აშკარა სურათი (მიკროფოტო 4), რაც ხორბლის მიკროსპოროგენეზისათვის არაა დამახასიათებელი. მეტაფაზა I-ის დროს ქრომოსომები, როგორც წესი, სინქრონულად გადაადგილდება გაყოფის თითისტარას ეკვატორულ სიბრტყეზე (მიკროფოტო 5). იშვიათია ამ დროს ქრომოსომების ნაგვიანევი გადაადგილება (მიკროფოტო 6). კიდევ უფრო იშვიათია თითისტარას ეკვატორზე ატიპური ფორმისა და ზომის ქრომატინის არსებობა (მიკროფოტო 7). ანაფაზა I მეტწილად ნორმალურად მიმდინარეობს (მიკროფოტო 8). ნორმალური პროცესების გვერდით აღინიშნება გადაჭრები, რომელთაგან აღსანიშნავია ქრომოსომების ნაგვიანევი გადაადგილება თითისტარას პოლუსებისაკენ (მიკროფოტო 9), და, იშვიათად, ქრომატინის გამოვარდნა გაყოფის თითისტარას მოქმედების სფეროდან. განსაკუთრებით აღსანიშნავია ანომალიები ქრომოსომული აბერაციების გარეშე (მიკროფოტო 9), რომლის დროსაც, პოლუსებისაკენ ქრომოსომების სინქრონული და სრული გადაადგილების მიუხედავად, თითისტარას მოყვანილობა ატიპურია და დეფორმირებული. ასევე ატიპურად მუქაღებდა ციტოპლაზმაც. ნორმალური დიადების გვერდით შეინიშნება ანომალიური დიადები (მიკროფოტო 10).

მეიოზ II-ის პროფაზა და მეტაფაზა შედარებით ნორმალურად მიმდინარეობს. მის ანაფაზაში ნორმალური პროცესების გვერდით აღინიშნება გაყოფის თითისტარას უფეორმაცია და ციტოპლაზმის შეკუმშვა (მიკროფოტო 11). ცალკეულ სამტერე პარკებში ანომალიური პროცესები ბევრად გარბობს



სურ. 1

ნორმალურს (მიკროფოტო 12). ფორმირებული ტეტრადები მეტწილად ნორმალურია. ტეტრადების გარკვეულ ნაწილში ერთი ან ორი უჯრედი იშვიათად ოთხივე უჯრედი დეგენერირებულია. ცალკეულ შემთხვევაში ტეტრადის ერთი ან ორი უჯრედი შეიცავს მიკრონუკლეუსებს (მიკროფოტო 13, 14),

რომლებსაც ქმნის გაყოფის თითისტარას მოქმედების სფეროდან გამოვარდნილი ქრომატინი. ერთი სამტვრე პარკის ფარგლებში მიკროსპოროგენეზის ფაზების მიმდინარეობა ასინქრონულია (მიკროფოტო 8,11).

ცდის ამ ვარიანტში ანომალიური მტვერი 15—25%-ია.

T. durum-ის 1000 R-ით დასხივებული  $M_1$  მცენარეების სამტვრე პარკებში პროფაზა I-სა და მეტაფაზა I-ში ქრომოსომული აბერაციები, ცდის წინა ვარიანტთან შედარებით, მეტია. მეტაფაზა I-ის დროს საკმაოდ ხშირია ატიპური ფორმისა და ზომის ქრომატინის არსებობა თითისტარას ეკვატორულ სიბრტყეზე (მიკროფოტო 15). ანაფაზა I-ში უფრო მეტია გაყოფის თითისტარას მოქმედების სფეროდან გამოვარდნილი ქრომატინი. ასევე დარღვევებით მიმდინარეობს მეიოზი II. ცდის ამ ვარიანტისათვის განსაკუთრებით დამახასიათებელია ციტოპლაზმური აბერაციები. ციტოპლაზმა იმდენად მუქია, რომ მის ფონზე ქრომოსომები ძნელად გასარჩევია (მიკროფოტო 16). ტეტრადის უჯრედებში საკმაოდ ხშირია მიკრონუკლეუსების თანაპოვნიერება (მიკროფოტო 17). ხშირია აგრეთვე, წინა ვარიანტთან შედარებით, ტეტრადის ერთი, ორი ან ოთხივე უჯრედის დეგენერაციის შემთხვევები. ცალკეული სამტვრე პარკები ზოგჯერ თითქმის მთლიანად ამოვსებულია სტერილური მტვერით (მიკროფოტო 18).

ცდის ამ ვარიანტში მტერის მარცვლების 30—40% სტერილურია.

T. durum-ის 15000 R-ით დასხივებული  $M_1$  მცენარეების სამტვრე პარკებში უფრო ხშირია ქრომოსომული და ციტოპლაზმური ანომალიები (მიკროფოტო 19,20). ამ ვარიანტში მტერის მარცვლების 50—60% სტერილურია.

T. aestivum-ის 8000 R-ით დასხივებული  $M_1$  მცენარეების სამტვრე პარკებში ქრომოსომული და ციტოპლაზმური დარღვევები თავს იჩენს უკვე პროფაზა პირველიდან. არც თუ იშვიათად, მეტაფაზა I თითქმის მთლიანად ანომალიურია ცალკეული სამტვრე პარკების ფარგლებში (მიკროფოტო 21). საკმაოდ ხშირად მთელი სამტვრე პარკი ამოვსებულია უსტრუქტურო ქრომატინითა და მუქადღებადი ციტოპლაზმით (მიკროფოტო 22).

ცდის ამ ვარიანტში მტერის 35—45% სტერილურია.

T. aestivum-ის 10000 R-ით დასხივებული  $M_1$  მცენარეების სამტვრე პარკებში დარღვევები, წინა ვარიანტთან შედარებით, უფრო მკვეთრადაა გამოხატული და უფრო ხშირია, რაც საბოლოოდ განაპირობებს მტერის საერთო რაოდენობის 50—70%-ის სტერილობას. ამ ვარიანტში, არც თუ იშვიათად, მთელი სამტვრე პარკი მხოლოდ სტერილურ მტვერს შეიცავს.

T. aestivum-ის 15000 R-ით დასხივებული  $M_1$  მცენარეების მეიოზურ სამტვრე პარკებში დარღვევები ვლინდება უკვე არქესპორული უჯრედებიდან. მეიოზი I და მეიოზი II მეტ-ნაკლებად ტიპურია უჯრედების მხოლოდ მცირე ნაწილში. ტეტრადების საკმაოდ დიდი ნაწილი ანომალიურია.

ამ ვარიანტში მტერის საერთო რაოდენობის 70—85% სტერილურია.

მცენარეებზე ხელოვნური დასხივების შესწავლისას ანსხვავებენ „პირველად“ (გაყოფად უჯრედებზე ამ ზემოქმედების მყისეულ სურათს) და „მეორად“ (როცა კარიოკინეზი შეისწავლება დასხივებიდან დიდი ხნის შემდეგ) ეფექტს. ჩვენი კვლევის შედეგები უფრო „პირველადს“ უახლოვდება რამეთუ შეისწავლებოდა მცენარეები, რომლებმაც უშუალოდ განიცადეს გამა-სხივების ზემოქმედება. ამიტომ გასაგებია, რომ ცვლილებები ფართო და ღრმა, ამასთანავე ცვლილებები იზრდება გამა-სხივების დოზის ზრდასთან ერთად. ანომალიები მოიცავს როგორც ქრომატინს, ისე ციტოპლაზმას.



ჩვენი კვლევის ობიექტს, როგორც მიუთითებდით, შეადგენდა ტეტრაპლოიდური (*T. durum*,  $2n=28$ ) და ჰექსაპლოიდური (*T. aestivum*,  $2n=42$ ) სახეობები. კვლევის შედეგებმა ცხადყო, რომ ხორბლის ჰექსაპლოიდურ სახეობაზე გამა-სხივების ზემოქმედება უფრო ღრმა ხასიათისაა.

პირველადი ეფექტის მოხსნის შემდეგ გადარჩენილი მცენარეების მომდევნო თაობებში ( $M_2$ ,  $M_3$  და ა. შ.) უფრო მკვეთრად გამოვლინდება მემკვიდრული აბერაციების მთელი სპექტრი. არ არის გამორიცხული ამ მრავალფეროვანი გადახრებიდან გადარჩეს შემდგომი სელექციური მუშაობისათვის პერსპექტიული ფორმები.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ნ. კუბიჯელის სახელობის ბოტანიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 9.3.1989)

БОТАНИКА

Г. Е. ГВАЛАЗЕ, Т. А. ШАНШИАШВИЛИ, Л. К. ЧХАИДЗЕ

### ВЛИЯНИЕ ГАММА-ЛУЧЕЙ НА МИКРОСПОРОГЕНЕЗ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ПШЕНИЦЫ

Резюме

Объектом исследования служили междвидческие пыльники  $M_1$  растений *Triticum durum* Desf. ( $2n=28$ ) и *T. aestivum* L. ( $2n=42$ ), облученных гамма-лучами (8000 R, 10000 R, 15000 R). Сдвиги в нормальных процессах микроспорогенеза распространяются как в хроматине, так и в цитоплазме. Следствием хромосомных aberrаций является наличие микронуклеусов в пыльце. В цитоплазме же наблюдается атипичное ее сжатие и темнокрашиваемость. Изменения возрастают по мере увеличения доз гамма-лучей. Следует отметить также, что влияние гамма-лучей более ярко выражено на гексаплоидном виде пшеницы.

BOTANY

G. E. GVALADZE, T. A. SHANSHIASHVILI, L. K. CHKHAIDZE

### THE INFLUENCE OF $\gamma$ -RAYS ON THE MICROSPOROGENESIS OF SOME SPECIES OF WHEAT

Summary

The microsporogenesis of  $M_1$  plants of *Triticum durum* Desf. ( $2n=28$ ) and *T. aestivum* L. ( $2n=42$ ), irradiated by  $\gamma$ -rays (8000 R, 10000 R, 15000 R), has been investigated.

The deflection from normal processes of microsporogenesis is spread in chromatin, as well as in the cytoplasm. The coexistence of micronuclei in the pollen grains is the final result of the chromosomal aberrations. The change of the structure, compression and deep staining of the cytoplasm present a clear evidence of damages in the cytoplasm. The damages increase as the doses of  $\gamma$ -rays become higher. Besides, the influence of  $\gamma$ -rays on the hexaploid species is deeper than on the tetraploid ones.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Гершкович. Генетика. М., 1968.
2. Г. А. Левицкий. Цитогенетика растений. М., 1978.
3. М. С. Царащин. Проблемы кариологии и цитогенетики в исследованиях на видах рода *Тriticum*. М., 1985.

6. შანცხაზა

2,4-დიქლოროფენოქსიმარშავასა და თუთიის იონების გავლენა  
ზოგიერთი ფარმენტის აქტიურობაზე ვაზის კალუსური  
კლონილის კულტურაში

(წარმოადგინა ავღემის წერ-კორესპონდენტმა დ. უგრებელიძემ 15.6.1989)

ცნობილია, რომ აუქსინური აქტიურობის მქონე ზრდის რეგულატორთა შორის 2,4-დიქლოროფენოქსიმარშავა (2,4-D) ყველაზე მეტად გავრცელებულია ქსოვილთა კულტურებში, რომლებიც ჩვეულებრივ ხელს უწყობს უჯრედთა დაყოფას და ამით საშუალებას იძლევა შენარჩუნებულ იქნეს კალუსის ინტენსიური ზრდა [1].

შევისწავლეთ 2,4-D სხვადასხვა კონცენტრაციისა და თუთიის იონების გავლენა ვაზის იზოლირებული კალუსის ზრდაზე და ზოგიერთი ფერმენტის (ო-დიფენოლოქსიდაზა, პეროქსიდაზა, ციტოქრომოქსიდაზა) აქტიურობაზე. ექსპერიმენტები ჩავატარეთ ერთგვაროვან კალუსურ ქსოვილზე, რომელიც მივიღეთ სტერილურ პირობებში ვაზის ღეროს კვირტებიდან (ჯიში «რქაწითელი») ჩვენს მიერ მოდიფიცირებულ მურასიგესა და სკუვის საკვებ არეზე [2].

შევამოწმეთ 2,4-D-ს და თუთიის იონების სხვადასხვა კონცენტრაციის გავლენა ვაზის კალუსური ქსოვილის ზრდაზე. საკვებ არეში შევიტანეთ კონცენტრაციები შემდეგ ზღვრებში: 2,4-D (1—4 მგ/ლ)  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  (9—12 გ/ლ). ამ ცდების საფუძველზე გამოვლინდა ოპტიმალური შეფარდება 2,4-D და  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ , რომელიც შეადგენს 2 მგ/ლ და 10,5 გ/ლ.

როგორც ცნობილია, უჯრედის მეტაბოლიზმში ერთ-ერთ მნიშვნელოვან როლს ოქსიდორედუქტაზები ასრულებენ. აქედან გამომდინარე, აუცილებლად მივიჩნიეთ 2,4-D-ს და  $Zn$ -ის გავლენის შესწავლა აღნიშნული ტიპის ფერმენტთა უმთავრეს წარმომადგენლებზე (ო-დიფენოლოქსიდაზა, პეროქსიდაზა, ციტოქრომოქსიდაზა).

ო-დიფენოლოქსიდაზას აქტიურობას ვსაზღვრავდით მანომეტრული მეთოდით [3], პეროქსიდაზას — გრეგორის მეთოდით [4], ხოლო ციტოქრომოქსიდაზას — ბერიძისა და ტაბიძის მეთოდით, რომელიც შეიმუშავეს ვარბურგის აპარატზე [6]. ცდები ჩავატარეთ 6 განმეორებად, მასალა დამუშავდა სტატისტიკურად. საკონტროლოდ ავიღეთ კალუსური ქსოვილი. გაზრდილი საკვებ არეზე, რომელიც არ შეიცავდა არც 2,4-დიქლოროფენოქსიმარშავას და არც თუთიის სულფატს. მიღებული ციფრობრივი მონაცემები ცხრილშია ასახული.

მიღებულმა შედეგებმა გვიჩვენა, რომ 2,4-D გარკვეულ ზეგავლენას ახდენს ო-დიფენოლოქსიდაზას აქტივობაზე. სახელდობრ, 2 მგ/ლ კონცენტრატ-  
27. „მოამბე“, ტ. 136, № 2, 1989



2,4-დიქლოროფენოქსიმარმეფავსა და თუთიის იონების გავლენა ვაზის იზოლირებული კალუსის ფერმენტულ (ო-დიფენოლოქსიდაზა, პეროქსიდაზა, ციტოქრომოქსიდაზა) აქტიურობაზე

ვარიანტი	ო-დიფენოლოქსიდაზას აქტიურობა	ციტოქრომოქსიდაზას აქტიურობა	პეროქსიდაზას აქტიურობა (პირობითი ერთეულში)
	1 გ. კალუსის მიერ შთანთქმული O <sub>2</sub> მკ მოლ.		
ს. ა. საკონტროლო	30,2 ± 0,4	12,7 ± 0,4	0,45 ± 0,02
ს. ა. + 2,4D [(1 მგ. ლ.)	25,1 ± 0,1	13,4 ± 0,5	0,20 ± 0,01
ს. ა. + 2,4D (2 მგ. ლ.)	33,3 ± 0,3	17,2 ± 0,4	0,26 ± 0,01
ს. ა. + 2,4D (3 მგ. ლ.)	25,4 ± 0,1	11,8 ± 0,6	0,13 ± 0,03
ს. ა. + ZnSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O (10,5 გ.ლ)	38,1 ± 0,6	35,4 ± 0,6	0,71 ± 0,01
ს. ა. + 2,4D (1 მგ.ლ) + ZnSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O (10,5 გ.ლ)	31,14 ± 0,04	30,2 ± 0,9	0,50 ± 0,01
ს. ა. + 2,4D (2 მგ.ლ) + ZnSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O (10,5 გ.ლ)	47,18 ± 0,3	41,0 ± 0,8	0,42 ± 0,03
ს. ა. + 2,4D (3 მგ.ლ) + ZnSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O (10,5 გ.ლ)	35,3 ± 0,4	38,0 ± 0,6	0,26 ± 0,01

შ ე ნ ი შ ე ნ ა: ს. ა. მურასიგვსა და სეუვის ჩვენს მიერ მოდიფიცირებული საკვები არე.

ციის შემთხვევაში იგი სუსტად ასტიმულირებს ფერმენტს. ხოლო ამ კონცენტრაციის მომატება ან შემცირება უმნიშვნელოდ აინჰიბირებს. აღნიშნულ კომპოზიციებში თუთიის სულფატის შეტანა აძლიერებს ო-დიფენოლოქსიდაზას აქტიურობას. ამასთან დაკავშირებით, საინტერესოა აღვნიშნოთ მარტინისა და სხვ. მონაცემები [6], რომელთა თანახმად თუთიის იონები ვაზის ფოთლებში ო-დიფენოლოქსიდაზურ აქტიურობას აძლიერებენ.

2,4-D-ს ზემოქმედება პეროქსიდაზაზე სრულიად ცალსახა და გამოიხატება ფერმენტის ძლიერ ინჰიბირებაში, ხოლო თუთიის იონები ხსნიან 2,4-დიქლოროფენოქსიმარმეფავს მიერ გაპირობებულ ინჰიბირების ეფექტს და საგრძნობლად ასტიმულირებს ფერმენტს.

ციტოქრომოქსიდაზაზე 2,4-D-ს ჩვენს მიერ შესწავლილი კონცენტრაცია არ ახდენს მნიშვნელოვან გავლენას, ხოლო Zn-ის იონები ძლიერ ასტიმულირებენ ამ ფერმენტს. საინტერესოა აღინიშნოს, რომ თუთიის იონები ასტიმულირებენ კალუსის ბიომასის ზრდას, თუმცა, როგორც ლიტერატურიდან ცნობილია, ზოგიერთი ქსოვილისათვის თუთიის მაღალი კონცენტრაციები [7] ზრდის მაინჰიბირებლად მოქმედებს.

ამრიგად, შეიძლება დავასკვნათ, რომ კლასიკურ საკვებ არეებზე ფართოდ გამოყენებულ კომპოზიცია 2,4-D + Zn ერთდროული მოქმედებისას არ იწვევს ისეთი უანგვითი ფერმენტების არსებით ინჰიბირებას, როგორცაა ო-დიფენოლოქსიდაზა და პეროქსიდაზა, ხოლო ციტოქრომოქსიდაზას მნიშვნელოვნად ააქტიურებს.

საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტი

(შეგოვიდა 22.6.1989)

Н. И. ПАНЦХАВА

## ВЛИЯНИЕ 2,4-ДИХЛОРФЕНОКСИУКСУСНОЙ КИСЛОТЫ И ИОНОВ ЦИНКА НА АКТИВНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ФЕРМЕНТОВ В КАЛЛУСНОЙ ТКАНИ ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЫ

Резюме

Исследовано влияние различных концентраций 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты и ионов цинка на некоторые оксидоредуктазы изолированного каллуса виноградной лозы.

Полученные результаты показали, что комбинированная питательная среда (2,4Д+ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O) которая дает оптимальный эффект роста каллуса, обуславливает слабую пероксидазную и фенолоксидазную активность и сильную цитохромоксидазную активность по сравнению с контролем.

PLANT PHYSIOLOGY

N. I. PANTSKHAVA

## THE INFLUENCE OF 2,4-DICHLOROPHENOXYACETIC ACID AND ZINC IONS ON ACTIVITY OF SOME FERMENTS AND VINE CALLUS TISSUE CULTURE

Summary

The influence of different concentrations of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid and zinc ions on some oxide reductases of isolated callus tissue culture has been studied.

The results have shown that the combined nutrient medium (2,4D+ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O) which gives an optimal effect of callus growth is responsible for weak peroxidaetic and phenoloxidaetic activity and strong cytochromoxidaetic activity as compared with the control.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. T. H. Lam, N. E. Sreet. Ztschr. Pflanzphysiol. v. 84, 1977, 121—128.
2. Н. Н. Панцхава. Республиканская Научная конференция молодых ученых и аспирантов. Тбилиси, 1985.
3. В. В. Умбрейт, Р. Х. Буррис, Дж. Ф. Штрауфер. Манометрические методы тканевого обмена. М., 1951.
4. R. P. Gregory. Biochem J. 101. № 3, 1966, 582.
5. Т. Г. Беридзе, В. Д. Табидзе. Молекулярная биология, т. 10, № 2, 1976.
6. T. Martin, A. Giofu, M. Georgescu. M. Paunet, R. Chirilla. Cercetari asupra absorptiei microelementelor prin brunze la vita de vie—Jucrari stiintifice, seria B. XIII, 1970.
7. A. Ruano, Ch. Poschenrieder, Y. Barcelo. J. Plant. Nutr., 1988, 11, № 5, 577-588.



ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Т. Б. ГЛОВЕЛИ, Р. Г. ИНЦКИРВЕЛИ

ВЛИЯНИЕ СТИМУЛЯЦИИ НОРАДРЕНЕРГИЧЕСКИХ И  
СЕРОТОНИНЕРГИЧЕСКИХ СТРУКТУР НА ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ  
АКТИВНОСТЬ ДОРСАЛЬНОГО ГИППОКАМПА У КРОЛИКОВ

(Представлено академиком Т. К. Иоселиани 3.7.1989)

В последние годы внимание исследователей привлекает вопрос изучения условий возникновения и протекания некоторых основных типов суммарной электрической активности гиппокампа (тета-ритм, десинхронизация). Согласно данным литературы, большинство областей на стволовом уровне, вызывающих тета-активность, находится в пределах ретикулярной формации; лишь незначительное количество структур за пределами ретикулярной формации способны запускать тета-ритм [1]. К ним относятся моноаминергические структуры — синее пятно и медианное ядро шва. Несмотря на множество данных, проблема об участии моноаминергических структур в возникновении и протекании основных типов суммарной электрической активности и по сей день остается дискуссионным. Так, например, одни авторы [2] придерживаются мнения, что стимуляция синего пятна вызывает тета-активность, по мнению же других авторов [3—5] раздражением синего пятна запускается гиппокампа́льная десинхронизация. Подобные противоположные соображения имеются относительно влияния стимуляции ядер шва [2, 6, 3]. Из приведенного литературного материала, видно, что имеющиеся экспериментальные данные часто отличаются друг от друга. Следует отметить, что большинство этих данных было получено на кошках и крысах, а работы на кроликах единичны.

Целью настоящей работы явилось изучение формирования и протекания основных типов суммарной электрической активности полей СА1 и СА3 дорсального гиппокампа кролика в условиях электрической стимуляции медианного ядра шва (серотонинергическая система) и синего пятна (норадренергическая система).

Опыты ставились на половозрелых кроликах в условиях острого эксперимента. Металлические электроды (константановые провода 0,2 мм толщины с фабричной изоляцией) вживляли стереотаксически по атласу Фифковой и Маршала [7]. Суммарная электрическая активность гиппокампа регистрировалась на 4-канальном электроэнцефалографе (ЭЭГ П4-02). После каждого опыта уточнялась локализация неизолированных кончиков вживленных электродов.

Анализ полученных данных показал, что пороговое электрическое раздражение (для вызова тета-активности) обеих моноаминергических структур вызывает низкочастотный (4 Гц) тета-ритм в полях СА1 и СА3 дорсального гиппокампа. При постепенном увеличении параметров раздражения соответственно происходит увеличение частоты тета-ритма и достигает максимальную частоту (7—8 Гц) при параметрах, дважды-трижды превышающем пороговый уровень. Дальнейшее усиление параметров стимуляции вызывает постепенное уменьшение частоты тета-ритма вплоть до его полного угнетения и появления десинхронизации (рис. 1А, рис. 2, рис. 3). Надо отметить, что постепенное увеличение порогового электрического раздражения

влияет также на амплитуду тета-активности. Незначительное усиление электрической стимуляции сопровождается значительным увеличением амплитуды тета-ритма, которая постепенно уменьшается при дальнейшем усилении электрической стимуляции (рис. 1,Б).

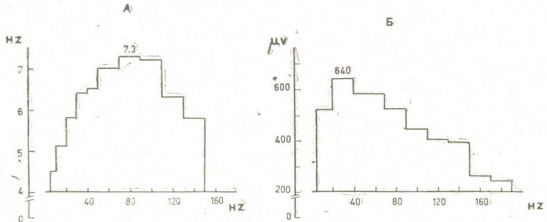


Рис. 1. Влияние стимуляции медианного ядра шва на суммарную электрическую активность поля СА1 дорсального гиппокампа при различных частотах раздражения: А. — зависимость частоты тета-активности от частоты раздражения, Б. — зависимость амплитуды тета-ритма от частоты раздражения. А, Б — по оси абсцисс — частота раздражения, А — по оси ординат — частота тета-ритма, Б — по оси ординат — амплитуда тета-ритма (мкВ) Интенсивность стимуляции — 2 В

В условиях стимуляции стволовых структур факт возникновения либо десинхронизации либо тета-ритма в литературе интерпретируется как результат активирования «смешанных областей» [8, 9], т. е. тех областей, где происходит перекрывание двух стволовых систем, одна из

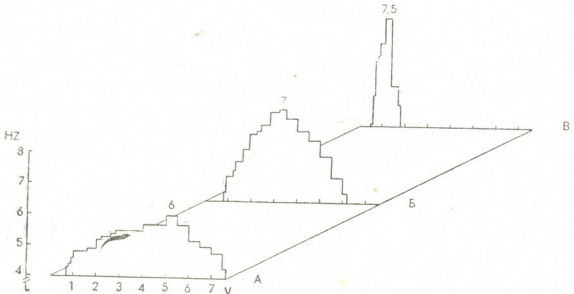


Рис. 2. Влияние раздражения синего пятна на суммарную электрическую активность поля СА1 дорсального гиппокампа при различных параметрах стимуляции. По оси абсцисс — интенсивность раздражения (V). По оси ординат — частота тета-активности. По оси аппликат — частоты стимуляции: А — 5 Гц, Б — 20 Гц; В — 200 Гц. Число на каждой гистограмме соответствует наивысшей частоте тета-активности при применяемых раздражениях

которых в гиппокампе вызывает синхронизацию в диапазоне тета-ритма, а другая — десинхронизацию. При этом полагается, что порог синхронизирующей системы ниже, чем порог десинхронизирующей системы. Согласно этому предположению при слабом раздражении в гиппокампе возникает тета-ритм. При сильном раздражении акти-



вируются обе системы и вместо тета-ритма появляется десинхронизация, так как десинхронизирующее влияние устраняет синхронизацию активности гиппокампальных нейронов. Однако результаты наших экспериментов ставят под сомнение достоверность такого толкования. Более приемлемым нам кажется предположение, что как тета-ритм, так и десинхронизация являются эффектами активирования одной и той же системы. Наступление десинхронизации вместо тета-ритма происходит при чрезмерно сильных раздражениях моноаминергических структур. «Чрезмерно» сильная стимуляция нарушает механизм (вероятно септальный пейсмекерный механизм) генерации синхронной

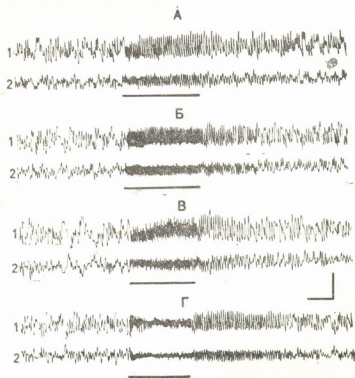


Рис. 3. Влияние раздражения синего пятна на суммарную электрическую активность полей СА1 (1) и СА3 (2) дорсального гиппокампа при различных интенсивностях стимуляции. Параметры раздражения: А — 1,1 В; 20 Гц; 0,1 мс. Б — 2,4 В; 20 Гц; 0,1 мс. В — 4,5 В; 20 Гц; 0,1 мс. Г — 7,5 В; 20 Гц; 0,1 мс. Сплошными линиями под ЭЭГ указаны периоды стимуляции. Калибровка: 3 с; 700 мкВ

электрической активности гиппокампа. В пользу такого предположения говорит и тот факт, что при постепенном усилении раздражения сперва частота гиппокампального тета-ритма повышалась (до 8 Гц), а потом происходило снижение частоты. Снижение частоты в начале проявлялось в виде выпадения отдельных волн синхронной активности, а при дальнейшем усилении раздражения наступало полное подавление тета-ритма, выражающееся в десинхронизации электрической активности гиппокампа (рис. 3).

Таким образом, проведенные опыты показали, что в условиях раздражения моноаминергических структур существует определенный узкий оптимум параметров (интенсивности, частоты) стимуляции. Применение как более низких, так и более высоких параметров стимула сопровождается уменьшением выраженности тета-ритма (частота, амплитуда) вплоть до его полного угнетения. Следует отметить, что в наших условиях (острые эксперименты, обезбуживенные животные) частота тета-ритма варьировалась в пределах 4—8 Гц, что в основном совпадает с частотой более низкочастотного тета-ритма по классификации Вандервольфа и сотр. [10, 11].

Тбилисский государственный университет  
им. И. А. Джавахишвили

(Поступило 7.9.1939)

თ. გლოველი, რ. ინცკირველი

ნორადრენერგულ და სეროტონინერგულ სტრუქტურათა  
 სტიმულაციის გავლენა ბოცვრების დორსალური ჰიპოკამპის  
 ელექტულ აქტივობაზე

რეზიუმე

ჰიპოკამპალური თეტა-რიტმის სიხშირე და დესინქრონიზაციის განვითარება დამოკიდებულია გალიზიანების პარამეტრებზე. მონომინერგული სტრუქტურების გალიზიანების პრობებში არსებობს სტიმულაციის პარამეტრთა (ინტენსივობა, სიხშირე) განსაზღვრული, ვიწრო ოპტიმუმი. სტიმულაციის უფრო დაბალი ან მაღალი პარამეტრების გამოყენებას თან სდევს თეტა-რიტმის სიხშირის შემცირება, მის სრულ დათრგუნვამდე, რაც ჰიპოკამპის ელექტრული აქტივობის დესინქრონიზაციაში გამოიხატება.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

T. B. GLOVELI, R. G. INTSKIRVELI

THE INFLUENCE OF STIMULATION OF NORADRENERGIC  
 AND SEROTONINERGIC STRUCTURES ON THE ELECTRICAL  
 ACTIVITY OF THE DORSAL HIPPOCAMPUS IN RABBITS

Summary

The influence of stimulation of median raphe nuclei (serotonergic structure) and locus coeruleus (noradrenergic structure) on the generation and course of the main types (theta-rhythm, desynchronization) of electrical activity of fields CA1 and CA3 of the dorsal hippocampus was studied. The results showed that the expression of the hippocampal theta-activity (frequency, amplitude) and the occurrence of desynchronization depends on the parameters of stimuli. In the conditions of stimulation of monoaminergic structures there exists a narrow optimum of stimuli parameters (intensity, frequency). The application of both lower and higher parameters of stimulation causes a decrease of hippocampal theta-activity frequency till its complete depression, which is manifested as the desynchronization of hippocampal electrical activity.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. R. P. Vertes. In: The Hippocampus, 4, 1986, 41-75.
2. A. W. Macadar *et al.* Exptl. Neurol., 43, 1974, 499-514.
3. T. E. Robinson, C. H. Vandervolf. Exptl. Neurol., 61, 1978, 485-515.
4. R. P. Vertes. EEG and clin. Neurophysiol., 50, 1-2, 1980, 48-58.
5. R. P. Vertes. J. of Neurophysiol., 46, 1981, 1140-1159.
6. I. Y. Assaf, I. I. Miller. Neuroscience, 3, 1978, 539-590.
7. E. Fikova, J. Marsala. In. Electrophysiological methods in biological research. 1967, 653-712.
8. H. Anchel, D. B. Lindsley. EEG and clin. Neurophysiol., 32, 1972, 209-226.
9. S. Torii. Jap. J. Physiol., 11, 2, 1961, 147-157.
10. C. H. Vandervolf. J. Comp. Physiol., 88, 1, 1975, 300-323.
11. C. H. Vandervolf. *et al.* Brain Res., 451, 1988, 340-344.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

П. Н. ВАРАЗШВИЛИ

ИЗМЕНЕНИЕ ЦИКЛА БОДРСТВОВАНИЕ-СОН В ОТВЕТ  
НА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ РАЗДРАЖЕНИЕ ОРБИТАЛЬНОЙ  
КОРЫ КОШКИ

(Представлено академиком Т. Н. Ониани 12.4.1989)

В организации и регуляции сна важная роль отводится корковым структурам головного мозга, в частности орбитальной коре (ОК). Показано, что низкочастотное электрическое и химическое раздражение ОК животных вызывает реакцию «вовлечения», учащение всплеск сонных веретен, ЭЭГ синхронизацию и сон [1—7]. Однако роль ОК в регуляции цикла бодрствование-сон (цикла Б-С) недостаточно изучена.

Опыты ставились на 7 половозрелых кошках обоего пола в условиях свободного передвижения. Для регистрации электрической ак-

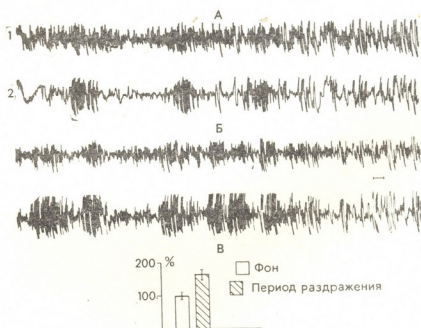


Рис. 1. Влияние раздражения ОК на электрическую активность коры головного мозга: А—фон; Б—период раздражения; В—частота всплеск сонных веретен за 40 сек. Отведения: 1—сенсорная кора; 2—зрительная кора. Параметры раздражения: 5 В, 0,2 в сек, 0,2 мсек. Калибровка—1 сек

тивности различных структур головного мозга и раздражения ОК животным под нембуталовым наркозом (35—40 мг/кг) хронически жививлялись константановые электроды. В эксперименте производилось непрерывное длительное (6 часов) низкочастотное (0,2 гц) электрическое раздражение ОК одного полушария головного мозга кошки.

В ходе эксперимента электрическое раздражение ОК не вызывало изменений в поведении животного. Посторонний шум во время опыта

вызывал кратковременное поведенческое и ЭЭГ пробуждение, наблюдаемое и в контрольных экспериментах. Не наблюдалось также диссоциации между поведенческими признаками бодрствования (Б), дремоты (Д), медленного (МС) и парадоксального (ПС) сна и ЭЭГ показателями соответствующих фаз.

Сравнение общей картины электрической активности структур головного мозга в контроле и эксперименте не показало различия.

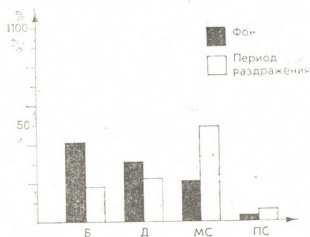
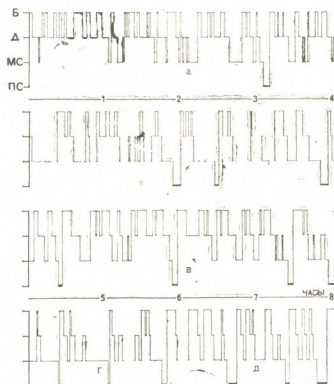


Рис. 2. Влияние раздражения ОК на соотношение фаз цикла бодрствование-сон: по оси ординат — соотношение фаз в процентах; по оси абсцисс — фазы цикла бодрствование-сон; Б — бодрствование; Д — дремота; МС — медленный сон; ПС — парадоксальный сон. Параметры раздражения: 6 В, 0,2 в сек, 0,2 мсек

Однако на фоне раздражения ОК в новой коре отмечалось статистически достоверное ( $p < 0,05$ ) увеличение частоты вспышек сонных веретен за единицу времени (рис. 1, А, Б), что наглядно представлено в графическом изображении (рис. 1, В).

Статистическая обработка полученных данных показала, что в ответ на электрическое раздражение ОК уменьшалась длительность Б

Рис. 3. Влияние раздражения ОК на частоту наступления фаз в цикле бодрствование-сон: а, в — фон; б, г — период раздражения; д — период после раздражения. Параметры раздражения: 5 В, 0,2 в сек, 0,2 мсек



и Д на 20—25 и 10—15% соответственно, тогда как длительность МС и ПС увеличивалась на 25—30 и 3—5% соответственно (рис. 2).

Эта закономерность особенно наглядно проявлялась на кошках, у которых в норме цикл Б-С характеризовался наличием длительных

периодов Б. Так, например, у одной кошки в норме наблюдалось полное отсутствие сонного состояния (в тот период дня, когда ставился эксперимент), однако в эксперименте примерно через час после начала электрического раздражения ОК, как правило, наступал сон. В этом случае происходили резкие изменения в соотношении фаз в цикле Б-С, в частности длительность Б уменьшалась на 77%, а Д, МС и ПС увеличивалась на 26, 35 и 16% соответственно.

Детальный анализ экспериментальных данных показал, что электрическое раздражение ОК влияет на частоту наступления различных фаз цикла Б-С. В результате раздражения ОК, наряду с уменьшением длительности Б и Д, происходит уменьшение частоты их наступления, однако с увеличением тотального времени сна частота наступления МС не меняется, а ПС увеличивается (рис. 3). Из приведенного рисунка видно, что электрическое раздражение ОК уменьшает число пробуждений животного из Д и МС, что, со своей стороны, благоприятствует развитию полных циклов сна.

Исходя из вышеприведенных результатов можно заключить, что шестичасовое непрерывное низкочастотное электрическое раздражение ОК, с одной стороны, вызывает уменьшение как длительности, так и частоты наступления Б и Д, в связи с чем увеличивается продолжительность сна, особенно МС, а с другой — облегчение вспышек сонных веретен. Можно предположить, что подавление Б и удлинение сна являются следствием усиления облегчающей импульсации из ОК, направленной к сомногенным структурам головного мозга. Кроме того, в это время должно иметь место дополнительное торможение систем Б, ведущее к облегчению наступления сна.

Академия наук Грузинской ССР

Институт физиологии

им. И. С. Бериташвили

(Поступило 21.4.1989)

აღმნიანსა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

### 3. ვარჯაშვილი

კატის ძილ-ღვიძილის ციკლის ცვლილება მისი ორბიტალური ქერქის ელემენტრული ბალიზიანების შედეგად

#### რეზიუმე

ქრონიკული ექსპერიმენტის პირობებში კატის ორბიტალური ქერქის ექსესათიანი უწყვეტი ელექტრული გალიზიანება იწვევს, ერთის მხრივ, ძილის თითისტარისებური განმუხტვების გაზიარებას, ხოლო მეორეს მხრივ, ღვიძილისა და თვლემის ხანგრძლივობის შემცირების ხარჯზე ნელი და პარადოქსული ძილის ხანგრძლივობის გაზრდას. შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ღვიძილის დათრგუნვა და ძილის გაზრდა გალიზიანების ფონზე გამოწვეულია ორბიტალური ქერქის გამაადვილებელი იმპულსაციის გაძლიერებით, რომელიც თავის ტვინის სომნოგენური სტრუქტურებისაკენაა მიმართული. გარდა ამისა, ამ დროს აღინიშნება ღვიძილის სისტემის დამატებით შეკავებაც, რაც თავისთავად ძილის განვითარებას აადვილებს.

P. N. VARAZASHVILI

 CHANGES OF SLEEP-WAKEFULNESS CYCLE IN RESPONSE  
 TO ELECTRIC STIMULATION OF CAT ORBITAL CORTEX

## Summary

In chronic experiments in cats 6-hour-long continued electric stimulation of the orbital cortex resulted, on the one hand, in an increased frequency of spindle-like activity, and on the other hand, in the prolongation of slow wave and paradoxical sleep by about 25 to 30% and 3 to 5%, respectively, at the expense of the reduction of wakefulness and drowsiness (by 20 to 25% and 10—15%, respectively). It may be conjectured that the inhibition of wakefulness and prolongation of sleep is due to the enhancement of the facilitating impulsation from the orbital cortex to the somnogenic system of the brain. At the same time, the wakefulness system of the brain is most probably inhibited additionally, which per se facilitates the development of sleep.

## საზოგადოებრივი ლიტერატურა — REFERENCES

1. А. А. Голобородько. Автореферат канд. дисс. Одесса, 1983.
2. А. А. Гун, Е. С. Чужина. Тез. докл. XIV съезда Всесоюз. физиол. о-ва им. И. И. Павлова. Баку, 1983, 2, 23.
3. Г. Н. Крыжановский, Р. Ф. Макулькин. Булл. эксп. биол. и мед., 84, II, 1977, 531—534.
4. E. Lines *et al.* Acta Physiol. Scand. 87, 1, 96-102, 1973.
5. C. G. Lineberry, J. Siegel. Brain Res. 34, 143-161, 1971.
6. J. H. Penaloza-Royas *et al.* Exp. Neurol. 10, 140-147, 1964.
7. J. Siegel, R. Y. Wang. Exp. Neurol. 42, 1, 28-50, 1974.



Г. Ш. ДАВИТАЯ, Р. З. КОТАРИЯ, А. А. ТАРХНИШВИЛИ

## ВЛИЯНИЕ ПРОСТАГЛАНДИНОВ НА ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЖИРНЫХ КИСЛОТ МИКРОСОМ КЛЕТОК ПЕЧЕНИ КРЫС ПРИ ИНДУЦИРОВАННОМ БЕНЗ(а)ПИРЕНОМ КАНЦЕРОГЕНЕЗЕ

(Представлено членом корреспондентом Академии Д. И. Джохадзе 17.12.1988)

В настоящее время доказано, что простагландины оказывают влияние на синтез многих важнейших компонентов клеточной деятельности. В частности, было показано, что они могут влиять на структурно-функциональные свойства мембран клеток путем изменения состава белков, липопротеинов и особенно липидов [1]. С этой точки зрения изменение содержания простагландинов играет значительную роль в течении канцерогенеза [2]. С другой стороны, обнаружено, что жирные кислоты могут обуславливать течение опухолевых процессов [3], однако есть данные и о том, что ненасыщенные жирные кислоты выполняют защитную роль организма при злокачественном росте [4]. В то же время не вызывает сомнения участие липидов в развитии опухолевого роста [5]. Изучение влияния простагландинов на липидный обмен показало, что простагландины группы E угнетают *in vitro* липолиз [6]. Однако обзор литературных данных показывает, что не известен механизм влияния простагландинов на функцию жирных кислот в развитии химического канцерогенеза.

В связи с этим целью данной работы было изучение влияния простагландинов E<sub>2</sub> и F<sub>2α</sub> на содержание свободных жирных кислот как при отдельном, так и при совместном введении с бенз(а)пиреном *in vivo*.

Материалом для исследования служила печень беспородных белых крыс самцов весом 100—120 г, из которых выделяли микросомы [7]. Впоследствии из микросомальных фракций выделяли липиды [8] и производили метилирование жирных кислот [9]. Анализ исследуемых проб проводили на газовом хроматографе фирмы «Yanaco» Японии на колонке, заполненной Apiezon greeze L. Температура детектора 250°C. Газ-носитель — гелий (2 мл/мин), а воспламенение проводили при помощи водорода (50 мл/мин). Температура инжектора 290°C. В исследуемых пробах изучали влияние бенз(а)пирена через 24 часа после его введения и простагландинов — через час пос-



ле введения животным. Идентифицирование фракций жирных кислот на хроматограмме проводили при помощи свидетелей.

Оказалось, что при действии простагландина  $E_2$  ( $ПГЕ_2$ ) и  $F_{2a}$  ( $ПГF_{2a}$ ) наблюдается увеличение суммы всех фракций жирных кислот, что в большей степени выражена в случае  $ПГF_{2a}$ . В то же время возрастает доля ненасыщенных жирных кислот. Следует отметить, что совместное введение животным простагландина и бенз(а)пирена (БП) вызывает уменьшение суммы общей фракции жирных кислот, однако доля ненасыщенных жирных кислот возрастает. В случае отдельного введения животным бенз(а)пирена сумма всех жирных кислот минимальна, а доля ненасыщенных максимальна (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительное изменение качественных показателей жирных кислот под влиянием  $ПГЕ_2$ ,  $ПГF_{2a}$ , БП,  $ПГЕ_2$ +БП,  $ПГF_{2a}$ +БП. Результаты опытов выражены в относительных единицах, занимаемой каждой фракцией жирных кислот ЖК площади на хроматограмме с расчетом на мг/мкл липидов. Контроль — интактные микросомы

Показатели	Фракции	Нас. ЖК	Ненас. ЖК	Ненас./нас.
1. Контроль	1031,0	969,5	61,5	0,06
2. $ПГЕ_2$	1192,0	1188,0	104,0	0,09
3. $ПГF_{2a}$	1144,0	1124,0	130,0	0,11
4. БП	343,7	293,0	51,1	0,15
5. $ПГЕ_2$ +БП	538,9	476,0	62,0	0,13
6. $ПГF_{2a}$ +БП	767,1	673,1	94,0	0,14

$ПГЕ_2$  и  $ПГF_{2a}$  вызывают увеличение содержания жирных кислот как насыщенного, так и ненасыщенного ряда. Существенное увеличение содержания приходится на все такие жизненно важные для клеточной деятельности соединения, какими являются пальмитиновая ( $C_{16:0}$ ), пальмитолеиновая ( $C_{16:1}$ ), стеариновая ( $C_{18:0}$ ), олеиновая ( $C_{18:1}$ ), линолевая ( $C_{18:2}$ ), линоленовая ( $C_{18:3}$ ) и особенно арахидоновая ( $C_{20:4}$ ) кислоты. Вероятно, в случае  $ПГЕ_2$  происходит угнетение липолиза жирных кислот, а в случае  $ПГF_{2a}$  его действие, с одной стороны, является следствием лабильзации мембран клеток, а с другой — стимулирования синтеза жирных кислот. Несколько иная картина изменений наблюдается при совместном введении  $ПГЕ_2$  и  $ПГF_{2a}$  с БП. В данном случае обнаруживается значительное уменьшение уровня насыщенных жирных кислот ряда  $C_{16:0}$  и  $C_{18:0}$ , а уровень ненасыщенных жирных кислот  $C_{18:1}$ ,  $C_{18:2}$ ,  $C_{18:3}$  не претерпевает существенных изменений, за исключением арахидоновой кислоты, содержание которого возрастает примерно в два раза. В случае  $ПГF_{2a}$ +БП уровень ненасыщенных жирных кислот остается зна-

чительно выше контрольных проб у ряда  $C_{18:1}$  и  $C_{18:2}$ , в то время как содержание жирных кислот ряда  $C_{16:0}$  и  $C_{18:0}$  существенно падает (табл. 2).

Этим фактом, по всей вероятности, и можно объяснить увеличение доли ненасыщенных жирных кислот. В случае БП этот эффект выражен особенно.

На основе анализа полученных экспериментальных и литературных данных можно высказать предположение о том, что происходит взаимодействие бенз(а)пирена с липидами, и, в частности, со структурными фосфолипидами. В случае совместного действия с простагландинами, по-видимому, происходит сложение эффекта, вызванного каждым в отдельности, не исключается также факт взаимодействия друг с другом. Все эти процессы могут оказать важное влияние на течение окислительно-восстановительных процессов в организме, что

Таблица 2

Изменения содержания жирных кислот под влиянием ПГЕ<sub>2</sub>, ПГФ<sub>2α</sub>, БП, ПГЕ<sub>2</sub>+БП, ПГФ<sub>2α</sub>+БП. Результаты опытов выражены в относительных единицах, занимаемой каждой фракцией жирной кислоты площади на хроматограмме с расчетом на мг/мкл липидов. Контроль — интактные микросомы.

Пробы	Контроль	ПГЕ <sub>2</sub>	ПГФ <sub>2α</sub>	БП	ПГЕ <sub>2</sub> +БП	ПГФ <sub>2α</sub> +БП
1. $C_{14:0}$	27,8	38,6	28,3	15,2	17,4	14,1
2. $C_{14:1}$	3,4	2,3	8,8	1,9	2,7	2,9
3. $C_{16:0}$	339,6	359,6	549,5	91,0	203,2	164,1
4. $C_{16:1}$	10,5	19,0	17,5	4,4	5,5	11,2
5. $C_{17:0}$	9,6	15,5	20,3	8,0	4,7	20,6
6. $C_{17:1}$	2,5	1,7	5,5	3,2	4,0	1,7
7. $C_{18:0}$	578,3	666,0	713,5	162,5	242,0	455,0
8. $C_{18:1}$	12,0	25,6	23,6	9,8	12,3	22,5
9. $C_{18:2}$	19,0	23,3	32,8	16,5	20,0	27,3
10. $C_{18:3}$	6,9	11,6	14,4	8,2	5,4	7,4
11. $C_{19:0}$	5,3	6,3	7,0	5,3	4,8	14,9
12. $C_{19:1}$	2,1	3,4	5,7	2,8	4,0	4,7
13. $C_{20:0}$	5,4	2,2	8,1	7,0	4,0	4,5
14. $C_{20:4}$	4,7	17,6	13,6	7,3	8,9	16,3

может играть важную роль в развитии процессов злокачественного роста.

Тбилисский государственный университет  
им. И. А. Джавахишвили

(Поступило 20.1.1989)

ბ. ღაშითაია, რ. კობარია, ა. თარხნიშვილი

პროსტაგლანდინების გავლენა ვირთაგვას ღვიძლის უჯრედების მიკროსომების ცხიმოვანი მჟავების შემცველობაზე ბენზ(ა)პირენით ინდუცირებული კანცეროგენეზის დროს

#### რეზიუმე

პროსტაგლანდინების შეყვანა ცხოველებში ბენზ(ა)პირენთან ერთად იწვევს უჯერი ცხიმოვანი მჟავების წილის ზრდას თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავების შემცველობაში.

გამოთქმულია მოსაზრება იმის თაობაზე, რომ პროსტაგლანდინების ეს ეფექტი გამოწვეულია ნაჯერი ცხიმოვანი მჟავების შემცველობის მკვეთრი შემცირებით, რაც შესაძლებელია მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ავთვისებიანი სიმსივნის განვითარების პროცესებში.

#### BIOPHYSICS

G. Sh. DAVITAYA, R. Z. KOTARIA, A. A. TARKHNISHVILI

### THE INFLUENCE OF PROSTAGLANDINS OF THE RAT LIVER CELL MICROSOMES FATTY ACID CONTENT UNDER BENZO-(A)PYRENE-INDUCED CARCINOGENESIS

#### Summary

A combined injection of prostaglandins and of benzo(a)pyrene into animals causes unsaturated fatty acid fraction elevation in the free fatty acid content.

It is suggested that this effect of prostaglandins is caused by a pronounced reduction of saturated fatty acid content which can play an important role in the development of carcinogenic processes.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. R. Dzial. Calcium Biol. Syst. Proc. 67th Ann. Meet. Fed. Amer. Sec. Environ. Biol. New-York—London, 1985.
2. Л. С. Басалык, З. Г. Кадагидзе, Н. Е. Кушлинский. Простагландины и рак. Медицина и здравоохранение, серия онкология, вып. 1, М., 1988.
3. L. R. Vennet, F. Connon. J. Nat. Cancer Inst. 19, 1967, 999-1011.
4. I. Siegel, T. Liu *et al.* J. Nat. Cancer Inst. 78, 1987, 271-277.
5. R. Bruckdorfer. J. Roy. Soc. Med., 80, 1987, 713-714.
6. J. R. Week *et al.* J. Pharm. Pharmac., 21, 1969, 103-108.
7. P. L. Savant *et al.* Biochem. Biophys. acta, 85, 1964, 82.
8. I. Folch *et al.* Biol. chem., 191, 1951, 831.
9. М. Кейте. Техника липидологии. М., 1975.



П. Р. ТУШУРАШВИЛИ, Н. З. ДЕКАНОСИДЗЕ, Н. П. ИНАСАРИДЗЕ,  
Т. Н. КЕКЕЛИДЗЕ

### ГИСТЕРЕЗИСНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ NAD·H:УБИХИНОН РЕДУКТАЗНОГО УЧАСТКА ДЫХАТЕЛЬНОЙ ЦЕПИ МИТОХОНДРИИ СЕРДЦА БЫКА С NAD·H И ИОНАМИ $Mg^{2+}$

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Д. Туманишвили 18.5.1988)

NAD·H:CoQ редуктазный участок дыхательной цепи митохондрии млекопитающих [КФ.1 6.99.3], известный в литературе и как комплекс I, катализирует чувствительный к ротенону перенос электронов от NAD·H к убихинону, и генерирует трансмембранную разность электрохимического потенциала ионов водорода [1, 2].

Предложено несколько моделей механизма реакции [3, 4]. Однако в литературе известны многочисленные экспериментальные данные, не объясняемые предлагаемыми моделями. Таковыми являются: зависимость от NAD·H и времени инактивация NAD·H-оксидазной реакции специфичными ингибиторами [5, 6], «аномальное» взаимодействие с меркуриалами [7], зависимое от температуры гистерезисное взаимодействие с N-ЭМ [8], зависимый от NAD·H лаг-период NAD·H-оксидазной реакции [9]. Необходимо отметить, что до настоящего времени указанные экспериментальные факты не получили должного объяснения.

Ниже приведены данные, которые показывают наличие гистерезисного взаимодействия NAD·H:CoQ-редуктазы с NAD·H и ионами  $Mg^{2+}$ . Предложена модель, которая объясняет известные из литературы многочисленные экспериментальные результаты.

Субмитохондриальные частицы (СМЧ) сердца быка получали по описанному методу [10]. NAD·H-оксидазную активность полярографически или спектрофотометрически в 0,1 мМ Трис-HCl буфере (pH 8,5). Полярографические измерения проводили платиновым электродом Кларка в конечном объеме, равном 1 мл. Спектрофотометрически NAD·H-оксидазную активность регистрировали в конечном объеме, равном 3 мл, при длине волны 340 нм. Сукцинат-оксидазную реакцию измеряли полярографически в той же реакционной среде, содержащей 1 мМ сукцинат. NAD·H-феррицианид-редуктазную реакцию измеряли спектрофотометрически в реакционной среде, содержащей 1 мМ феррицианид и 2 мМ KCN. Все реакции регистрировали при +25°C. Остальные детали эксперимента приведены в подписях к рисункам. Концентрацию белка определяли биуретовым методом [11].

Типичный эксперимент, демонстрирующий специфичное влияние ионов  $Mg^{2+}$  на NAD·H-оксидазную реакцию, приведен на рис. 1. NAD·H-оксидазная реакция СМЧ, инкубированных с  $K_2SO_4$ , KCl, NaCl,  $Na_2SO_4$ , CaCl<sub>2</sub>, линейна во времени (кривая 1). В отличие от этого прединкубированные с 0,1 мМ  $MgSO_4$  или  $MgCl_2$ , СМЧ, катализируют NAD·H-оксидазную реакцию с заметным лаг-периодом (кривая 2). Зависимый от ионов  $Mg^{2+}$  лаг-период отсутствует для NAD·H-феррицианид-редуктазной и сукцинат-оксидазной реакции.

Эти данные показывают, что ионы  $Mg^{2+}$  взаимодействуют с NAD·H:CoQ-редуктазным участком дыхательной цепи и контролируют скорость восстановления убихинона [1]. Процесс активации



NAD·H-оксидазной реакции следует кинетике первого порядка (рис. 1, В) и не зависит от концентрации СМЧ в реакционной среде.

Зависимость лаг-периода от концентрации ионов  $Mg^{2+}$  имеет гиперболический характер,  $K_i^{Mg^{2+}}$  равна 20  $\mu M$ . Предынкубация СМЧ с NAD·H, но не с  $NAD^+$ , предотвращает зависимый от ионов  $Mg^{+2}$  лаг-период. Способность NAD·H предотвращать зависимый от ионов  $Mg^{2+}$  лаг-период гиперболически зависит от концентрации NAD·H.  $K_m^{NAD\cdot H}$  равна 1  $\mu M$ .

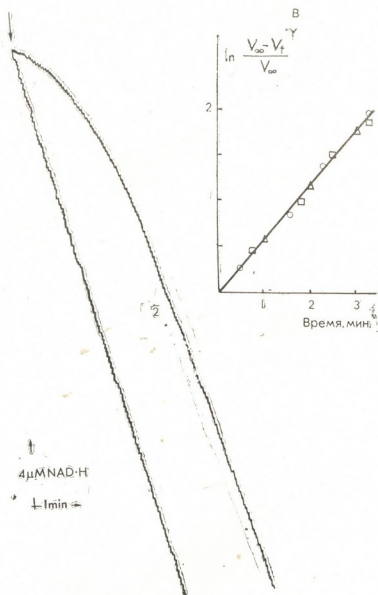


Рис. 1. Влияние ионов  $Mg^{2+}$  на NAD·H-оксидазную реакцию А. СМЧ (0,033 мг/мл) инкубировали в реакционной среде постоянной ионной силы с указанными в тексте электролитами (кривая 1) или с  $MgSO_4$  и  $MgCl_2$  (кривая 2). Стрелкой показан момент внесения в реакционную среду 50  $\mu M$  NAD·H В. Показана линейризация кривой активации NAD·H оксидазной реакции. Концентрация СМЧ:  $\circ$ —0,033,  $\triangle$ —0,006,  $\square$ —0,066 мг/мл соответственно

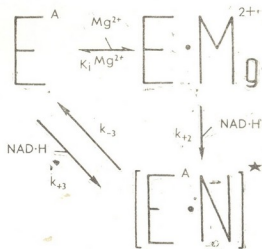
Необычным аспектом изложенных выше экспериментальных данных является способность СМЧ «запоминать» предынкубацию с NAD·H. Этот факт можно объяснить следующим образом: 1. Возможно, существует аллостерический центр для прочного связывания



NAD·H на NAD·H:CoQ-редуктазном участке дыхательной цепи. 2. NAD·H может индуцировать большие конформационные изменения фермента.

В обоих случаях восстановление зависимого от ионов  $Mg^{2+}$  лаг-периода должно зависеть от времени. В согласии с данным предположением, зависимый от ионов  $Mg^{2+}$  лаг-период полностью восстанавливается после 40 минут аэробной инкубации предварительно инкубированных с NAD·H СМЧ. Полученные результаты суммированы в виде смены на рис. 2. Согласно представленным данным

Рис. 2. Взаимодействие ионов  $Mg^{2+}$  и NAD·H с NAD·H:CoQ редуктазой.  $K_1^{Mg^{2+}}$  — константа диссоциации.  $k_{+2}$ ,  $k_{+3}$ ,  $k_{-3}$  — константы реакции первого порядка, где  $k_{+3} > k_{+2} \gg k_{-3}$



существуют две функционально активные формы NAD H:CoQ редуктазы  $E^A$  и  $[E^A \cdot N]^*$ . Неактивный  $E \cdot Mg^{2+}$  комплекс образуется только из  $E^A$  формы.  $[E^A \cdot N]^*$  форма может образовываться в двух параллельных реакциях: непосредственно из  $E^A$  формы и из  $E \cdot Mg^{2+}$  формы. Зависимая от ионов  $Mg^{2+}$  реакция образования  $[E^A \cdot N]^*$  формы протекает медленно ( $k_{+2} = 0,55 \text{ мин}^{-1}$ ). Существует конкуренция между этими путями. Поэтому лаг-период зависит от ионов  $Mg^{2+}$ . Принципиальным результатом настоящей работы является обнаружение существования двух взаимопревращающихся форм NAD·H:CoQ редуктазы в дыхательной цепи млекопитающих. Такого рода функциональная организация хорошо объясняет зависимую от NAD·H и времени инактивацию NAD·H оксидазы специфичными ингибиторами, аномальное взаимодействие с SH-реагентами.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 19.5.1988)

გეოგრაფია

პ. თუშუტაშვილი, ნ. დვანოსიძე, ნ. ინასარიძე, თ. კვიციანი

NAD·H-ის და  $Mg^{2+}$ -იონების კონსტრუქციული ურთიერთქმედება ხარისხობრივ სტრუქტურულ დონეზე NAD·H:CoQ რედუქტაზულ უბანთან

რეზიუმე

ხარისხობრივ სტრუქტურულ დონეზე ნაწილაკები  $Mg^{2+}$ -ის იონებთან ინტერაქციის შემდეგ აკატილიზებენ NAD·H-ოქსიდაზურ რეაქციას, რომლის



სიჩქარე ნულის ტოლია, ხოლო შემდგომში იზრდება და აღწევს საკონტროლო მნიშვნელობას.

NAD·H-თან და არა NAD<sup>+</sup>-თან სუბმიტოქონდრიალური ნაწილაკების წინასწარი ინკუბაციის შემდეგ Mg<sup>2+</sup>-ის იონების დამამუხრუჭებელი ეფექტი აღარ ვლინდება.

მიღებული შედეგებიდან გამომდინარეობს, რომ Mg<sup>2+</sup> იონებსა და სუნთქვითი ჯაჭვის NAD·H:CoQ რედუქტაზულ მონაკვეთს შორის არსებობს ძლიერი სწრაფვა, რომელიც არეგულირებს ელექტრონების გადატანის სიჩქარეს NAD·H-დან უბიქინონზე, თავის მხრივ NAD H არეგულირებს NAD·H:CoQ რედუქტაზას და Mg<sup>2+</sup>-იონების ურთიერთქმედებას.

## BIOPHYSICS

P. R. TUSHURASHVILI, N. Z. DEKANOSIDZE, N. P. INASARIDZE,  
T. N. KEKELIDZE

### HYSTERETIC INTERACTION OF THE NAD·H and Mg<sup>2+</sup> IONS WITH MAMMALIANS NAD·H:CoQ REDUCTASE FROM BEEF HEART

#### Summary

Preincubation of the SMP from beef heart in the reaction mixture, containing low concentrations of Mg<sup>2+</sup> ions induces a time lag in the NAD·H:oxidase activity.

Preconditioning of the SMP by NAD·H, but not by NAD<sup>+</sup>, abolished Mg<sup>2+</sup> ion-dependent time lag. The data obtained suggest that high affinity should exist between Mg<sup>2+</sup> ions and NAD·H:CoQ reductase region of the respiratory chain, which controls electron transfer from NAD·H to natural electron acceptor. This affinity is controlled by NAD·H.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Y. Hatefi. In: The Enzymes of Biological Membranes, A., vol. 4, New York, 1985, 3—41.
2. C. J. Ragan, P. C. Hinkle. J. Biol. Chem. 150, 1975, 8472—8476.
3. C. J. Ragan. In: Fourth European Bioenergetics Conference (EBEC Reports), vol. 4, Praha, 1985, 6—7.
4. В. П. Скулачев. Биохимия, 51, 1986, 1925—1927.
5. J. Burgos, E. R. Redfearn. Biochim. Biophys. Acta, 110, 1965, 475—483.
6. T. P. Singer, D. J. Horgan, J. Z. Casida. In: Flavins and Flavoproteins, 1968, 192—213.
7. D. D. Tyler, R. A. Butow, J. Gonze, R. W. Estabrook. Biochem. Biophys. Res. Commun. 19, 1965, 551—555.
8. T. Grenoima, E. B. Kearney. J. Biol. Chem., 240, 1966, 3645—3652.
9. Sh. Minakami, J. Schindler, R. W. Estabrook. J. Biol. Chem., 239, 1964, 2049—2054.
10. C. P. Lee, L. Ernster. Methods in Enzymol. 59, 1967, 158—164.
11. A. G. Gornal, C. J. Bardawill, M. M. David. J. Biol. Chem., 177, 1949, 158—164.



К. М. КИНЦУРАШВИЛИ, З. А. ЧАНЧИБАДЗЕ, И. Л. ХОХАШВИЛИ

## КУЛЬТИВИРОВАНИЕ МИКРОМИЦЕТОВ НА ОТХОДАХ ЧАЙНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ БОГАТОЙ БЕЛКОМ МИКРОБНОЙ БИОМАССЫ

(Представлено академиком Г. И. Квеситадзе 6.3.1989)

В плане создания малоотходных технологий на основе переработки возобновляемого растительного сырья одной из актуальных задач является утилизация многочисленных сельскохозяйственных отходов и получения ценных для народного хозяйства соединений путем их микробиологической конверсии. В Грузинской ССР ежегодно накапливается значительное количество возобновляемых лигноцеллюлозных отходов, достигающих в общей сложности около млн. тонн в год.

В последнее время с ухудшением качества отечественного чайного сырья в перерабатывающей промышленности накапливается трудно-реализуемый низкосортный чай. В связи с этим в ближайшее время необходимо найти радикальные пути изменения структуры производства. Эта проблема частично решена внедрением в промышленность производства растворимых концентратов чая, чайных натуральных красителей и тоннизирующих напитков типа «Бахмаро» и «Лебарде». В результате внедрения таких технологий в виде отходов остается около 20 тыс. тонн т. н. «отработанного чая» [1]. Химический анализ отработанного чая показывает, что он богат резервными полисахаридами, которые могут быть использованы для получения разных продуктов путем их микробиологической трансформации.

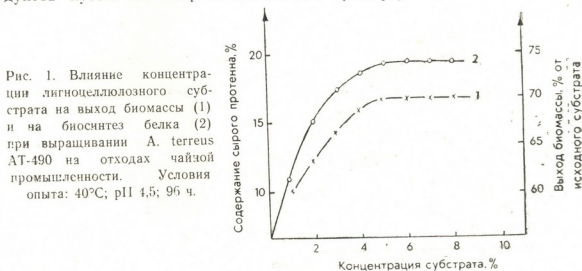


Рис. 1. Влияние концентрации лигноцеллюлозного субстрата на выход биомассы (1) и на биосинтез белка (2) при выращивании *A. terreus* AT-490 на отходах чайной промышленности. Условия опыта: 40°C; pH 4,5; 96 ч.

В Институте биохимии растений АН ГССР селекционно отобраны термофильные штаммы микромицетов — активных продуцентов целлюлаз: *Aspergillus wentii*, *A. versicolor*, *Sporotrichum pulverulentum*,

*Aspergillus terreus* AT-490 и другие, образующие богатую белком биомассу, при биоконверсии различных типов возобновляемых растительных отходов [2, 3]. При микологических исследованиях этих культур установлена нетоксичность и непатогенность указанных штаммов. Все это указывало на возможность использования этих культур для получения богатой белком биомассы на отходах чайной промышленности.

Для нормального роста микроорганизмов и выхода биомассы большое значение имеет состав питательной среды. Наиболее важными компонентами среды являются источники углерода и азота. В качестве источников углерода использовали отходы чайной промышленности и изучали влияние концентрации этого субстрата на выход биомассы и на биосинтез белка (рис. 1). Максимальный выход биомассы и белка достигается при концентрации субстрата — 5%.

При изучении влияния источника азота на биосинтез белка было установлено, то хорошие результаты по накоплению белка и росту биомассы получены при применении азотнокислого натрия (табл.).

Влияние различных источников азота на накопление биомассы и сырого протеина при выращивании *A. terreus* AT-490 на отходах чайной промышленности

Источник азота	Выход биомассы % от исходного субстрата	Сырой протеин
KNO <sub>3</sub>	72,2	13,1
NaNO <sub>3</sub>	72,0	15,6
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	72,5	14,3
NH <sub>4</sub> Cl	72,0	14,4
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	74,0	13,3
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	73,5	15,0
Мочевина	71,5	13,0
Пептон	74,5	14,2
Контроль	72,0	9,4

С целью обогащения питательной среды, в качестве органических добавок вносили кукурузный экстракт и мелассу. Добавление к пи-

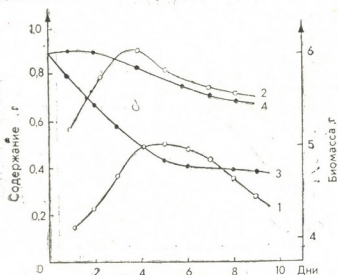


Рис. 2. Динамика изменения основных компонентов и накопления биомассы при выращивании *A. wentii* на отходах чайной промышленности: 1 — биомасса, 2 — сырой протеин, 3 — целлюлоза, 4 — лигнин. Условия опыта: концентрация субстрата — 50 г/л, 40°C, pH 4,5

тательной среде кукурузного экстракта не вызывает повышения содержания протеина в биомассе, а добавление мелассы позволяет увеличить как выход биомассы, так и содержание сырого протеина.



На рис. 2 показана динамика накопления белка в биомассе и соответственно, потребление микроорганизмами основных компонентов субстрата. Полученные результаты показали, что максимальный выход биомассы и сырого протеина наблюдается на четвертые сутки выращивания; в дальнейшем выход биомассы и содержание сырого протеина начинает уменьшаться, что, по-видимому, объясняется лизисом мицелия.

Содержание целлюлозы уменьшается с первого дня культивирования и достигает минимума на четвертые сутки, после чего содержание целлюлозы не изменяется.

Как видно из рис. 2, содержание лигнина уменьшается на 8—10%. Принимая во внимание, что в культурах исследованных нами микромицетов не обнаружено лигниндеградирующей активности, следует полагать, что гидролиз целлюлозы приводит к механическому отщеплению лигнина.

Таким образом, в результате проведенной работы подобран состав питательной среды, обеспечивающий обильное накопление биомассы и позволяющий повысить содержание сырого протеина в биомассах грибов на 5—6%.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт биохимии растений

(Поступило 10.3.1989)

ბიოქიმია

ა. კინტურაშვილი, ზ. ჩანჩიბაძე, ი. ხოქაშვილი

მიკრომიცეტების კულტივირება ჩაის მრეწველობის ნარჩენებში ცილით მდიდარი მიკრობული ბიომასის მიღების მიზნით

რეზიუმე

ნაჩვენებია ჩაის მრეწველობის ნარჩენებიდან მათზე თერმოფილური მიკრომიცეტების კულტივირებით ცილით მდიდარი მიკრობული ბიომასის მიღების შესაძლებლობა. შერჩეულია საკვები არის ოპტიმალური შედგენილობა, რის შედეგადაც მნიშვნელოვნად იზრდება ბიომასებში ცილის პროცენტული შემცველობა.

BIOCHEMISTRY

K. M. KINTSURASHVILI, Z. A. CHANCHIBADZE, I. L. KHOKHASHVILI

CULTIVATION OF MICROMYCETES ON TEA INDUSTRY WASTES WITH A VIEW TO OBTAINING PROTEIN-RICH MICROBIAL BIOMASS

Summary

The paper shows the feasibility of tea industry wastes bioconversion into protein-rich biomass using the thermophilic micromycetes. The optimal growth media is chosen which increases the amount of protein in the biomass.

## ლიბრეიტეტი — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. И. Квеситадзе, Р. И. Хочолава, Т. И. Абесадзе. ОИ, ГрузНИИИГИ, 1985.
2. Т. И. Алексидзе. Авторефер. канд. дисс. Тбилиси, 1984.
3. Д. А. Чхარтишвили. Автореф. канд. дисс. Тбилиси, 1985.



Л. В. ПАИЧАДЗЕ, А. М. ДЫМЧЕНКО, Л. Н. НАЗАРОВА

### ТИЛТ ПРОТИВ ГОЛОВНИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. Ё. Курашвили 16.2.1989)

Одним из способов борьбы с болезнями зерновых культур в полеводстве является селекция на устойчивость. Однако до настоящего времени в производственных посевах отсутствуют сорта, обладающие устойчивостью к головневым заболеваниям. В связи с этим технология возделывания озимой пшеницы включает в себя как обязательный прием протравливание семян фунгицидными препаратами.

В практике сельского хозяйства применяются ряд протравителей, высокоэффективных в борьбе с головневыми заболеваниями. В частности, против твердой головни используют витавакс (2,5—3,0 кг/т), гамма-гексан (2,0 кг/т), гексатиурам (2 кг/т), гранозан (1,0 кг/т), а также байтан и байтан универсал (1,5—2,0 кг/т).

Несмотря на высокую эффективность и обязательность применения протравителей, в практике нередко нарушается выполнение данного мероприятия, что приводит к сильному развитию головневых заболеваний.

Интегрированная защита растений, наряду с протравливанием семенного материала, включает и обработку вегетирующих растений фунгицидами контактного или системного действия в борьбе с заболеваниями, проявляющимися в период вегетации. Для борьбы с комплексом болезней широко используются фунгициды тилт и байлетон.

26 сортов озимой пшеницы, которые районированы на территории нашей страны в последние годы, испытывали на восприимчивость к твердой головне на высоком инфекционном фоне. В целях защиты от бурой и желтой ржавчины посевы обрабатывали тилтом — 0,5 кг/га (одно- и двукратно). В одном из вариантов провели предпосевное протравливание семян байтаном (из расчета 2,0 кг/т).

Анализ полученных данных показал, что однократное применение тилта (0,5 кг/га) в конце фазы трубкования значительно снизило конечную пораженность озимой пшеницы твердой головней (см. таблицу). Вторая обработка, проведенная в конце колошения, не снижала количества пораженных растений в сравнении с однократным опрыскиванием в конце трубкования.

Действие тилта было не одинаковым на различных сортах, что позволило разделить их на две группы. Сорта первой группы (11 сортов) поражались на 3,5—20,0% и обработка тилтом вегетирующих растений снижала уровень заболевания до 0,5—7,5%. Сорта второй



группы отличались большей восприимчивостью к головне и поражались на 15,0—57,5%. На этих сортах эффективность фунгицида была выше, чем на сортах первой группы, и снизила пораженность до 1,0—10,0%.

При протравливании семян байтаном не было достигнуто полного эффекта, отдельные сорта были поражены на 1,0—2,0%, тогда как в случае применения обоих приемов (протравливание и обработка тилтом) растения были полностью свободны от головни.

Действие тилта на пораженность озимой пшеницы твердой головней

С о р т	% пораженных растений	
	Контроль (без химической защиты)	Одна обработка (тилт 0,5 кг/га)
<b>Первая группа</b>		
Мировская 808	20,0	15,0
Щедрая Полесья	7,5	3,0
Полеская 6/0	17,5	15,0
Обрий	20,0	15,0
Бригантина	7,5	5,0
Партизанка	16,0	10,0
Зерноградка 6	5,0	5,0
Прикумская 63	3,5	3,0
Олимпия	7,5	7,0
Деда	3,5	3,0
Лютесценс 72	17,5	10,0
<b>Вторая группа</b>		
Донская 6/0	22,5	10,0
Заря	20,0	5,0
Зирка	15,0	5,0
Надзея	15,0	5,0
Янтарная 50	15,0	5,0
Пересвет	22,5	5,0
Харьковская 81	22,5	5,0
Прометей	50,0	5,0
Одесская п/к	35,0	1,0
Южная заря	30,0	5,0
Одесская 51	30,0	5,0
Полукарлик 49	42,5	5,0
Краснодарская 57	30,0	5,0
Замена	37,5	1,0
Исток	57,5	10,0

Тилт, кроме системного действия на комплекс болезней, развивающихся на вегетирующих растениях обладает фунгитоксичностью против головневой инфекции: проникая в ткани растения-хозяина и передвигаясь по сосудистой системе, он оказывает на нее искореняющее действие.

Грузинский филиал  
Всесоюзного научно-исследовательского  
института фитопатологии

Всесоюзный научно-исследовательский  
институт фитопатологии

ლ. პაიჩაძე, ა. დიმიჩენკო, ლ. ნაზაროვა

ტილტი გულაფუშტას წინააღმდეგ

რეზიუმე

ცნობილია, რომ საშემოდგომო ხორბლის ნათესების ერთჯერადი დამუშავება ტილტით (0,5 კმ/ჰა) დაავადებათა კომპლექსის (ღეროს ყანგა, სეპტორიოზი და სხვა) წინააღმდეგ მნიშვნელოვნად ამცირებს მყარლი გულაფუშტათი მცენარეთა დაავადების ხარისხს. ვეგეტაციის პერიოდში მცენარეების ტილტით დამუშავებასთან ერთად ბაიტანით (2 კმ/ტ) თესლების თესვის წინა შეწამვლა მთლიანად აფერხებს გულაფუშტას განვითარებას.

PHYTOPATHOLOGY

L. V. PAICHADZE, A. M. DYMCHENKO, L. N. NAZAROVA

TILT AGAINST BLACK SMUT

Summary

A single application of tilt (0,5 kg/ha) to different varieties of winter wheat against a complex of diseases (stem, brown and yellow rust, etc.) significantly reduced the infestation of plants with black smut.

Methods are recommended for complete control of seeds against black smut.



Р. В. КАПАНАДЗЕ, Л. Д. ЧЕИШВИЛИ, Л. А. ХОПЕРИЯ,  
К. К. ДЖИНЧАРАДЗЕ, Л. А. ХАБАЗИ

## УЛЬТРАСТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ И РАЗМЕРЫ ОЧАГА ПОРАЖЕНИЯ ИНФАРЦИРОВАННОГО МИОКАРДА В УСЛОВИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ НИТРОГЛИЦЕРИНА В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Деканосидзе 4.6.1988)

С использованием нитроглицерина в фармакотерапии инфаркта миокарда значительно возросла эффективность лечения [1—4]. В наших предыдущих работах [5, 6] было показано, что нитроглицерин влияет на морфо-гистоэнзимохимические изменения и размеры очага поражения при экспериментальном инфаркте миокарда у собак.

Целью настоящей работы является изучение влияния нитроглицерина на размеры очага поражения миокарда и ультраструктуру кардиомиоцитов перинфарктной зоны при экспериментальном инфаркте миокарда.

Эксперименты проведены на 20 собаках-самцах. Инфаркт миокарда воспроизводился путем перевязки передней нисходящей ветви левой коронарной артерии. Собаки разделены на две группы: I — контрольная (10), II — леченая (10). В леченой группе собакам после перевязки коронарной артерии и появления на ЭКГ признаков острой ишемии внутривенно, капельно вводился 1% раствор нитроглицерина на 150 мл физиологического раствора со средней скоростью 6 мкг/кг/мин. Вливание продолжалось 6 часов. Собаки обеих групп забивались через 5, 10 дней после воспроизведения инфаркта миокарда.

Материал для электронно-микроскопического исследования брался из инфарктной зоны левого желудочка сердца, а также из разных отделов «интактного» миокарда, фиксировался в 2,5% растворе четырехоксида осмия на S-коллидиновом буфере (рН 7,35—7,4) в течение 2 часов и исследовался в электронном микроскопе Jem 100В (Япония). Для количественной оценки размеров некроза использовался морфологический весовой планиметрический метод, описанный в [7].

Результаты исследования ультраструктуры кардиомиоцитов в контрольной группе показали, что спустя 5 суток после моделирования инфаркта миокарда как в зоне ишемии, так и в участках левого желудочка, в меньшей степени отдаленных от зоны поражения, развиваются грубые нарушения ультраструктуры кардиомиоцитов. В зоне инфаркта, как правило, наблюдаются изменения, характерные для ишемизированного миокарда, — некроз, выраженная вакуолизация цитоплазмы. В кардиомиоцитах полностью нарушены митохондрии, кристы, оболочки митохондрий деструктивны, миофибриллы не определяются, не прослеживается гексогональная структура миофиламентов; отмечаются явления резко выраженного меж- и внутриклеточного отека; обнаруживаются вторичные лизосомы, имеющие осмиофильную мембрану и плотное гранулярное содержимое. В артериолах и капиллярах нарастает отек эндотелиальных клеток, уменьшается количество пиноцитозных везикул.

Спустя 10 суток после острого нарушения коронарного кровообращения наблюдаются сдвиги в микроциркуляторном русле и сокра-





тительном миокарде. В артериолах и капиллярах уменьшается отек эндотелиальных клеток, усиливается пиноцитозная активность эндотелиоцитов кровеносных капилляров, хотя встречаются кардиомиоциты с отеком саркоплазмы, расслоением миофибрилл, деструкцией митохондрий (рис. 1). Во внеинфарктной зоне изменения кардиомиоцитов носят еще более выраженный мозаичный характер, встречаются участки отека, геморрагии, накопления мелких жировых включений. Несмотря на появление в цитоплазме отдельных гранул гликогена и рибосом, полной нормализации структуры кардиомиоцитов не отмечается.

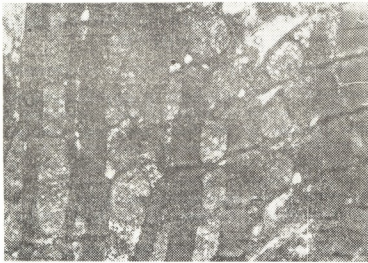


Рис. 1. Миокард околоинфарктной зоны левого желудочка сердца собаки спустя 10 суток после ОКА. Внутриклеточный отек, расслоение и лизис группы саркомеров, деструкция митохондрий. Электронномикрофотограмма.  $\times 24\ 000$

Результаты собственных исследований показали, что нитроглицерин благоприятно влияет на ишемизированный миокард.

В группе животных с экспериментальным инфарктом миокарда, леченных нитроглицерином, на 5-й день ОКА, выявляется заторможенное течение процесса распада. В зоне ишемии в сохранных кардиомиоцитах наблюдается активация внутриклеточных структур, при этом отмечаются уменьшение отека миокарда и ограничение зоны поражения, а также вакуолизация кардиомиоцитов, равномерная деструкция миофибрилярного аппарата, утолщение вставочных дисков, появление элементов шероховатого эндоплазматического ретикулума, мелких митохондрий и формирующих миофибрилл, расширение интракардиальных артериол и капилляров, повышение пиноцитозных везикул в их эндотелиальных клетках.

В более поздние сроки эксперимента у леченых животных участки разрушенной ткани содержат большое количество фибробластов, активно продуцирующих коллагеновые волокна. Периферия поврежденного участка богата сосудами и клеточными элементами. В эндотелиальных клетках кровеносных капилляров усиливается пиноцитозная активность. В околоинфарктной зоне и вдали от поражения в кардиомиоцитах наблюдается положительный и терапевтический эффект, который прежде всего проявляется в уменьшении отека миокарда и ограничении зоны инфаркта.

В «интактном» миокарде имеют место ранняя активация внутриклеточных структур, их гиперплазия с последующей гипертрофией. Наряду с мелкими митохондриями, появляются и крупные гигантские митохондрии с электронноплотным матриксом и сохранными кри-

стами. Околоинфарктная зона содержит кардиомиоциты, в которых практически не изменена структура саркомеров, вставочного диска и митохондрий, окруженных многочисленными зёрнами гликогена (рис. 2).

Рис. 2. Кардиомиоцит из околоинфарктной зоны миокарда собаки с инфарктом миокарда, получавшей нитроглицерин в течение 10 суток. Уменьшение меж- и внутриклеточного отека, восстановление структуры саркомеров, большое скопление гликогена под сарколеммой, усиление питоцитозной активности эндотелия.

Электронмикротофограмма

× 18000



Результаты проведенных исследований выявили положительный эффект нитроглицерина на вес и размеры инфарктированного миокарда. Так, в условиях лечения нитроглицерином вес пораженного участка уменьшается от 22,527 до 16,628 г, что статистически достоверно ( $P < 0,001$ ).

Таким образом, на основании полученных данных можно заключить, что в условиях применения нитроглицерина восстановительные процессы в инфарктированном миокарде, по сравнению с нелечеными случаями, значительно ускоряются, процессы внутриклеточной регенерации интенсифицируются. Все это способствует уменьшению размеров пораженного участка, раннему появлению рубцовой ткани и развитию небольшого склеротического очага, гипертрофии кардиомиоцитов перинфарктной зоны, обеспечивающим сократительную мощьность миокарда.

НИИ клинической и  
 экспериментальной кардиологии  
 им. М. Д. Цинамдзгвршвили  
 МЗ ГССР

(Поступило 30.6.1989)

ციტოლოგია

რ. კახანაძე, ლ. ბიწვილი, ლ. ხოფორია, კ. ჯინფარაძე, ლ. ხაბაჯი

დაინფარქტებული მიოკარდიუმის ულტრასტრუქტურული  
 ცვლილებები და დაზიანებული უბნის ოდენობა  
 ნიტროგლიცერინით გაურნალოების პირობებში მასპერმენტში

რეზიუმე

მიოკარდიუმის ინფარქტი გამოწვეულია 20 ექსპერიმენტულ ცხოველში. შესწავლილია დაინფარქტებული უბნის და მის ირგვლივყოფი კარდიომიო-



ციტების ულტრასტრუქტურული ცვლილებები ნიტროგლიცერინით მკურნალობისას. ასევე ნაწარმოებია დაკვირვება ინფარქტული უბნის დანაწიბურების ოდენობაზე დინამიკაში.

ელექტრონომიკროსკოპული და მორფომეტრიული გამოკვლევების საფუძველზე დადგენილია, რომ ნიტროგლიცერინის ზემოქმედების პირობებში დაინფარქტებულ მიოკარდიუმში აღდგენითი პროცესები საგრძნობლად დაჩქარებულია, უჯრედშიდა ულტრასტრუქტურული ელემენტების რეგენერაცია მიმდინარეობს ინტენსიურად, დაზიანებულ უბანში წარმოიქმნება სცირე ზომის ნაწიბუროვანი ქსოვილი.

ამრიგად, მიოკარდიუმის პერიინფარქტული ზონის სტრუქტურების სრულყოფადობა ხელსაყრელ პირობებს ქმნის კარდიომიოციტების კუმშვადუნარიანობის სტაბილიზაციისათვის.

## CYTOLOGY

P. V. KAPANADZE, L. D. CHEISHVILI, L. A. KHOPERIA,  
K. K. JINCHARADZE, L. A. KHABAZI

ULTRASTRUCTURAL CHANGES AND THE SIZE OF THE  
DAMAGED CENTRE OF INFARCTED MYOCARDIUM DURING  
THE TREATMENT WITH NITROGLYCERINE IN EXPERIMENT

## Summary

Myocardial infarction was reproduced in 20 experimental animals. The changes of cardiomyocyte ultrastructures of the infarcted site and the near-infarcted one due to the influence of nitroglycerine were studied. The size of myocardial infarction in dynamics was also observed.

The data of electromicroscopical and morphometrical investigations showed that under the influence of nitroglycerine there occur the enhancement of restoration processes of infarcted myocardium, intensification of intracellular ultrastructural elements regeneration and reduction in the size of the damaged centres.

Improvement of myocardial structure under the influence of nitroglycerine provides further stabilization of contractile ability of cardiomyocytes.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. М. Черпаченко и соавт. Кардиология, 11, 1982, 19—53.
2. Т. Фукуяма *et al.* Circulation, 62, 1980, 1227-1233.
3. R. Y. Vache. Circulation, 57, 1978, 557-566.
4. K. Noguchi *et al.* J. Pharmacol. Exp. Ther. 219, 1981, 809—814.
5. P. V. Kapanadze и соавт. Сообщения АН ГССР, 129, № 3, 1985, 649—651.
6. Н. А. Андриадзе и соавт. Тез. докл. IV Всесоюз. съезда кардиологов. М. 1986.
7. A. J. Roberts *et al.* Circulation, 57, 1978, 35-41.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

Н. Д. ДЖОРБЕНАДZE

### СУБМИКРОСКОПИЧЕСКАЯ МОРФОЛОГИЯ ПОЧЕК Б ПОСТРЕАНИМАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Деканосидзе 25.5.1989)

Одно из важнейших достижений современной реаниматологии — создание концепции постреанимационной болезни [1], в патогенезе которой важную роль играет полиорганная недостаточность [2]. Работ, специально посвященных морфологическим изменениям почек в постреанимационном периоде, мы в литературе не нашли, поэтому целью настоящего исследования явилось изучение ультраструктурных изменений почек собак в постреанимационном периоде.

Опыты проведены на 33 собаках-самцах. Клиническую смерть длительностью 5 минут вызывали массивным кровопусканием из бедренной артерии. Собак забивали в разные сроки постреанимационного периода (от 5 минут до 6 месяцев).

Для трансмиссионной электронной микроскопии материал фиксировали и заливали по общепринятой методике. Полутонкие и ультратонкие срезы получали на ультратоме LKB 8800 (Швеция). Полутонкие срезы окрашивали толуидиновым синим. Ультратонкие срезы после контрастирования просматривали и фотографировали в электронном микроскопе «Tesla BS-500» (ЧССР). Оценку степени патологических изменений оргanelл клеток нефрона производили по способу П. Я. Мульдиарова [3].

Ультраструктурные изменения канальцевого эпителия через 0,5—1 час после оживления характеризуются наличием в основном умеренно набухших митохондрий, а также митохондрий с начинающейся фрагментацией крист, незначительным расширением канальцев цитоплазматической сети и отеком цитоплазмы. Многие митохондрии вакуолизированы. Гранулярная цитоплазматическая сеть расширяется, набухают вакуоли пластинчатого комплекса. Лизосомы встречаются редко. Наблюдаются маргинация и агрегация хроматина ядра. В апикальной плазмалемме нарушается пространственная ориентация микроворсиннок щеточной каемки, изредка обнаруживается их лизис. В базальной поверхности клеток отмечается деформация складок плазмалеммы (рис. 1). Суммарный показатель степени субмикроскопических изменений нефроцитов проксимального отдела составляет 6,а нефроцитов дистального отдела — 4. Цитоплазма юкстагломерулярных клеток содержит умеренное количество осмофильных гранул, преимущественно мелких, а также пустотелых гранул.

Через 6 часов после реанимации повреждения нефроцитов носят мозаичный характер. В проксимальных и дистальных канальцах, наряду с наличием значительного количества светлых клеток, характеризующихся резкой просветленной гиалоплазмой, набухшими и вакуолизированными митохондриями, дилатированной цитоплазматической сетью и канальцами пластинчатого комплекса, встречаются темные клетки с резко осмофильной гиалоплазмой, вакуолизированными митохондриями и цитоплазматической сетью, агрегацией и маргинацией

хроматина. Наблюдается увеличение числа лизосом, появляются аутофагосомы. Значительные участки апикальных поверхностей клеток проксимального отдела нефрона лишены микроворсинок. Межклеточные пространства расширяются. Средняя степень деструктивных изменений органелл проксимального отдела нефрона составляет 9, а нефроцитов дистального отдела — 7.

Через 12 часов после оживления в клубочковых капиллярах почек наблюдается большое количество эритроцитов с явлениями агрегации и стаза. В перитубулярной ткани нередко виден эритродиapedез. В клетках канальцев отмечается деформация ядер, нередко пикнотическая. Выявляются значительное набухание большинства митохондрий, просветление их матрикса, частичное, а также полное разрушение крист. Наблюдаются дилатация цитоплазматической сети, просветление гялоплазмы, частичное или полное разрушение микроворсинок, межэпителиальный отек. Суммарный показатель степени деструктивных изменений нефроцитов проксимального отдела составляет 10, а нефроцитов дистального отдела нефрона — 9. Параллельно с деструктивными изменениями протекают восстановительные процессы.

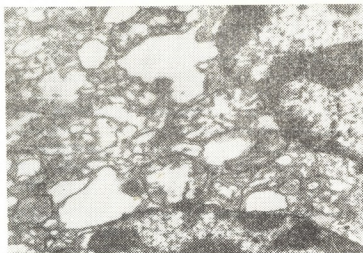


Рис. 1. Ультраструктура нефроцитов проксимального канальца почки собаки через час после оживления организма: маргинация и агрегация хроматина ядра, умеренное набухание митохондрий с частичной фрагментацией крист, расширение гранулярной цитоплазматической сети ( $\times 18000$ ).

Через 1—2 суток после реанимации обширность поражения паренхимы почек по сравнению с предыдущим сроком увеличивается. Глубокие деструктивные изменения наблюдаются в эпителии как проксимального отдела, так и дистального. Изменения касаются как ядра, так и органелл цитоплазмы нефроцитов. В ядрах отмечаются агрегация, маргинация, а также лизис хроматина, нередко карнопикноз. В цитоплазме выявляются расширение цитоплазматической сети, особенно в базальных отделах клеток, набухание митохондрий, просветление их матрикса и редукция крист. Многие клетки проксимальных канальцев лишены микроворсинок. Суммарный показатель степени деструктивных изменений клеток проксимального отдела нефрона составляет 11, а клеток дистального отдела — 10. Наряду с отмеченными деструктивными изменениями клеток, отчетливо выражены внутриклеточные восстановительные процессы (рис. 2).

Через 7 суток после реанимации микроциркуляторные нарушения в почках собак минимальны и в основном проявляются эритродиандезом. В цитоплазме нефроцитов проксимальных канальцев набухание или вакуолизация митохондрий отмечается редко. В незначительной части клеток обнаруживается деструкция микроворсинок. В этих клетках повышается количество рибосом, полисом и неизменных митохондрий. В клетках дистального отдела нефрона, наряду с митохондриями с редуцированными кристами, встречаются большие митохондрии с нормальной ультраструктурой. Суммарный показатель степени деструктивных изменений органелл клеток проксимального и дистального отдела нефрона одинаков и составляет 6.

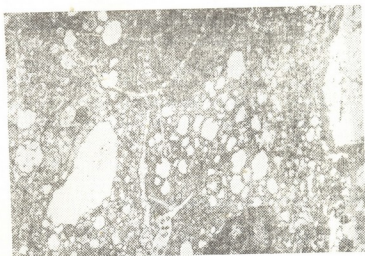


Рис. 2. Ультраструктура нефроцитов проксимального канальца почки собаки через 2 суток после оживления: пикноз ядер, агрегация хроматина, вакуолизация цитоплазмы, наличие мелких митохондрий с плотным матриксом ( $\times 16000$ )

Через 14 суток после оживления изменения ультраструктур клеток канальцев и микроциркуляторного русла незначительно отличаются от нормы. В клетках всех отделов нефрона привлекают внимание увеличение количества неизменных митохондрий и некоторая гиперхромность ядер. Суммарный показатель степени деструктивных изменений органелл клеток проксимального отдела нефрона равен 2, а клеток дистального отдела — 3. Через 1—6 месяцев после оживления ультраструктурную картину нефроцитов трудно отличить от нормы.

Таким образом, суммарная степень деструктивных изменений органелл клеток как проксимального, так и дистального канальца почек в постреанимационном периоде имеет стадийное течение. Через полчаса и час после оживления степень субмикроскопических изменений незначительна, затем в течение 2 суток нарастает, в последующем от 2 до 14 суток происходит ее постепенное снижение, а через месяц после реанимации нормализуется.

НИИ экспериментальной и  
клинической хирургии  
им. К. Д. Эривани  
МЗ ГССР



## ბ. ჯორბენაძე

თირკვლევის სუბმიკროსკოპული მორფოლოგია კოსტრეანიმაციულ პერიოდში

## რეზიუმე

ექსპერიმენტულად შესწავლილი იქნა ძალის თირკმლებში განვითარებული ულტრასტრუქტურული ცვლილებები კოსტრეანიმაციული პერიოდის სხვადასხვა ვადებში (5 წთ-დან 6 თვემდე), სისხლდაკარგვით გამოწვეული 5-წუთიანი კლინიკური სიკვდილიდან ორგანიზმის გამოყვანის შემდეგ.

მიღებული შედეგები გვიჩვენებს მორფოლოგიური ცვლილებების სტადიურ მიმდინარეობას. გაცოცხლებიდან ნახევარი და ერთი საათის შემდეგ სუბმიკროსკოპული დაზიანებების ხარისხი უმნიშვნელოა, შემდგომი 2 დღის განმავლობაში ძლიერდება, 2-დან 14 დღემდე ხდება მისი თანდათანობითი შემცირება, ხოლო რეანიმაციიდან 1 თვის შემდეგ ნორმალიზდება.

## EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

N. D. JORBEHADZE

## KIDNEY SUBMICROSCOPIC MORPHOLOGY DURING THE POSTREANIMATION PERIOD

## Summary

Ultrastructural changes developed in dog kidneys at different intervals (from 5 minutes to 6 months) of the postreanimation period after the recovery of organism from the state of clinical death lasting 5 minutes and resulting from bloodletting have been experimentally studied.

The data obtained showed stage-by-stage development of morphological changes. In the period of 30 minutes and 1 hour after the recovery, the degree of submicroscopic damage is minor, during the following 2 days it increases, from the 2nd up to the 14th day its gradual decrease takes place, whereas after 30 days it comes back to normal.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. А. Неговский, А. М. Гурвич, Е. С. Золотокрылина. Постреанимационная болезнь. М., 1987.
2. Н. К. Пермяков. Патология реанимации и интенсивной терапии. М., 1985.
3. П. Я. Мульдиаров. Субмикроскопическая патоморфология ревмокардита. М., 1979.



УДК 616.127—005.8.357

მასპირიზენტული მიმდინარეობა

ბ. ლითაინიშვილი, მ. ჯუღელი, რ. სვანიშვილი, ღ. ხიტიარია,  
 ნ. ნიშარაძე, ო. ბრეზაძე, ზ. ფაღაზა, ა. ნიკოლაიშვილი,  
 ლ. ჩაბიაშვილი

ყოფილ სპორტსმენთა რეაბილიტაცია მიოკარდიუმის მრვავე  
 ინფარქტის გადატანის შემდეგ

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ნ. ტატიშვილმა 21.3.1989)

ჩვენ მიზნად დავისახეთ შეგვესწავლა ყოფილ სპორტსმენთა შორის მიოკარდიუმის მრვავე ინფარქტის გადატანის შემდეგ გულ-სისხლძარღვთა სისტემის ფუნქციური მდგომარეობის დინამიკა, მათი რეაბილიტაციის პროცესთან დაკავშირებით.

დაკვირვების ქვეშ იმყოფებოდა 30—60 წლის ასაკის 100 ავადმყოფი. პირველი ჯგუფი შეადგინა 50 ავადმყოფმა (ძირითადი ჯგუფი). ამ ჯგუფში შევიდნენ ის ავადმყოფები, რომლებიც დაავადებამდე 10—12 წლით ადრე სისტემატურად ვარჯიშობდნენ სხვადასხვა სახეობებში. მეორე ჯგუფი დაკომპლექტდა ასევე 50 ავადმყოფისაგან (საკონტროლო ჯგუფი), ე. ი. იმ პირებისაგან, რომლებიც წარსულში სისტემატურად სპორტს არ მისდევდნენ. ყოფილ სპორტსმენთა ჯგუფში შევიდნენ: ხელბურთელები (3 კაცი), ვეხბურთელები (16 კაცი), ალპინისტები (6 კაცი), მოჭიდავეები (6 კაცი), მოკრივეები (3 კაცი) და ძალოსნები (5 კაცი). მათი სპორტული კვალიფიკაცია იყო: სპორტის ოსტატი, სპორტის ოსტატობის კანდიდატი და პირველი თანრიგი. ყველა ავადმყოფი მიოკარდიუმის მრვავე ინფარქტის გადატანის შემდეგ 20—25 დღეზე კარდიოლოგიის ინსტიტუტის ინფარქტის განყოფილებიდან გადმოდიოდა რეაბილიტაციის განყოფილებაში, სადაც მათ 20 დღის განმავლობაში უტარდებოდათ აქტიური აღდგენითი მკურნალობა.

აღსანიშნავია, რომ ორივე ჯგუფში დადგენილი იყო დაახლოებით ერთნაირი რისკ-ფაქტორების მოქმედება, რომელთა შორის წამყვანი ადგილი ეჭირა ფსიქოემოციურ დაძაბულობას, ნიკოტინის მოქმედებას, ჰიპერგლიკემიას, სიმსუქნეს, ჰიპერქოლესტერინემიას, არტერიულ ჰიპერტონიას და ფიზიკური აქტივობის თვალსაჩინო შემცირებას — ჰიპოკინეზიას.

აღმოჩნდა, რომ დაკვირვების ქვეშ მყოფი ძირითად და საკონტროლო ჯგუფში შემავალი ავადმყოფები ერთნაირი პროცენტული მონაცემებით განაწილდნენ მიოკარდიუმის ინფარქტის სიღრმის მიხედვით შედგენილ ჯგუფებში, რამაც მოგვცა საშუალება გვეწარმოებინა ამ ორი ჯგუფის ავადმყოფების მონაცემების ერთმანეთთან უფრო ობიექტურად შედარება (ცხრილი 1).

ცხრილი 1

ძირითადი და საკონტროლო ჯგუფის ავადმყოფების პროცენტული განაწილება მიოკარდიუმის ინფარქტის სიღრმის მიხედვით

მიოკარდიუმის დაზიანების სიღრმე	ძირითადი საკონტროლო	
წვრილკეროვანი	30	25
მსხვილკეროვანი	55	58
ტრანსმურული	16	17



შეზღვევის მქონე პაციენტების რეკონსტიტუციური დიეტის დანერგვა (600 კკ.მ/წთ.)  
აღდგენითი შევსების პროცესში ძირითადი და სეკონდარული ქვედა ავადმყოფობები

ჯგუფები	გულსისხლძარღვოვანი სისტემა		სისტოლური არტერიული წნევა მმ.ვწყ.სვ.		დიასტოლური არტ. წნევა, მმ. ვწყ. სვ.		დარტ. შიში ინდექსი მლ/მ		სისტოლური ინდექსი ლ(წთ)მ²		პერტ. წინააღმდეგ. დან. სმ-ბ	
	მოსვენ. მდგომარეობა	დატვირთვა	მოსვენ. მდგომარეობა	დატვირთვა	მოსვენ. მდგომარეობა	დატვირთვა	მოსვენ. მდგომარეობა	დატვირთვა	მოსვენ. მდგომარეობა	დატვირთვა	მოსვენ. მდგომარეობა	დატვირთვა
მძიმე დაავადება	79,3±	130±	130±	180±	80±	90±	45,5±	51,1±	3,4±	6,6±	1260±	972±
	11,7 P<	7,97 P<	17,5 P<	21,6 P<	6,5 P<	7,7 P<	15,1 P<	20,1 P<	6,1 P<	7,1 P<	90,0 P<	102,0 P<
დატვირთვა	70,4±	110±	125±	155±	83±	85±	44,6±	66,5±	3,2±	10,2±	1000±	800±
	9,5 0,01	7,1 0,01	13,4 0,5	19,1 0,01	5,5 0,5	9,1 0,5	21,0 0,5	18,5 0,05	0,9 0,5	0,8 0,05	618,0 0,05	90,1 0,05
საშუალო დაავადება	79,7±	150±	135±	175±	90±	88±	42,6±	55,3±	3,1±	6,7±	1909±	1160±
	3,1 P<	11,1 P<	11,1 P<	19,1 P<	11,1 P<	9,9 P<	8,6 P<	8,3 P<	0,5 P<	0,8 P<	200,0 P<	179,3 P<
დატვირთვა	73±	135±	130±	160±	89±	90±	40,5±	55,2±	3,5±	7,7±	2000±	1099±
	4,5 0,5	13,2 0,5	9,5 0,5	16,5 0,05	12,5 0,5	11,6 0,5	9,1 0,5	9,1 0,5	1,2 0,5	0,5 0,5	109,0 0,5	103,0 0,5

ს. ჯანდაცვის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, ა. სვანიტაძე

ძირითადი და საკონტროლო ჯგუფის ავადმყოფებს უტარდებოდათ ერთ-ნაირი ხასიათის კომპლექსური აღდგენითი თერაპია, სადაც წამყვანი როლი ენიჭება ფიზიკური რეაბილიტაციის ისეთი ღონისძიებას როგორცაა სამკურნალო ფიზკულტურა (სამკურნალო ტანვარჯიშის პროცედურები სპორტის) თამაშობითი სახეობების ელემენტების გამოყენებით, ვარჯიში ველოტრენაჟორებზე, მასაჟი და სხვ.).

კლინიკური გამოკვლევების გარდა ყველა ავადმყოფს დინამიკაში, ე. ი. მკურნალობის დაწყების წინ და მისი დამთავრების შემდეგ უტარდებოდა გულ-სისხლძარღვთა სისტემის ფუნქციური გამოკვლევები ელექტროკარდიოგრაფიული და გულმკერდის ტეტრაპოლარული რეგრაფიით, კომპლექსში ველოერგომეტრიასთან ერთად.

მიღებული შედეგებით დადგენილ იქნა, რომ მოსვენებისა და დაძაბვის სტენოკარდია შედარებით უფრო ნაკლებად იყო გამოხატული ძირითად ჯგუფში საკონტროლო ჯგუფის ავადმყოფებთან შედარებით. ერთი თვის ბოლოს ძირითად ჯგუფში სტაბილური სტენოკარდია აღენიშნებოდა ავადმყოფების 6%-ს, ხოლო საკონტროლოში — 10%. დაძაბვის სტენოკარდია შესაბამისად იყო 4 და 12%.

მკურნალობამდე ელექტროკარდიოგრაფიული ცვლილებებიდან აღსანიშნავი იყო პარკუტოვანი კომპლექსის საბოლოო ნაწილის ცვლილება, რაც გამოიხატებოდა ST სეგმენტის ცდომაში იზოელექტრული ხაზიდან ქვემოთ ან ზემოთ. ძირითად ჯგუფში ეს ცდომა ასე გამოვლინდა: ქვემოთ 14 და ზემოთ 8%, ხოლო საკონტროლო ჯგუფში — 17 და 18%.

სტაციონარში აღდგენითი მკურნალობის დამთავრების ბოლოს ძირითადი ჯგუფის ავადმყოფებს 60% შემთხვევაში აღენიშნებოდათ სუბიექტური მდგომარეობის მკვეთრი გაუმჯობესება, ელექტროკარდიოგრამაზე კი ისეთი დინამიკა, როგორცაა ST სეგმენტის მიახლოება იზოელექტრულ ხაზთან. აღნიშნული ცვლილებები საკონტროლო ჯგუფის ავადმყოფებს მხოლოდ 40% შემთხვევაში ჰქონდათ გამოხატული.

ცენტრალური ჰემოდინამიკის შესწავლის შედეგად გამოვლინდა, რომ 6 წუთის განმავლობაში ველოერგომეტრზე სტანდარტული ფიზიკური დატვირთვის (600 კგმ/წუთ სიმძლავრით) შემდეგ სტაციონარში ჩატარებული აღდგენითი მკურნალობის ბოლოს ძირითადი ჯგუფის ავადმყოფები საკონტროლო ჯგუფის ავადმყოფებისაგან გარკვეულად განსხვავებულ რეაქციას ავლენენ გულსისხლძარღვთა სისტემის ფუნქციური მაჩვენებლების მხრივ (ცხრილი № 2).

აღნიშნული ცხრილიდან ნათლად ჩანს, რომ ძირითადი ჯგუფის ავადმყოფები, საკონტროლო ჯგუფის ავადმყოფებთან შედარებით კუნთური მუშაობის მიმართ ავლენენ გულსისხლძარღვთა სისტემის შედარებით უკეთესი ადაპტაციის უნარს.

ჩვენი დაკვირვებები გვაძლევენ საშუალებას გამოვთქვათ აზრი იმის შესახებ, რომ ყოფილ სპორტსმენებს, რომლებმაც გადაიტანეს მიოკარდიუმის მწვავე ინფარქტი, იმავე ასაკისა და პროფესიის საერთოდ არატრენირებული ავადმყოფებისაგან განსხვავებით აღენიშნებათ შედარებით უკეთესად გამოხატული როგორც ქრონოტროპიული და პრესორული რეაქცია, ისე მაღალი ტოლერანტობის უნარი ფიზიკური დატვირთვის მიმართ, რაც მათი გულსისხლძარღვთა სისტემის უკეთესი სარეზერვო ძალების არსებობაზე მიუთითებს.

ინფარქტგადატანილ ყოფილ სპორტსმენთა მიოკარდიუმის შედარებით უკეთესი ფუნქციური მდგომარეობა მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული

აღნიშნული კონტიგენტის ავადმყოფთა რეაბილიტაციის დროს, რაც უნდა გამოიხატოს მათი ჯერ კიდევ სტაციონარში შედარებით უფრო ინტენსიურ და სწრაფ ფიზიკურ გააქტიურებაში.

მ. წინამძღვრის სახელობის კლინიკური და  
 ექსპერიმენტული კარდიოლოგიის სამეცნიერო-  
 კვლევითი ინსტიტუტი

(შემოვიდა 24.3.1989)

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

В. Б. ЛИТАНИШВИЛИ, М. С. ДЖУГЕЛИ, Р. А. СВАНИШВИЛИ,  
 Д. А. ХВИТАРИЯ, Н. К. НИЖАРАДЗЕ, О. М. БРЕГАДЗЕ, З. Т. ПАГАВА,  
 М. Г. НИКОЛАИШВИЛИ, Л. В. ЧАГИАШВИЛИ

### РЕАБИЛИТАЦИЯ БЫВШИХ СПОРТСМЕНОВ, ПЕРЕНЕСШИХ ОСТРЫЙ ИНФАРКТ МИОКАРДА

#### Резюме

Наблюдения велись в отделении реабилитации НИИ кардиологии МЗ ГССР над 100 больными (мужчины) в возрасте 30—60 лет, среди которых были 50 бывших спортсменов высокой спортивной квалификации (мастера спорта, кандидаты в мастера спорта и перворазрядники) и 50 человек, ранее не занимавшихся спортом.

На основании полученных результатов было установлено, что у бывших спортсменов, перенесших острый инфаркт миокарда, в отличие от таких же больных, ранее не занимавшихся спортом, наблюдается сравнительно высокий уровень резерва сердца, позволяющий более эффективно проводить восстановительное лечение и в значительной степени расширить их двигательный режим в условиях стационара.

#### EXPERIMENTAL MEDICINE

V. B. LITANISHVILI, M. S. JUGELI, R. A. SVANISHVILI, D. A. KHVITARIA,  
 N. K. NIZHARADZE, O. M. BREGADZE, Z. T. PAGAVA, M. G. NIKOLAISHVILI,  
 L. V. CHAGIASHVILI

### REHABILITATION OF EXSPORTSMEN AFTER ACUTE MYOCARDIAL INFARCTION

#### Summary

The study was performed on 100 patients (men) of 30—60 years of age, who have undergone treatment at the rehabilitation department of the Institute of Cardiology of Georgian SSR.

Among them there were 50 exsportsmen with high sports qualification, and 50 patients who have never gone in for sports. All the patients were intellectuals.

The results have shown that after acute myocardial infarction exsportsmen have a higher level of cardiac reserve as compared to non-sportsmen, which allows to carry out a more effective rehabilitative treatment.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Н. Д. ОКРИБЕЛАШВИЛИ, Л. М. МСХИЛАДЗЕ

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПЛАЗМЫ КРОВИ БОЛЬНЫХ  
 ШИЗОФРЕНИЕЙ

(Представлено академиком А. Д. Зурабашвили 22.4.1989)

Целью работы явилось изучение особенностей плазмы крови больных шизофренией. Исследовано 20 случаев ювенильной формы параноидной шизофрении и 10 — контрольных — практически здоровые лица (доноры). Для получения плазмы кровь центрифугировалась при 1500 g, часть плазмы предварительно фильтровалась через миллиметровые фильтры (диаметр поры — 0,22 мкм). Затем к обеим частям плазмы добавлялась питательная среда, лейкоциты донорской крови, для определения фагоцитоза — взвесь микробов (стафилококки). Культура ставилась в термостат при 37° на 24 часа. Препараты окрашивались по Андрусу и изучались в световом фотомикроскопе III фирмы «Оптон» (ФРГ).

Изучение материала показало, что уже через 30 мин после начала эксперимента выявляются изменения со стороны красных и белых форменных элементов. В эритроцитах наблюдается неоднородная их контурность, изменена форма, край эритроцитов извит, отмечаются единичные протуберанцы на поверхности клеток, складчатость, «частицы неизвестной природы». Эритроциты часто адгезируют с нейтрофилами. Число набухших эритроцитов растет с днями эксплантации культуры. Возрастает количество лизированных эритроцитов. В нейтрофилах набухают как ядро, так и цитоплазма. В цитоплазме нейтрофилов выявляется большое число специфических гранул, вакуолей и фагоцитированных эритроцитов. С ростом времени эксплантации увеличивается число разрушенных нейтрофилов. В единичных нейтрофилах ядра сморщенные, округлые, недисцированные, сегменты перемычек не имеют, окрашены интенсивно, гомогенно. В подобных клетках несколько ядрышек. Большой перинуклеарный ореол. В цитоплазме отмечаются специфические гранулы. Эти клетки выявляются лишь преимущественно спустя 3 часа после эксплантации культуры, число их растет с временем культивирования. Отмечается клазматоз ядер. Описанные выше нейтрофилы имеют округлую форму. Можно предположить, что эти клетки претерпевают агонию [1]. Здесь происходят летальные хромосомные нарушения, ведущие в конечном счете к гибели клетки. С другой стороны, основная масса ядер нейтрофилов, как уже отмечено, набухает, становится мелкодисперстной, что, по данным Э. де Робертиса [2], связано с поступлением в них цитоплазматических белков. В свою очередь, это явление указывает на усиление активации клеток, возрастание в них процессов окисления; в частности, усиливаются перекисный обмен, выработка анионаксигенорода. Названная активация играет важную роль в реакции фагоцитоза нейтрофилами.

Как показали наблюдения, фагоцитарный индекс в нейтрофилах в случаях с отфильтрованной плазмой значительно выше (в 4 раза), чем на материале, взятом без фильтрации. Нейтрофилы фагоцитируют микробы неоднородно. Часть клеток фагоцитирует кокки, часть же — эритроциты. Небольшая часть нейтрофилов фагоцитирует как микро-

ბი, так и эритроциты. Во всех случаях, особенно в клетках, в которых фагоцитоз представлен интенсивно, ядра нейтрофилов сильно дислоцированы, край их извит.

Фагоцитоз отмечается также и со стороны макрофагов. Однако последние интенсивно поглощают лишь эритроциты доноров и набухшие светлые тромбоциты, но не микробы.

В отдельных случаях выявлен фагоцитоз со стороны лимфоцитов. Они также фагоцитируют эритроциты, но не кокки, край клеток изрезан.

В нейтрофилах с набухшими ядрами край клеток извит, местами разорван, окраска ядер бледная. В процентном отношении фагоцитоз нейтрофилами кокков составляет 80, а эритроцитов — 20. На материале с отфильтрованной плазмой соотношение это изменяется и составляет 65:35. При этом возрастает количество разрушенных нейтрофилов. Процент лимфоцитов поглощающих эритроциты составляет 0,5—1%. Небезынтересно отметить, что на поверхности эритроцитов, подвергающихся фагоцитозу, выявляется большое число складок.

Изучение лимфоцитов показало, что они преимущественно широкоплазменные и имеют большие светлые ядрышки. До начала лечения в лимфоцитах наблюдается преимущественно несколько ядрышковых организаторов в клетке. Они темные, мелкие, окружены часто плотным хроматином. После лечения выявляются в основном по одному ядрышку в клетках. Здесь ядрышки крупные, с хорошо очерченным контуром. Гетерохроматин около подобных ядрышек почти не отмечается. Изменение числа ядрышек, очевидно, происходит за счет их слияния, а значит, за счет сдвигов в хромосомном балансе клеток. Гипертрофия ядрышек, т. е. увеличение их в объеме, связана с повышением синтеза РНК и возможным нарушением передачи информации из ядра в цитоплазму. Ядрышки при нарушении (снижении) синтеза РНК становятся компактными, происходит явление их агрегации. Это связано, как отмечено выше, с синтезом РНК, а также с изменением обмена ДНК. Существует прямая связь между организаторами ядрышек и числом цитронов ДНК.

Небезынтересно отметить, что изменение количества ядрышек связано с дифференцировкой клеток, которая является следствием ядерной дифференцировки и опосредована постепенной потерей своего генома. В свою очередь, дифференцированное влияние генов обусловлено взаимным воздействием друг на друга ядер и цитоплазмы. Отсюда положение Вейсмана, что внешняя фенотипическая дифференцировка обусловлена внутренней — генотипической дифференцировкой ядер, находит свое новое подтверждение [3].

НИИ психиатрии  
им. М. М. Асатиани  
МЗ ГССР

(Поступило 27.4.1989)

ქვეყნიერების მედიცინის

ბ. ოკრიბელაშვილი, ლ. მსხილაძე

შეიქმედებულია დაავადებულის სისხლის კლასების შემადგენელი  
თავისებურება

რეზიუმე

შესწავლილია პარანოიდული შეიქმენის იუვენული ფორმით 20 დაავადებულის და 10 პრაქტიკულად ჯანმრთელის სისხლის პლასმის მოქმედების თავისებურებანი ნეიტროფილების ფაგოციტურ აქტივობაზე. აღწერილია

ნეიტროფილებისა და ლეიკოციტების მორფოლოგიური ცვლილებები *in vitro*. პათოლოგიურ მასალაზე აღმოჩენილია ერითროციტების ფაგოციტოზი ნეიტროფილებისა და ლიმფოციტების მიერ.

EXPERIMENTAL MEDICINE

N. D. OKRIBELASHVILI, L. M. MSKHILADZE

SOME PECULIARITIES OF BLOOD PLASMA IN PATIENTS  
SUFFERING FROM SCHIZOPHRENIA

Summary

Observations have shown that the index of phagocytosis in neutrophiles, in case of filtered plasma, is considerably higher (four times) than that of the material taken without filtration. Neutrophiles phagocytosed microbes heterogeneously. Thus, one part of the cells phagocytosed cocci, whereas another part phagocytosed erythrocytes.

A small part of neutrophiles phagocytosed both microbes and erythrocytes. In all the cases, particularly, in the cells where phagocytosis was intensive the nuclei of neutrophiles were greatly dislocated, their edges were winding.

Phagocytosis was observed in macrophagocytes as well, but the latter absorbed rather intensively only donor erythrocytes and swallowed light thrombocytes, and not microbes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. П. Авцын, В. А. Шахламов. Ультраструктурные основы патологии клетки. М., 1979.
2. Э. де Робертис, В. Новицкий, Р. Саэс. Биология клетки. М., 1973.
3. Т. Стент, П. Калиндар. Молекулярная генетика. М., 1981.



ა. გელაშვილი, ო. შაყულაშვილი, ზ. ბაღელური, ვ. გივიაშვილი

თბილისის სამედიცინო პერსონალის პროფესიული დასახივების  
 საშუალო და კოლექტიური დოზის შეფასება

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა თ. დეკანოზიძემ 20.4.1989)

მაიონიზებული გამოსხივების მცირე დოზების ორგანიზმზე ზეგავლენის საკითხი რადიობიოლოგიის მეტად აქტუალური და ჯერ კიდევ ნაკლებად შესწავლილი პრობლემაა. განსაკუთრებულ ინტერესს წარმოადგენს მცირე დოზების პროფესიული შემოქმედება მოგვიანებითი სტოქასტური, კერძოდ, კანცეროგენული და გენეტიკური ეფექტების განვითარების თვალსაზრისით. ამდენად მეტად დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ისეთი პარამეტრების შეფასებას, როგორცაა პერსონალის დასახივების საშუალო და კოლექტიური დოზა, რომლებიც პროფესიული დასახივებით გამოწვეული შესაძლო მავნე ბიოლოგიური ეფექტების ჰიგიენური შეფასების საშუალებას იძლევა. არსებულ ლიტერატურულ წყაროებში ძირითადად ეს დოზებია გაანგარიშებული [1,2]. რაც შეეხება მათი მოქმედებით გამოწვეული მოსალოდნელი სტოქასტური ეფექტების თეორიულ შეფასებას, იგი ნაკლებად გვხვდება [3].

შესაძლებელი რადიოლოგიური ეფექტების — დამატებითი სასიცვდილო ავთვისებიანი სიმსივნეების და დამატებითი გენეტიკური ეფექტების — თეორიული პროგნოზირების მიზნით ჩვენ გავიანგარიშეთ მაიონიზებული გამოსხივების წყაროებთან პროფესიულ კონტაქტში მყოფი თბილისის სამედიცინო პერსონალის საშუალო წლიური და კოლექტიური დოზა 1986 წლის ინდივიდუალური დოზიმეტრიული მონაცემების საფუძველზე. ინდივიდუალური დოზიმეტრია ტარდებოდა ფოტომეტრი ИФКV-I საშუალებით, რომლის ცდომილებაა განაზომი სიდიდის 20%.

დასახივების საშუალო დოზა  $\langle D \rangle$  და კოლექტიური დოზა S გამოვთვალეთ ფორმულით

$$\langle D \rangle = \int_0^{\infty} DW(D) dD, \quad S = N \langle D \rangle, \quad (1)$$

სადაც N გამოსაკვლევ ობიექტთა საერთო რიცხვია, W(D) — დოზის ალბათობის განაწილების სიმკვრივეა.

შესწავლილი სამედიცინო პერსონალი — 372 პირი — პროფესიული სპეციალტის გათვალისწინებით დაყავით სამ ჯგუფად: I — ექიმი რენტგენოლოგები და რადიოლოგები — 148 პირი, II — რენტგენოლოგიური და რადიოლოგიური კაბინეტის ლაბორანტები — 165 პირი, III — სანიტრები — 59 პირი.

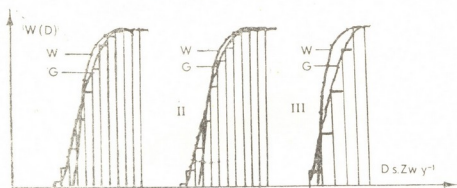
$\langle D \rangle$  და S სიდიდეების შეფასება მოითხოვს განაწილების სიმკვრივის ფუნქციის დადგენას. ვითვალისწინებდით რა ლიტერატურაში არსებულ მონაცემებს [3], სადაც ავტორების აზრით წლიური დოზების განაწილება ექვემდებარება ვეიბულის განაწილების კანონს, შევეცადეთ მონაცემების აპრო-

ქსიმაცია ჩაგვეტარებინა ვეიბულის ინტეგრალური განაწილების ფუნქციით, რომელსაც აქვს სახე

$$F(D) = 1 - \exp(-D \cdot \sigma)^c, \quad (2)$$

სადაც  $\sigma$  საშუალო კვადრატული გადახრაა,  $C$  — რიცხვითი პარამეტრი.

აღსანიშნავია, რომ მცირე დოზების შემთხვევაში არ იყო მიღებული ისეთი კარგი თანხვედრა, როგორც ზემოხსენებულ [3] ნაშრომშია წარმოდგენილი. ამ ფაქტმა გვაფიქრებინა შეგვეცვალა ვეიბულის განაწილების კანონი ინტეგრალური გაუსის განაწილების კანონით.



სურ. 1. წლიური დოზის პისტოგრამები და მათი აპროქსიმაცია  $W$ —ვეიბულის,  $G$ —გაუსის განაწილების ფუნქციებით

სურ. 1-დან ჩანს, რომ გაუსის განაწილების კანონი უკეთეს თანხვედრაშია დოზების სრულ ინტერვალში წლიური დოზის პისტოგრამასთან. ამდენად ჩვენ უპირატესობას ვანიჭებთ მონაცემების გაუსის განაწილებით აპროქსიმაციას.  $\langle D \rangle$ -ს კი ვფასებთ ორივე განაწილების მიხედვით:

$$\langle D \rangle_W = \sigma \cdot c \int_0^{\infty} X^c \exp(-X^c) dX = \sigma \cdot \Gamma\left(\frac{c+1}{c}\right),$$

$$\langle D \rangle_G = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_0^{\infty} D \exp\left[-\frac{(D-\bar{D})^2}{2\sigma^2}\right] dD = \frac{\sqrt{2\sigma - \pi\bar{D}}}{2\pi}, \quad (3)$$

სადაც  $\langle D \rangle_W$  საშუალო დოზაა ვეიბულის მიხედვით,  $\langle D \rangle_G$  — გაუსის მიხედვით.

I ცხრილში საშუალო და კოლექტიური დოზა სამივე ჯგუფის შემთხვევაში შეფასებულია როგორც ვეიბულის, ისე გაუსის განაწილების ფუნქციით. ვინაიდან ჩვენ უპირატესობას ვანიჭებთ მონაცემების გაუსით აპროქსიმაციას, ამიტომ შემდგომში ვიმსჯელებთ ძირითადად ამ მონაცემების საფუძველზე.

მიღებული შედეგები გვიჩვენებს, რომ თბილისის სამედიცინო პერსონალის დასხივების სრული კოლექტიური დოზაა 467,5 ადამიანი სზვ. წ.<sup>-1</sup> (ადამიანი სანტიზივერტი წელიწადში). ძირითადად ეს დოზა ფორმირდება ლაზორანტების II ჯგუფით ( $220 \pm 0,8$ ) ადამიანი სზვ. წ.<sup>-1</sup> საშუალო წლიური დოზები სხვადასხვა პროფესიულ ჯგუფში მერყეობს ( $1,01 \pm 0,34$ -დან  $1,34 \pm 0,46$ -მდე) სზვ. წ.<sup>-1</sup> ფარგლებში, რაც თითქმის 2--2-კერ მეტია შესაძლებელი სტოქასტური ეფექტების მინიმალურ დონემდე დაყვანის უზრუნველსაყოფ რეკომენდებულ სიდიდეზე — 0,5 სზვ. წ.<sup>-1</sup> [4].



ცხრილი 1

პროფესიული ჯგუფები		I ჯგუფი	II ჯგუფი	III ჯგუფი
ვეტიკული	$\langle D \rangle_W$ სზვ. წ. <sup>-1</sup>	$1,61 \pm 0,44$	$1,66 \pm 0,46$	$1,32 \pm 0,34$
	$S_W$ ადამიანი სზვ. წ. <sup>-1</sup>	$242,7 \pm 0,8$	$274,6 \pm 0,8$	$77,9 \pm 0,6$
გაუსისი	$\langle D \rangle_G$ სზვ. წ. <sup>-1</sup>	$1,27 \pm 0,44$	$1,34 \pm 0,46$	$1,01 \pm 0,34$
	$S_G$ ადამიანი სზვ. წ. <sup>-1</sup>	$187,2 \pm 0,8$	$220,8 \pm 0,3$	$59,5 \pm 0,6$
სრული კოლექტური დოზა		$(S_W=595,2; S_G=467,5)$ ადამიანი სზვ. წ. <sup>-1</sup> .		

ბიოლოგიური ეფექტების დასახეების დოზაზე წრფივი დამოკიდებულების კონცეფცია საშუალებას იძლევა რადიოლოგიური დაცვის საერთაშორისო კომისიის მიერ მოწოდებული რისკის პარამეტრების საფუძველზე [4] განვსაზღვრეთ ჩვენი კონტიგენტის მიმართ ბიოლოგიური სტოქასტური (ალბათური) ეფექტების დამახასიათებელი პარამეტრები ისეთი, როგორცაა: საშუალო ინდივიდუალური სიკვდილის ალბათობა დოზის ერთეულთან შედარებით  $R_C$ , შთამომავლობაში დამატებითი გენეტიკური დეფექტების განვითარების საშუალო ინდივიდუალური ალბათობა  $R_G$ , სრული რისკის პარამეტრი  $R$ , შესაძლო დაღუბულ და გენეტიკური დეფექტების მატარებელი პირთა რიცხვი  $N$ . ამ პარამეტრების გამოთვლისას იგულისხმება, რომ დასახეებას განიცდის ადამიანის მთელი სხეული თანაბრად.

$R_C$ ,  $R_G$ ,  $R$  და  $N$  პარამეტრების შესაფასებლად ვიყენებთ ფორმულებს:

$$R_C = "P_C"(D), R_G = "P_G"(D), R = "P"(D), N = "H"S. \quad (4)$$

ვითქვამთ, რომ  $"P_C" = 1,25 \times 10^{-2}$  სზვ.<sup>-1</sup>;  $"P_G" = 0,4 \times 10^{-2}$  სზვ.<sup>-1</sup>;  $"P" = 1,65 \times 10^{-2}$  სზვ.<sup>-1</sup> და  $"H" = 165 \times 10^4$  ადამიანი სზვ.<sup>-1</sup>, მცირე სტატისტიკის გამო (4) ფორმულით მოცემული პარამეტრები შევაფასეთ სამედიცინო პერსონალის სრული შერჩევითი ერთობლიობისათვის. მიღებული შედეგება მოყვანილია მეორე ცხრილში.

ცხრილი 2

$R_C$	$R_G$	$R$	$N$
$(1,5-1,9) \cdot 10^{-4}$	$(0,5-0,6) \cdot 10^{-4}$	$(2-2,54) \cdot 10^{-4}$	0,08-0,1

ცხრილში მოცემული ინტერვალების მინიმუმი შეესაბამება გაუსის განაწილებით მიღებულ შედეგებს, ხოლო მაქსიმუმი — ვეიბულის განაწილებით.  $N$  რიცხვის დაახლოებით მეოთხედს შეადგენს გენეტიკური დეფექტები.

მიღებული მონაცემები გვიჩვენებს, რომ სტოქასტური რადიოლოგიური შედეგების განვითარების რიცხვი ჩვენს კონტიგენტში ძალზე უმნიშვნელოა და რაიმე არსებით მატებას ავთვისებიანი სიმსივნეებისა და გენეტიკური დეფექტების სახით 1986 წლის მონაცემებით არ უნდა ველოდეთ. მით უფრო თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ ძალზე მცირე დოზების მოქმედების პი-



რობებში დამოკიდებულება „დოზა — ეფექტი“, შესაძლებელია ზებულოს არა წრფივ, არამედ წრფივ-კვადრატულ ხასიათს, რის გამოც რადიოლოგიური სტოქასტური შედეგების ალბათობა კიდევ უფრო მცირდება დაახლოებით 4-ჯერ.

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო ინსტიტუტი  
საქ. სსრ ჯანმრთელობის დაცვის სამინისტროს  
ონკოლოგიური სამეცნიერო ცენტრი

(შემოვიდა 21.4.1988)

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

К. Д. ГЕЛАШВИЛИ, О. А. ШАКУЛАШВИЛИ, Г. А. БЕГЕЛУРИ,  
В. А. ГИВИАШВИЛИ

### ОЦЕНКА СРЕДНЕЙ И КОЛЛЕКТИВНОЙ ДОЗЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБЛУЧЕНИЯ МЕДИЦИНСКОГО ПЕРСОНАЛА ТБИЛИСИ

#### Резюме

Дана оценка средних и коллективных доз персонала г. Тбилиси, подвергающегося профессиональному облучению. Рассчитаны параметры риска смерти от дополнительных злокачественных новообразований, генетических дефектов и число случаев отдаленных возможных стохастических эффектов у исследуемой профессиональной группы. Полученные результаты указывают, что нет реальной опасности увеличения количества стохастических эффектов.

#### EXPERIMENTAL MEDICINE

K. D. GELASHVILI, O. A. SHAKULASHVILI, G. A. BEGELURI,  
V. A. GIVIASHVILI

### EVALUATION OF THE AVERAGE AND COLLECTIVE DOSES OF PROFESSIONAL IRRADIATION IN THE MEDICAL PERSONNEL OF TBILISI

#### Summary

Average and collective doses of irradiation of medical personnel exposed to professional irradiation have been evaluated. Parameters of mortal risk produced by additional malignant tumors, genetic defects have been calculated as well as the number of remote possible stochastic effects in the professional group under study. The results obtained show no real danger of an increase in the number of stochastic effects.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. А. Неширо, Г. Ю. Балодэ и др. Медицинская радиология, № 12, 1981, 47—52.
2. К. К. Пеплаевский. Гигиена и санитария, № 8, 1982, 74—75.
3. И. Н. Реснянова, В. А. Голиков и др. Медицинская радиология, № 11, 1984, 62—66.
4. Сб. «Радиационная защита МКРЗ», публикация № 26, М., 1978.

Р. В. РАТИАНИ

## ДВУСТВОРЧАТЫЕ ТИТОНА ДОЛИНЫ РЕКИ АРАГВИ

(Представлено академиком Л. К. Габуния 20.3.1989)

Из верхнеюрских отложений окрестностей сел. Жинвали собрана группа двустворчатых моллюсков. Вдоль новой трассы Военно-Грузинской дороги, против плотины ЖинвалГЭСа, среди отложений эоцена обнажаются крупные глыбы титонских известняков, в которых на отдельных участках изредка встречаются неопределимые до вида остатки аммонитов и двустворчатые. Нами из большого обнаружения известняков, расположенного над дорогой, непосредственно против плотины, определены: *Lima tithonia* Gemm., *Limatula* aff. *gerassimovi* Pcel., *Pseudolimea duplicata* (Sow.), *Ctenostreon jinvalensis* Rat., *Chlamys viminea* (Sow.), *Chl. strambergensis* (Rem.), *Chl. jinvalensis* n. sp., *Entolium cingulatum* (Goldf.), *E. demissum* (Phill.).

Здесь имеются виды, имеющие широкие пределы вертикального распространения от келловея до титона. Таковыми являются: *E. demissum* (Phill.), *E. cingulatum* (Goldf.), *Chl. viminea* (Sow.), *Chl. strambergensis* (Rem.), *Chl. splendens* (Dollf.), *Ps. duplicata* (Sow.).

На принадлежность основной части жинвальских известняков к титонскому ярусу указывают такие характерные титонские формы, как *L. tithonia* Gemm. и *L. gerassimovi* Pcel. и описанный нами ранее вид *Cten. jinvalensis* Rat [1]. Отсутствие его в ниже- и вышележащих слоях дает возможность предположить, что и он может служить характерной титонской формой.

То же можно сказать и о новом виде *Chlamys jinvalensis*. Отсутствие морфологических схожих форм как в ниже-, так и в вышележащих отложениях позволяет полагать, что он также ограничен в своем распространении титонским ярусом.

Ввиду того что число руководящих видов двустворчатых титона Грузии весьма ограничено, выделение этого вида представляет интерес не только с точки зрения систематики, но и для целей стратиграфии. Поводом для выделения *Chl. jinvalensis* послужила совершенно необычная и очень своеобразная скульптура, ясно выделяющая его от остальных представителей рода. Строение рода настолько характерно, что трудно найти общее с близкородственными видами. Ра-  
30. „მეცნიერება“, ტ. 136, № 2, 1989

ковина этого вида округло-конусовидная, с тупым макушечным углом, составляющим не более  $110^\circ$ . Боковые края прямолинейно падают вниз к округлому, слегка оттянутому в сторону заднего края основанию. Длина раковины составляет 25,5 мм, высота — 29,1 В/Д — 1,1. Макушки почти срединные, маловыдающиеся. Очень хорошо сохранились ушки. Скульптуру переднего ушка составляют продольные и поперечные линии (не ребра), которые в своем пересечении придают его поверхности сетчатый вид. Заднее ушко также прямоугольно, но скульптурировано оно несколько иначе. Поверхность здесь украшена радиально расходящимися от макушки слабо заметными ребрышками. Оригинальна скульптура створки, вернее строение и расположение радиальных ребер. Их количество колеблется в пределах 18—19. Радиальные ребра, примыкающие к переднему краю, простые (четыре ребра). Следующие непосредственно за ними пять ребер слабо раздваиваются, после чего следуют два тройных ребра с последующими тремя раздвоенными ребрами и несколькими простыми, примыкающими к заднему краю. Общее количество ребер вместе с ребрами второго и третьего порядков доходит до 30. Радиальная скульптура пересекается концентрической, наиболее рельефно выступающей в середине створки. У макушки концентрические линии нарастания почти незаметны. Пересечение радиальной и концентрической скульптуры бугорками не отмечено.

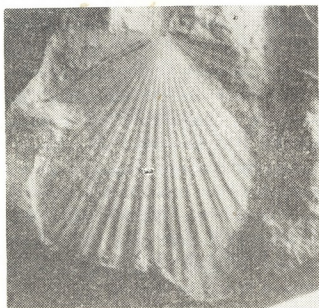


Рис. 1. *Chlamys jinvalensis*. Голотип, № 4879. Колл. Ин-та палеобиологии им. Л. Ш. Давиташвили АН ГССР. Сел. Жинвали, титон

Как уже отмечалось, похожих форм в имеющейся литературе не найдено. Все же наиболее близкими видами являются *Chl. splendens* (Dollf.) [2] и *Chl. lahusei* (Bor., Ivan.) [3], от которых *Chl. jinva-*

lensis отличается меньшим количеством радиальных ребер, наличием ребер третьего порядка и отсутствием чешуйчатости на ребрах.

Таким образом, наличие нового вида *Chl. jinvalensis* в сочетании с другими найденными видами дополняет наши представления о титонской фауне жинвальских известняков.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт палеобиологии  
 им. Л. Ш. Давиташвили

(Поступило 24.3.1989)

პალეობიოლოგია

რ. რატიანი

არაბვის ხეობის ტიტონური ორსაგდულნიანები

რეზიუმე

პირველად არის შესწავლილი ქინვალის მიდამოებში კირქვებიდან მოპოვებული ტიტონური ორსაგდულნიანები. დადგენილია ფაუნის სახეობრივი შემადგენლობა და ზოგადი ხასიათი.

PALAEOBIOLOGY

R. V. RATIANI

TITHONIAN LAMELLIBRANCHIA FROM THE VALLEY  
 OF R. ARAGVI

Summary

Tithonian Lamellibranchia from the limestones of the vicinity of the town Zhinvali were studied for the first time. The species of the fauna and its general character were established.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. В. Ратиани. Двустворчатые моллюски поздней юры Кавказа. Тбилиси, 1987.
2. G. Dollfus. La faune Kimmerigienne du Cam de la Heve. Paris, 1963.
3. А. А. Борнсяк, Е. В. Иванов. Труды Геол. Ком., 143, 1917, 1—58.



УДК 413.18

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

С. А. МОШИАШВИЛИ

## К ВОПРОСУ О ВОСПРИЯТИИ ФРАЗЕОЛОГИЗМОВ КАК ДВУПЛАНОВЫХ ЕДИНИЦ В ХУДОЖЕСТВЕННОМ ТЕКСТЕ

(Представлено академиком Ш. И. Дзидзигури 13.3.1989)

Одним из сравнительно новых и перспективных направлений во фразеологии является фразеологическая контекстология, основная проблема которой заключается в исследовании того, как реализуется значение фразеологической единицы (ФЕ) в условиях конкретного контекста.

Развертывание художественного текста осуществляется по двум основным линиям: экстенсивной, наиболее тесно связанной с предметно-логической основой текста, и интенсивной, служащей эмоциональному усилению изложения. В соответствии с двуплановостью структуры семантическое развертывание ФЕ в художественном тексте также идет по этим двум линиям. В рамках первой достаточно точно и однозначно выражается все, что может быть логически организовано и представлено в дискретном виде, в рамках второй отражается все то, что является результатом пространственно-образного, предметно-чувственного восприятия [1].

Наличие у ФЕ двух смысловых планов и внутренней формы, включающей эти планы и отношение между ними, предопределяет специфику их восприятия. Совмещение буквального и переносного значений репрезентирует такие свойства фразеологизма, как аналоговость-дискретность, абстрактность-конкретность, промежуточное положение между вербализованным понятием и образом, отражающим лежащую в его генезисе мотивирующую ситуацию [2]. Одновременная реализация в художественном тексте этих диалектически противоположных свойств позволяет говорить об организации фразеологической конфигурации [1] одновременно в двух измерениях — линейном и объемном. Если в первом осуществляется развертывание значения ФЕ по линии детерминации денотативного содержания, то во втором происходит воссоздание мотивирующей ситуации, репрезентированной внешними перцептивными стимулами в буквальном плане ФЕ. В основе конкретно-ситуационного общения при этом могут лежать не обязательно существенные, но обязательно перцептивно яркие, специфические для данной ситуации признаки.

Каждый текст развертывается во времени линейно. В последовательном процессе восприятия линейно расположенных единиц значительную роль играет предугадывание. Появление в тексте такой непредсказуемой в силу асимметрии формы и содержания единицы, как ФЕ, приводит к разрыву линейной цепи и требует устранения неоднозначности. Механизм определения одного из возможных прочтений и восстановления реципиентом однозначного контекста находит объяснение в теории установки Д. Н. Узнадзе [3]. Основопологающим моментом этой теории является внутренняя остановка на собственно отражательных актах сознания. За этой внутренней остановкой, названной объективацией, следует сознательный акт постановки реципиентом вопроса в отношении отраженного содержания «что это?» и осознание этого содержания. Задержка восприятия, стремление преодолеть разрыв вызывают активацию сознания, которая тес-

но связана с действием различных психических функций. Важное значение для психической активности имеет извлекаемый из памяти прошлый опыт, который не только организует динамичный фон для приема информации, но и активно вмешивается в этот процесс. Согласно современной концепции, память — это не склад, не хранилище прошлых впечатлений, а динамическая система, характеризующаяся рациональной организацией хранения материала и продуктивным применением его согласно актуальным потребностям.

При решении вопроса о том, как человек в прошлом опыте находит именно ту информацию, которая необходима ему в данный момент, что регулирует отражение, представляется интересной концепция Д. И. Рамишвили о системном характере отражения. Она утверждает необходимость наличия на каждом определенном уровне психики системы ориентиров для вступления в действие отдельного стимула. Если на низших ступенях развития поступление индивидуального опыта строго ограничено и происходит на основе специфических для данного вида систем отношений, то на человеческом уровне в роли ведущих систем ориентиров выступает язык, в котором постоянно и непрерывно фиксируется социальный опыт, далеко выходящий за пределы всякого индивидуального существования и тем самым освобожденный от прикованности к конкретной ситуации и актуально данным содержаниям сознания. Соответственно с этим системы, данные посредством языка и направляющие человеческое сознание, отражают самые общие, самые абстрактные отношения объективного мира. Предварительное отражение этих общих и разнообразных отношений может быть понято лишь как процесс, осуществляющийся с помощью и участием фиксирования отношений в языковой практике общества. Эти отношения дают возможность новому опыту, новым объектам вступать в плоскость психического отражения, т. е. отражение новых систем отношений в нашей психике осуществляется на почве и с помощью старых [4].

На основании вышесказанного можно полагать, что активность сознания в процессе восприятия содержания ФЕ при данности вербальной психики опирается на систему ориентиров текста, мобилизующих из памяти воспринимающего то, что может помочь ему в процессе декодирования.

Как показывает анализ дистрибуции ФЕ относительно других элементов речевой цепи, характер их отношений с элементами текста является многогранным и сложным. Одни из них вводят ФЕ в речь, другие снимают неоднозначность и детерминируют денотативное содержание ФЕ, третьи — заложенные в них коннотации.

Рассмотрим, какова структура системы ориентиров текста, позволяющая отражать в нашем сознании содержание ФЕ как знаков вторичной номинации.

Декодирование ФЕ тесно связано с представлением о контексте, который не может быть простой линейной соположенностью единиц в силу неэффективности такого информационного канала, а представляет систему, элементы которой значимы не только сами по себе, но и в своих отношениях с другими элементами, в том числе и с элементами внеязыковой действительности. При этом каждый элемент реализует свои содержательные потенции за счет связей с другими элементами речевой цепи. Важным при этом представляется определение специфики фразеологического контекста (ФК), фиксирующего денотативное содержание ФЕ и позволяющего отграничить ее от совпадающего по форме прототипа, и стилистического контекста, реализующего всевозможные ее коннотации.

Системный характер связей между ФЕ и элементами текста, а также факт прохождения центрального смыслового стержня высказывания по предикативной линии позволяют рассматривать в качестве

фразеологического контекста совокупность единиц и накладываемого на них значения связей. Последние могут быть разделены условно на два уровня: семантический — отношения синонимии, антонимии, гипонимии, сугипонимии и др. между ФЕ и находящейся с ней в отношении семантического сходства или различия лексической единицей (ЛЕ) и логико-смысловой — отношения между включающими их предикативными единицами.

Восприятие образной основы ФЕ при развертывании ее содержания по интензивной линии в рамках стилистического контекста тесно связано с предметно-чувственным типом мышления, для которого характерны не поддающееся жесткому структурированию многообразие, обеспечивающая симультанное установление множества связей многоканальность, оперирование комплексами. Но даже при такой специфической организации связей между элементами воспринимаемого материала никакой анализ не может обеспечить полной характеристики образа, так как даже наиболее дробное членение образа на составные части не в состоянии дать адекватного о нем представления. Здесь оперирует голографический принцип по переработке и воспроизведению информации, когда воссоздание образа, восстановление тех его элементов, которые остались «за кулисами», восстановление целостной пространственно-образной картины может осуществляться по одному ориентиру, по одной опорной точке. Последняя в данном случае воспринимается не как отдельный элемент ситуации, а репрезентирует общее впечатление воспринимаемого явления. Прошлый опыт рассматривается при этом не как бессознательная апперцептирующая масса, всплывающая навстречу идущим от объекта ощущениям, а как система отношений, которая является формой активной организации прошлых впечатлений. На основе актуальной установки прошлый опыт модифицируется, трансформируется, дает возможность «новому опыту», новым объектам проникать в нашу отражательную сферу. Если новое не находит опоры в старой системе отношений, то это новое проходит для человека незамеченным. Это и создает то состояние готовности, которое в теории Д. Н. Узнадзе обозначено как «предварительное решение задачи в установке субъекта».

Вводя в сознание читателя ориентиры, которые в определенных контекстуальных условиях способны воссоздать целостный образ, автор художественного произведения задает в тексте одновременно и динамический код синтеза целого по фрагменту, детали, которые в силу своей голографической природы несут информацию о целом.

Чем больше разрыв пространства сопряжения и обусловленности, чем сильнее выделяется ориентир нестандартностью, необычностью, чем дальше он от типизированных, социально закрепленных представлений, тем экспрессивнее воздействие фразеологизма на реципиента.

Установлена зависимость содержательной емкости образа от таких структурно-семантических параметров, как конкретный тип отношений между двумя смысловыми планами фразеологизма, тип семантического отношения между ФЕ и ФК, а точнее степень пересечения компонентов значения ФЕ и актуализирующей ее ЛЕ, дистрибуция (контактность, дистантность, позиция ФЕ по отношению к ФК).

Тбилисский государственный  
педагогический институт  
иностранных языков  
им. И. Чавчавадзе

(Поступило 17.3.1989)



## ს. მოშიაშვილი

მხატვრულ ტექსტში ფრაზეოლოგიზმების როგორც ორნიშნა  
 ერთეულების ალქმის საკითხისათვის

## რეზიუმე

განხილულია მხატვრულ ტექსტში ფრაზეოლოგიური ერთეულების ფუნქციონირების საკითხები. ასახვის თეორიის პოზიციიდან გამომდინარე შესწავლილია მათი როგორც ორნიშნა ერთეულების ალქმის სპეციფიკა. გამოვლენილია ორიენტირების სისტემა, რომელიც ტექსტში მათ დეკოდირებას ემსახურება.

LINGUISTICS

S. A. MOSHIASHVILI

ON PERCEIVING PHRASEOLOGICAL UNITS IN BELEES-LETTRES  
TEXT

## Summary

The paper deals with the functioning of phraseological units in belles-lettres text. On the basis of the reflection theory the specific character of their perception is studied. The system of reference points for decoding their semantic structure which is based on the simultaneous realization of two meanings—literal and transferred—is given.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. А. Мошняшвили. Сообщения АН ГССР, 105, № 3, 1982.
2. С. А. Мошняшвили. Сб. «Вопросы образования и развития фразеологических единиц». Иркутск, 1983.
3. Д. Н. Узнадзе. Экспериментальные основы психологии установки. Тбилиси, 1961.
4. Д. И. Рамишвили. Сб. «Психология речи и некоторые вопросы психолингвистики». Тбилиси, 1979.



УДК 800.935:62

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

Р. Г. ДОЛИДЗЕ

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ, ОБЪЯСНЕНИЕ И ОЦЕНКА КАК КОМПОЗИЦИОННО-РЕЧЕВЫЕ ФОРМЫ В НАУЧНЫХ СТАТЬЯХ (на материале английского языка)

(Представлено академиком Ш. В. Дзидзигури 16.3.1989)

В настоящее время лингвистика не располагает ни строгой теорией композиционно-речевых форм как единиц особого рода, ни адекватными описаниями типов этих форм в конкретных языках. Усилиями ученых, работающих в этой области, заложены лишь основы возможных вариантов этой теории, внесены первые и самые важные разграничения в ее понятия. Разработанность теории композиции не идет ни в какое сравнение с уровнем, достигнутым в изучении предложения, синтагмы, слова, морфемы, фонемы. Одна из причин такого положения, видимо, в том, что композиционно-речевые формы лишь недавно стали изучаться лингвистами.

Сам термин «композиционно-речевые формы» принимается не всеми исследователями. Некоторым лингвистам представляется более удачным термин «композиционно-речевая единица» [1]. Композиционно-речевые формы иногда именуется «минимальной единицей монологического высказывания» или «функционально-смысловыми типами речи» [2] и «речевыми единицами» [3].

Существуют также разногласия в количестве и типах композиционно-речевых форм. В художественной литературе О. А. Нечаева [2] выделяет четыре типа описания, три типа повествования и шесть типов рассуждения (шестой тип не представлен в научной литературе). В. В. Одинцов [3] выделяет следующие композиционно-речевые формы: 1) определение, 2) объяснение, 3) умозаключение, 4) рассуждение, 5) характеристика, 6) описание, 7) сообщение, 8) повествование.

В англо-американских исследованиях композиционно-речевые формы получают различные названия и метод их вычленения основывается на различных принципах у разных исследователей. Например, выделяются такие способы повествования: *modes of narrative, modes of discourse, как description, report, speech, comment или narration, exposition, argumentation, evaluation.*

С точки зрения строения научной мысли в научной литературе выделяют следующие основные композиционно-речевые формы: описание, повествование, рассуждение и сообщение, которые более или менее детально описаны. Естественно, что практически не существует вида научной литературы, где использовалась бы только какая-то одна композиционно-речевая форма, т. е. какой-то один способ изложения, он может меняться по композиционным частям научного изложения, по абзацам или сверхабзацам (термин Е. С. Троянской), более крупным синтаксическим единицам.

Анализ естественнонаучных статей на английском языке показал, что внешне строение научных статей и особенно их архитектурно-оформление лабильно, варьируется от текста к тексту. Вместе с тем, следует отметить, что во всех статьях прослеживается одинаковая внутренняя организованность, соотносённость с некой общей схемой, структурирующей статьи изнутри и связывающей их в единое целое.

Результаты исследования показали, что существует связь между типом содержания и способом его изложения, и дали повод для выделения таких композиционно-речевых форм, как «определение», «объяснение» и «оценка». Хотя эти композиционно-речевые формы исследовались ранее, тем не менее они недостаточно аргументированы и пока остаются как бы изолированными от уже общепринятых форм, описания, повествования, рассуждения, сообщения.

«Определение» имеет две формы своей языковой реализации — микродефиницию (определение, состоящее из одного предложения/высказывания) и макродефиницию (определение, состоящее из двух и более предложений/высказываний, одно из которых является микродефиницией).

Следует отметить, что макродефиниция сходна с микродефиницией в том отношении, что имеет в своей основе одну и ту же глубинную смысловую структуру, включающую такие семантические компоненты, как дефиниendum, а также перечисление дифференциальных признаков, отличающих дефиниendum от всех прочих понятий данного рода. Разница между упомянутыми единицами состоит в том, что макрокомпозиция может состоять из двух или более предложений/высказываний. Например, микродефиниция *Diamond, brilliant precious stone, the hardest substance known* соответствует макродефиниция, охватывающая два предложения и дающая более полную информацию о дефиниендуме: *Diamond, extremely hard transparent stone, a form of carbon; when cut, very brilliant in reflected light and is so valued for personal adornment. It is used in industry for cutting, grinding and polishing.*

Макродефиницию следует охарактеризовать как единицу композиции текста, обладающую высокой жесткостью смысловой структуры; неудаляемым ее компонентом является микродефиниция, удаление которой разрушает структуру единства. Макродефиницию можно свернуть в микродефиницию, и это свидетельствует о важности последней.

Для раскрытия понятий в научных текстах употребляется «объяснение» — единица текстового уровня, превышающая по протяженности одно предложение. В основе всякого объяснения лежит один из трех принципов развития мысли — дедуктивный, индуктивный и традитивный.

Дедуктивное объяснение, используемое в научных текстах на английском языке для раскрытия понятий, представляет собой такой исходный тип «объяснения», когда автор начинает изложение с формулировки общего положения, затем переходит к частным фактам и признакам (предмета).

Традуктивное объяснение, представляющее собой еще одну композиционную разновидность «объяснения», характеризуется полнобъективностью [4].

Помимо дедуктивного и традуктивного «объяснений», в отдельных, единичных случаях для раскрытия понятий в научных статьях используется индуктивная разновидность «объяснения». Эта разновидность представляет собой такой исходный тип композиционной организации, когда изложение начинается с приведения отдельных кон-

кретных фактов, примеров, от которых автор подводит читателя к обобщению.

Оценка — это логико-смысловая категория текста. Анализ научных текстов на английском языке показал, что оценка как функционально-смысловой тип речи вербализуется в композиционно-речевых оценочных формах, представляющих собой гиперсинтаксические единства, референтом которых служит ценность объекта. Анализ оценки позволил определить оценочные композиционно-речевые формы как сложные языковые образования, включающие субъект оценки, объект оценки, оценочный предикат и основные оценки.

Закономерное чередование, взаимопроникновение последовательных этапов процесса исследования, органическая взаимосвязь эмпирического и теоретического уровней научного познания приводит к тому, что в подавляющем большинстве научных статей речевые формы сталкиваются, переплетаются при взаимодействии существенных изменений. Вследствие этого вместо чистых, эталонных форм в них употребляются смешанные, производные формы со специфическим способом организации содержания и языкового выражения.

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

Тбилисский государственный  
 университет

(Поступило 17.3.1989)

ენათმეცნიერება

რ. დოლიძე

ბანსაზღვრა, განმარტება და შეფასება, როგორც კომპოზიციური —  
 სამეტყველო ფორმები სამეცნიერო სტატიებში

რეზიუმე

ინგლისურ ენაზე საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა სტატიების ანალიზის საფუძველზე, გარდა არსებული სამეტყველო ფორმებისა, გამოყოფილი და დახასიათებულია სამი კომპოზიციურ-სამეტყველო ფორმა: განსაზღვრა, განმარტება და შეფასება.

LINGUISTICS

R. G. DOLIDZE

DEFINITION, EXPLANATION AND EVALUATION AS COMPOSITIONAL—  
 SPEECH FORMS OF ENGLISH SCIENCE PAPERS

Summary

Based on the analysis of natural sciences papers in English three compositional-speech forms were distinguished and characterized besides the known speech forms: definition, explanation and evaluation.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. В. Самсонов. Автореферат канд. дисс. Минск, 1986.
2. О. А. Печаев. Функционально-смысловые типы речи (описание, повествование, рассуждение). Улан-Уде, 1974.
3. В. В. Одинцов. Композиционные типы речи. В кн.: «Функциональные типы русской речи». М., 1982, 130—217.
4. А. Н. Девкин. Автореферат канд. дисс. Минск, 1984.



Р. И. ЧХАРТИШВИЛИ

## РОЛЬ ПРОСОДИИ В ПЕРЕДАЧЕ ОТНОШЕНИЙ ОБУСЛОВЛЕННОСТИ

(Представлено академиком Ш. В. Дзидзигури 3.3.1989)

Ряд авторов полагает, что просодия является вспомогательным средством передачи значений обусловленности событий, а другие считают просодию ведущим дифференцирующим средством передачи логико-семантических значений и модальных коннотаций. В случае анализа бессоюзных предложений, выражающих отношения обусловленности, возникают определенные трудности в плане конкретизации выражаемых этими предложениями типов подчинительной связи. Например,

They knew it, they would reduce it to half price.

Although they knew it...

If they knew it...

(They knew it to...

They knew it that's why).

Из приведенных примеров очевидна роль интонации в определении типа связи между частями предложений при бессоюзном соединении.

Итак, бессоюзные сочетания предложений — это особые синтаксические образования, соотношенные со сложными предложениями и отличающиеся от них отсутствием союзной или местоименной связи между частями. Объединение предложений в бессоюзных сочетаниях осуществляется при помощи интонации.

Следует отметить, что предложения, входящие в бессоюзное сочетание, характеризуются смысловой взаимосвязанностью, которая выявляется в существующих между ними отношениях, аналогичных тем отношениям, которые имеют место в сложных предложениях с союзной или местоименной связью. Это могут быть условные отношения, временные, причинно-следственные, уступительные, целевые и т. д.

Хотя, как сказано выше, в бессоюзных сочетаниях предложений устанавливаются смысловые отношения, близкие к отношениям, выражающимся в сложном предложении средствами сочинительной или подчинительной связи, полного совпадения здесь нет. Различия состоят в следующем:

1) Значения бессоюзных соединений без опоры на дополнительные средства могут быть определены только в самом общем виде. Так, например, значение обусловленности при бессоюзном соединении может включать в себя отношения зависимости одного действия от другого (The more we study—the less we know) и другие значения.

2) Возможности выражения некоторых значений средствами бессоюзия ограничены. Это прежде всего целевое и уступительное значения, которые выражаются в сложном предложении с помощью союзов, в простом — средствами словосочетательной связи.

Все бессоюзные сочетания предложений разделяются на две группы: сочетания с двусторонним отношением частей (условные и усту-



пительные) и сочетания с односторонним отношением частей (причинные, целевые и следственно-результативные). Общей чертой сочетаний с двусторонним отношением частей является соотносительность их синтаксического строения, т. е. однотипность синтаксической организации и лексического наполнения частей бессоюзных сочетаний. В сочетаниях с односторонним отношением частей вторая часть дополняет, характеризует или поясняет первую. Общим признаком этих сочетаний является несоотносительность строения частей.

Интонационное оформление бессоюзных сочетаний чрезвычайно важно в плане их смысловозначения и выявления модально-эмоциональной окрашенности высказывания.

Здесь особо следует подчеркнуть тот факт, что субъективная модальная оценка высказывания говорящим также накладывает определенный оттенок на реализацию интонацией смысловозначительной функции. Например, рассмотрим два предложения, одинаковые с точки зрения их лексико-грамматического построения и различающиеся только в плане интонационного оформления: а)  $\searrow$ Fire, everybody will get  $\searrow$ frightened. б)  $\nearrow$ Fire, everybody will get  $\searrow$ frightened. В обоих предложениях интонация начальной синтагмы передает значение условия, на которое накладываются два разных субъективных отношения: категоричность в первом случае и мечтательность во втором. Именно эти субъективно-модальные коннотации определяют тип ядерного тона — категоричность обуславливает нисходящий его характер в противовес присущему условным предложениям восходящему завершению. Еще один пример, когда отношение говорящего маркировано ядерным тоном во фразах с бессоюзным соединением частей: а)  $I \searrow$ thought  $\ddagger$  it would  $\searrow$ gain. б)  $I \nearrow$ thought  $\ddagger$  it would  $\searrow$ gain. В первом случае (а) выражено соответствие ожидаемого действительности, во втором (б) — несоответствие ожидаемого действительности, что отражено в направлении движения основного тона в главоударных слогах синтагм. Таким образом, субъективное модальное отношение говорящего к сообщаемому имеет большое значение при интонационном оформлении бессоюзных сочетаний.

Следует отметить, что в бессоюзных соединениях предложений интонация во взаимодействии с лексическими и синтаксическими средствами выполняет разные функции. Так, на стыке предложений интонация участвует в образовании самого соединения и выражения его значения: No need to run, Janet, the bus has already gone (значение причины). Внутри предложений варьируется смысловая самостоятельность отдельных частей за счет интонационных изменений: а) Perhaps,  $[\text{not}, \text{we're going to have some pudding}]$ . б)  $[\text{Will you have some more?}]$ —Perhaps, not,  $[\text{we're going to have some pudding}]$ . В варианте а) посредством дополнительного синтагматического членения усилена смысловая самостоятельность отрицания «not», в то время как в целом мелодический рисунок синтагмы сохраняет значение условия. И, как было уже сказано, интонация выполняет функцию выражения субъективного отношения говорящего к сообщению при оформлении бессоюзных сочетаний. Так, в последнем примере передается значение размышления, некатегоричности высказанного мнения.

Указанные экспрессивные оттенки не меняют основного значения бессоюзного сочетания. Роль интонации в бессоюзных сочетаниях зависит от синтаксического построения его частей и от возможности их смыслового воздействия. Так, в бессоюзных сочетаниях с формой ирреального наклонения высокая предъядерная часть в сочетании с низким восходящим ядром воспринимается как конкретизатор услов-

ного наклонения: Had he told the truth we'd have settled everything. В бессоюзных же сочетаниях с формами изъявительного наклонения при употреблении той же интонационной модели значения условия, причины и времени остаются нерасчлененными, например, He asks us to dinner, we'll give the present. Здесь возможно употребление любого из союзов if, when, as soon as, in case и интонация не может конкретизировать эти значения при отсутствии союзов. Причиной такого положения является факт совпадения временных планов в соответствующих сложных предложениях.

Интересным случаем является возможность интонации разграничивать значения последовательности действий и их взаимообусловленности в бессоюзных сочетаниях: а) The teacher is not well|we'll have no classes. б) The teacher is not well|we'll have no classes. Следует отметить, что конкретизация значений взаимообусловленности средствами интонации возможна лишь в отдельных случаях, которые нуждаются в дополнительном исследовании.

В бессоюзных сочетаниях со значением следствия и результата функции интонации сводятся к увеличению или уменьшению смысловой значимости первой части (т. е. они совпадают с функциями интонации в соответствующих союзных предложениях, однако степень (интенсивность) проявления интонационных признаков в бессоюзных сочетаниях намного выше, чем в соответствующих сложных предложениях). Например: The wings have broken|it's useless (that's why) по сравнению с The wings have broken|it's useless. В первом предложении за счет использования нисходящего тона (тона завершенности) увеличивается смысловая самостоятельность, весомость первой части сочетания.

Таким образом, из вышеизложенного можно сделать вывод, что различительные возможности интонации в бессоюзных сочетаниях и в сложных предложениях неодинаковы. Различия сводятся прежде всего к перераспределению функций интонации завершенности/незавершенности на стыке частей бессоюзных сочетаний. В сложноподчиненном предложении роль интонации связана с наличием анафорических слов и позицией подчиненного предложения по отношению к главному. В сложносочиненных предложениях интонация обычно оформляет сочинительную связь, выраженную грамматическими средствами (сочинительными союзами).

Тбилисский государственный университет

(Поступило 17.3.1989)

ენათმეცნიერება

რ. ჩხარტიშვილი

პროსოდიის მნიშვნელობა განპირობებითი დამოკიდებულების  
გამოხატვისას

რეზიუმე

განხილულია ინტონაციის მნიშვნელობა განპირობებითი დამოკიდებულების გამოხატვისას. აღინიშნება უკავშირო წინადადების ნაწილების შეკავში-



რება ინტონაციის მეშვეობით. უკავშირო წინადადების ინტონაციური გაფორმებისათვის დიდი მნიშვნელობა ენიჭება გამონათქვამის მოდალურ კონტაქტას და ემოციურ შეფერილობას.

LINGUISTICS

R. I. CHKHARTISHVILI

THE ROLE OF PROSODY IN REPRODUCING CAUSAL RELATIONS

Summary

The paper deals with the highly significant functions of intonation in causal relations. It reveals the complexity of interrelation of the components of intonation in compound sentences, the parts being joined without conjunctions.

The most important is the modal characterization of the related events, presented in the causal relations through intonation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. А. Артемов. Интонация и просодия. Вопросы филологии и фонетики. М., 1971, 11—16.
2. Е. А. Брызгунова. Смысловое взаимодействие предложений. Синтаксис текста. М., 1979, 78—99.
3. В. В. Виноградов. Понятие синтагмы в синтаксисе русского языка. М., 1950, 183—256.
4. И. Г. Торсуева. Интонация и смысл высказывания. М., 1979, 203.
5. M. A. K. Halliday. Intonation and Grammar in British English. The Hague, 1967, p. 67.



УДК 82(73)(092)+416

ფილოლოგია

ი. შორღანიძე

ტრუმენ კეპოტის სინტაქსური სტილისტიკის ორი თავისებურება  
(„აუღელვებელი მკვლევობის“ მასალაზე)

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ი. აბაშიძემ 25.5.1989)

ტრუმენ კეპოტის „აუღელვებელი მკვლევობის“ (სიტყვაიტყვით რომანი ასე ითარგმნება: „გულცივად“, „IN COLD BLOOD“) შეფასება ლიტერატურული კრიტიკის მიერ ერთგვარი წინააღმდეგობრივობით ხასიათდება და შესაბამისად, განმარტებასა და დაზუსტებას მოითხოვს. წიგნს ხან „დოკუმენტურ მოთხრობას“ უწოდებენ [1], ხან კიდევ „ბოროტმოქმედების დოკუმენტურ აღწერას“ [2], რაც ცნება „დოკუმენტურის“ იმპულსურ ასოციაციას იწვევს ცნებასთან „მხატვრული“ და არასწორ წარმოდგენას ქმნის რომანის ესთეტიკურ ღირებულებაზე. მხატვრული ნაწარმოები საყოველთაო აღიარებით ისეთი ნაწარმოებია, რომელშიც სინამდვილე სახეებშია მოცემული, ხოლო დოკუმენტური-ცხოვრების მოვლენებსა და ფაქტებს ლოგიკური, თანმიმდევრული სიზუსტით, ხატოვანების, მხატვრულობის გარეშე აგვიწერს [3].

„აუღელვებელი მკვლევობის“ ენობრივი ქსოვილი განუმეორებელი ხატოვანებით გამოირჩევა. მისი სტილისტიკის ზოგიერთი სინტაქსური კონსტრუქცია რეალური ფაქტის დოკუმენტური სიზუსტით გადმოცემის ეფექტსაც ქმნის და ესთეტიკურსაც. ჩვენ ორ მათგანზე ვესურს ყურადღების გამახვილებას.

საკმაოდ ხშირად რომანში ავტორის ტექსტს, ავტორის მეტყველებას, აქაიქ ემატება მთავარი გმირისა ან რომელიმე სხვა მოქმედი პირის სიტყვა, შენიტყვება, წინადადება. სვეისი არა ავტორისეული გამოწვევაში ბრწყინვალეა ჩასმული: ეს პრინციპულად განსხვავდება მოქმედ პირთა დიალოგის ავტორისეული რეპლიკებით გადაკვეთისაგან და, როგორც უკვე აღინიშნა, განსაკუთრებულ. გაორებულ ეფექტს ქმნის:

“When Perry said, “I think there must be something wrong with us,” he was making an admission he “hated to make”. After all, it was “painful” to imagine that one might be “not just right”—particularly if whatever was wrong was not your own fault but “maybe a thing you were born with.” Look at what had happened there! His mother, an alcoholic, had strangled to death on her own vomit. Of her children, two sons and two daughters, only the younger girl, Barbara, had entered ordinary life, married, begun raising a family. Fern, the other daughter, jumped out of a window of a San Francisco hotel. (Perry had ever since “tried to believe she slipped,” for he’d loved Fern. She was “such a sweet person”, so “artistic”, a “terrific” dancer, and she could sing, too. “If she’d ever had any luck at all, with her looks and all, she could have got somewhere, been somebody”. It was sad to think of her climbing over a window sill and falling fifteen floors). And there was Jimmy, the older boy—Jimmy, who had one day driven his wife to suicide and killed himself the next,” [4].



ერთხელაც გვინდა აღვნიშნოთ, რომ პერისა და დიკის (რომანის მთავარი გმირების, შიზოიდი მკვლელების) დიალოგის ნაწილი, რომელსაც ავტორის რეპლიკა წარუძღვის (როცა პერიმ თქვა: „ვეფიქრობ რაღაც უნდა გვჭირდეს“) და რომელიც ბრწყინებულადაა ჩასმული, სემანტიკურად, სტრუქტურულად და სტილისტური ეფექტით განსხვავდება ავტორის ტექსტში ავტორის რეპლიკის გარეშე შემოყვანილი მოქმედი პირის სიტყვისაგან. დიალოგი, დიალოგის ნაწილი ავტორისეულ მონოლოგში თხრობით კონტექსტში იმდენად გავრცელებული, ხშირად ხმაირებული ლიტერატურული ფაქტია, რომ მას თანამედროვე მკითხველი არც კი აღიქვამს სტილისტურ ხერხად, ორიგინალურ, მოულოდნელობის ეფექტის შემომტან ენობრივ ელემენტად, მაგრამ სხვისი სიტყვის ავტორის მეტყველებაში ციტირებას უდავოდ აქვს მოულოდნელობის, ორიგინალობის, ესთეტიკური ინფორმაციის ეფექტი. ეს ხერხი გამორჩევეს „აუღელვებელ მკვლელობაში“ კეპოტის მიერ განვითარებული ინდივიდუალურ სტილს სხვა მწერალთა ინდივიდუალური სტილისაგან და უდავოდ ემსახურება როგორც ესთეტიკას, მზატერულობას, ისე რეალობის დოკუმენტურ სიზუსტით გადმოცემის ცდასა და თხრობის დამაჯერებლობას. შესანიშნავად გადმოსცემს ინგლისური ენის ამ არტისტულ პოტენციას ქართული ენა:

„როცა პერიმ თქვა „მგონი რაღაც უნდა გვჭირდეს“, ისეთი რამ აღიძრა, რისი თქმაც „ეთაკილებოდა“. ბოლოს და ბოლოს „მტკივნეული“ იყო იმის წარმოდგენა, რომ „ნორმალური არ იყო“ — განსაკუთრებით იმიტომ, რომ რაც სჭირდა მისი ბრალი კი არ იყო, „დაბადებით დაჰყვა თან“. შეხედე მის ოჯახს! ნახე რა დატრიალდა მის თავზე დედამისი, ლოთი, საკუთარ ნარწყევში ჩაიხრჩო. ქალის ოთხი შვილიდან, ორი ვაჟიშვილიდან და ორი ქალიშვილიდან, მხოლოდ უმცროსი გოგო ბარბარა, დაადგა წესიერ გზას: გაათხოვდა, ოჯახი შექმნა. ფერნი, მეორე ქალიშვილი, სასტუმრო ოჯახის ფანჯრიდან გადმოხტა სან-ფრანცისკოში. მას შემდეგ პერი „ცდილობდა ერწმუნა, რომ დას ფენი დაუსხლტა“, რამეთუ უყვარდა. გოგონა „ისეთი საყვარელი“, ისეთი „არტისტული“ ბუნებისა იყო, „არაჩვეულებრივად კარგად“ ცეკვავდა და სიმღერაც ეხერხებოდა. „მცირედენი იღბალიც რომ ჰქონოდა, მისი გარეგნობის პატრონი რაღაც გახდებოდა ამ ცხოვრებაში, რაღაცას მიაღწევდა“.

გულის მომკვლელი იყო ფიქრი; რომ საკუთარი და ფანჯრის რაფაზე აძვრა და მეთხუთმეტე სართულიდან გადმოხტა. აგერ კიდევ ჯიმი, უფროსი ვაჟი ჯიმი, რომელმაც ერთ მშვენიერ დღეს საკუთარი ცოლი თვითმკვლელობამდე მიიყვანა, მეორე დღეს კი თვითონ მოიკლა თავი“.

მეორე სინტაქსური კონსტრუქცია, რომელსაც აქ განვიხილავთ, უფრო იშვიათადაა გამოყენებული ტექსტში, მაგრამ შედარებით უფრო რთული ბუნებისაა და ისეთ შთაბეჭდილებას სტოვებს, რომ ხშირ შემთხვევაში მეტ ექსპრესიულობას სძენს ტექსტს და საერთოდ გამოთქვამის ინტენსიფიკაციის მეტი პოტენციალი აქვს. ეს კონსტრუქცია სტრუქტურულად ასე წარმოგვიდგება: რომანის პირველი ნაწილის ერთ-ერთ თავში ავტორი მიმართავს პერსონაჟთა დიალოგისა და საკუთარი მეტყველების არც თუ ისე იშვიათ შენაცვლებებს. ასე მაგალითად, ოცდამეოთხამეტე გვერდზე მისის კლატერის პირდაპირ სიტყვას (7 სტრიქონი) მოჰყვება მისის კლატერის ცხოვრების ერთ-ერთი პერიოდის დასასიათება ავტორის მიერ (30 სტრიქონი), რომელიც ოცდამეცხრამეტე გვერდზე გადმოდის. ამის შემდეგ ისევ გრძელდება მისის კლატერისა და მისი ქალიშვილის მეგობარი გოგონას დიალოგი ტრადიციული ავტორისეული რეპლიკით:

„პაწია სავნები ნამდვილად შენია“, — სთქვა მისის კლატერმა და მარაო დაკეცა. „არ გჭირდება მათი დატოვება. შეგიძლია წაიღო თან“.



„სად წაიღო?“

„სადაც წახვალ იქ. ხომ შეიძლება დიდი ხნით წახვიდე?“

დილოგს ისევ მოჰყვება ავტორის სიტყვა:

„რამდენიმე წლის წინ მისის კლატერი ორი კვირით ვიჩიტოში გაემგზავრა სამკურნალოდ, მაგრამ ორი თვე დაჰყო იქ. ექიმის რჩევით, რომელიც ფიქრობდა, რომ ექსპერიმენტი ხელს შეუწყობდა ქალს აღედგინა „შესატყვისობისა და ვარგისობის შეგრძნება“, მან ბინა დაიქირავა და სამუშაოც იშოვა არქივში მეკარტოთეკის თანამდებობაზე. თანაგრძნობით აღსაესე ქმარმა მხარი დაუჭირა ამ წამოწყებას, მაგრამ ქალს ისე მოეწონა ახალი საქმე, იმდენად, რომ ქრისტიანობისაგან განდგომად მოეჩვენა, და დანაშულის იმ გრძნობამ, შემდგომში რომ განუვითარდა, ბოლოს და ბოლოს გადაწონა ექსპერიმენტის სამკურნალო მნიშვნელობა“.

როგორც ვხედავთ, ავტორი მეტად საინტერესო და ყურადსაღებ, არსებით ინფორმაციას გვაწვდის მისის კლატერზე, მის შინაგან სამყაროზე, ფიქიურ მდგომარეობაზე და ამიტომ ჩვენ თითქოსდა გვაეციწყდება დიალოგი ქალსა და ბავშვს შორის. და, აი, ამგვარი ინფორმაციის შემდეგ ავტორის სიტყვა წყდება და ლაპარაკს განაგრძნობს მისის კლატერი:

„ან შეიძლება არასოდეს დაბრუნდე სახლში: და ძალზე დიდი მნიშვნელობა აქვს იმას, რომ საკუთარი რამ გქონდეს თან. ისეთი რამ, რაც ნამდვილად შენ გეკუთვნის“.

ამ გაწყვეტილი დიალოგის ეფექტი ისაა, რომ იგი აბსოლუტურად მოულოდნელია იმ ფორმით, რომლითაც კეპოტს იგი შემოჰყავს: აშკარაა, რომ ეს ნაწყვეტიც ორგანული, განუყოფელი ნაწილია წინამავალი დიალოგისა. ისეთი შთაბეჭდილება გვრჩება, თითქოს პერსონაჟთა სიტყვა ახალი წინადადებით კი არ იწყება, არამედ წინადადებას მოწყვეტილი, ფრაზიდან ამოვლევითი ნაწილით („ან შეიძლება არასოდეს დაბრუნდე სახლში“). ტრადიციული, მოწესრიგებული სინტაქსის ფორმა ირღვევა, მაგრამ იქმნება ახალი, მხატვრული, ეფექტური სინტაქსი, რომელიც მოულოდნელობით, ორიგინალობით შემოტანილი ინფორმაციის გარდა გვაეციწყებს, რომ მკითხველი ხარ და დიალოგისა და ექსტრალინგვისტური სიტუაციის თანამონაწილედ და თანავტორად გზდის.

თბილისის ი. ჰავჭავაძის სახელობის უცხო ენათა სახელმწიფო  
პედაგოგიური ინსტიტუტი.

(შემოვიდა 1.6.1989)

ФИЛОЛОГИЯ

И. С. ЖОРДАНИЯ

ДВЕ ОСОБЕННОСТИ СТИЛИСТИЧЕСКОГО СИНТАКСИСА

Т. КАПОТЕ

(на материале романа «Хладнокровно»)

Резюме

В статье рассмотрена стилистическая сущность вкрапления чужого слова в авторскую речь и особая форма прерывания диалога персонажей авторской речью и последующего его возобновления.

I. S. ZHORDANIA

THE PECULIARITIES OF THE STYLISTIC SYNTAX  
OF TRUMAN CAPOTE

(based on the novel "In Cold Blood")

Summary

The paper shows the stylistic function of the interspersing of personages' words with the author's speech and a special form of interruption of the dialogue of personages by the author's speech and its further continuation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Познер, В. Чемберджи. Иностран. лит., № 2, 1966.
2. Б. Стерльников. Иностран. лит., № 4, 1966, 260.
3. А. Зверев. The Grass Harp. Breakfast at Tiffany's. М. 1971, 20.
4. Т. Capote. In Cold Blood, Signet, N. Y., 1965, 130.



Н. Х. КВАТАРАДЗЕ

## МЕСТО И РОЛЬ ФАКТОРА НЕФТИ В ФОРМИРОВАНИИ ПОЛИТИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ РЕЖИМА ХОМЕЙНИ

(Представлено академиком Ш. В. Дзидзигури 18.5.1989)

Сразу же после крушения шахского режима в феврале 1979 г. в рядах нового революционного правительства выделились две группировки, соответствовавшие двум сформировавшимся в стране основным идейно-политическим течениям — радикально-мелкобуржуазному, опирающемуся на догмы исламского фундаментализма, и либерально-буржуазному, которые имели резко отличающиеся друг от друга мнения о правильном направлении развития иранской экономики, в том числе и ее основной отрасли — нефтегазовой промышленности.

Лидер либерально-буржуазной группировки, инженер по профессии М. Базарган и его сторонники, такие как К. Санджаби, А. Амир-Энтезам, Э. Пазди, Х. Назих и др., придерживались прозападной ориентации, что проявлялось в их стремлении к постепенному восстановлению тесных экономических и политических связей с Западом. Эти политические деятели выступали против национализации банков и крупных промышленных предприятий. Этому стремлению либерально-буржуазных политиков яростно сопротивлялись радикалы-исламисты во главе с самим имамом Хомейни, которые в борьбе за власть особые усилия прилагали для завладения рычагами правления нефтяной промышленностью с целью дальнейшего проведения нефтяной политики Ирана по своему усмотрению. Хомейни и его многочисленные последователи, исламские духовные деятели, ловко использовали для достижения своей цели так называемое «дело Назиха».

Близкий к М. Базаргану либеральный деятель Хасан Назих, который после революции был назначен председателем правления ИННК, выступал против отстранения от должности высокопоставленных служащих компании, связанных в прошлом с шахским режимом, отстаивал необходимость сотрудничества ИННК с нефтяными монополиями Запада. В связи с выступлением Назиха весьма интересный оборот приобрел обмен мнениями о путях хозяйственного развития страны на специально проведенной экономической конференции с участием государственных деятелей и экономистов в сентябре 1979 г.

На этой конференции руководитель ИННК подверг резкой критике деятельность духовенства. Он отметил, что духовенство вмешивается в «чужие дела», в частности в политику и экономику, тогда как было бы лучше, если бы каждый «занимался своим делом». Х. Назих заявил: «Сегодня вы примите здесь решение, а завтра какой-нибудь аятолла выступит с заявлением и перевернет все вверх ногами» [1].

Влиятельные религиозные круги вокруг Хомейни несколько раз требовали от премьер-министра М. Банисадра отставки Назиха, но сталкивались с сопротивлением последнего. В конце концов под постоянным давлением со стороны клерикальных кругов власти Назих был вынужден нелегально покинуть Иран и выехать в Западную Европу. Директора ИННК обвиняли в симпатиях к шахским приспешникам и западным странам, а проще, в антиисламской и антинацио-



нальной деятельности, в частности «в оскорбительном тоне» в отношении Хомейни, отказе провести широкую «чистку» среди рабочих, якобы не поддерживающих «исламскую революцию», и присвоении крупных сумм компании [2].

Группировка Хомейни ловко использовала в целях захвата власти с отстранением Базаргана не санкционированную Хомейни встречу в первых числах ноября 1979 г. в Алжире премьер-министра иностранных дел Э. Иазди с советником президента Дж. Картера З. Бжезинским. Хомейнисты обвинили премьер-министра в сговоре с американским империализмом и уже 6 ноября правительство Базаргана вынуждено было подать в отставку. Это была крупная победа религиозных клерикалов в борьбе за власть. В начале октября Хомейни, потребовав проведения чисток в административных органах ИННК, призвал рабочих-нефтяников поддержать их нового шефа Али-Акбара Моинфара. Последний уже на церемонии своего представления работникам ИННК обещал осуществить «основательную чистку», которую требовали религиозные руководители [2]. К таким требованиям присоединился и президент Банисадр, который в этом вопросе упрекал еще Базаргана. Банисадр не устал повторять: «Наше несчастье в том, что иранская революция была доверена реформистскому правительству» [2].

Но, несмотря на такие выступления против правительства Базаргана, Банисадр, будучи по своему мировоззрению мелкобуржуазным демократом, выступавшим в качестве выразителя интересов либеральной буржуазии, встал в оппозицию к аятолле М. Бехешти, лидеру партии «Исламской Республики», ставшему фактическим руководителем Совета экспертов, наиболее реакционно-клерикального правительственного органа в стране. По концепциям так называемой «исламской экономики» Банисадра, ИРИ (Исламская республика Иран), помимо других, должна была покончить с зависимостью своей экономики от поставок западной технологии и, вообще, от всеобъемлющей технической и экономической помощи Запада, а также с зависимостью судьбы дальнейшего развития экономики страны от доходов от продажи нефти. Банисадр требовал уменьшить добычу нефти, тем самым сохранить ее запасы для последующих поколений и взамен этого усиленно развивать промышленность, особенно легкую, а также указывал на исключительную роль развитого сельского хозяйства в прогрессе экономики ИРИ. По его заявлению, «полная зависимость государственных расходов от нефти если сохраниться, приведет нас к неминуемой гибели» [3].

В апреле 1981 г. президент Банисадр, так же как и Моинфар, подвергая острейшей критике обсуждавшийся в парламенте бюджет ИРИ, резко выступил против стремления радикалов во главе Бехешти в вопросе о добыче и экспорте нефти, отметив, что увеличение экспорта иранской нефти окажется на руку только «мировым эксплуататорам» — индустриальным державам, а также арабским странам ОПЕК (организация стран-экспортеров нефти), которые умело запасаются «черным золотом», тогда как Иран будет растрачивать свои минеральные ресурсы [4].

Банисадр, имея в виду тот факт, что два года, прошедших после свершения революции, наглядно показали, что духовенство, пришедшее к власти, не в состоянии обеспечить созидательный этап революции, а его догматические лозунги могут увести народ еще дальше от достижения целей и решения задач, стоящих перед страной, с досадой признавал: «Сегодня Иран не является тем, о чем мы мечтали. Сегодня Иран управляется такими средствами, которые разделяют народ» [3].

Под давлением исламских фундаменталистов правительство Банисадра было смещено, а сам президент, опасаясь мести своих противников, вынужден был уйти в подполье.

Нефтяной фактор и теперь остается одним из основных в формировании политической платформы руководства ИРИ, потому что основным объектом, вокруг которого идет ныне борьба между группировками духовенства, является вопрос об экономическом строе, прежде всего о месте и функциях государственного сектора, наиболее значительной отраслью которого остается нефтегазовая промышленность.

Еще В. И. Ленин писал, что самые глубокие корни внутренней и внешней политики любого государства, в конечном счете, определяются характером экономического и социального строя, экономическими интересами господствующих классов общества [5].

Тбилисский государственный университет

(Поступило 25.5.1989)

ისტორია

ბ. ჯავთარაძე

ნავთობის ფაქტორის როლი და ადგილი ჰომეინის რეჟიმის  
პოლიტიკური პლატფორმის ფორმირებაში

რეზიუმე

ნეჩვენებია ნავთობის მრეწველობის გავლენა ირანის ისლამური რესპუბლიკის ეკონომიკურ და პოლიტიკურ ცხოვრებაზე, განხილულია ის მნიშვნელოვანი როლი ნავთობის ფაქტორისა, რომელიც მან შეასრულა ახალი რეჟიმის რიგებში არსებულ პოლიტიკურ დაჯგუფებებს შორის ხელისუფლებისათვის ბრძოლაში.

HISTORY

N. Ch. KAVTARADZE

ON THE ROLE AND THE PLACE OF PETROLEUM FACTOR IN THE  
FORMATION OF POLITICAL PLATFORM OF HOMEINI'S REGIME

Summary

Influence of petroleum industry on the economical and political life of the Islamic Republic of Iran has been shown. The significance of the role of the petroleum factor in the struggle for the power between the existing political groupings of the regime is discussed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. «Джомхури-е эслами», 19.9.1979.
2. С. А. Агаев. Рождение республики. М., 1984, 257.
3. «Tehran Times», 7. 4. 1980.
4. «Эи: елаб-е эслами», 6.5.1981.
5. В. И. Ленин. Полное собр. соч., т. 36, 327.





УДК 9(47.922)

ისტორია

ს. თაზაბერიძე

## ოჯახი და დემოგრაფიული პრობლემები საქართველოს მთიანეთში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ა. აფაქიძემ 20.2.1989)

ბოლო დროს რესპუბლიკის დემოგრაფიული სიტუაცია საზოგადოების განსაკუთრებული ყურადღების ცენტრშია. ამას მოწმობს ამ საკითხების გამოტანა ფართო სამსჯავროზე პრესის, ტელევიზიის მეშვეობით. ზოგს მდგომარეობა ტრაგიკულად მიაჩნია, ზოგს საგანგაშოდ, ზოგს — ჩვეულებრივ მოვლენად. ფაქტია, რომ დემოგრაფიული სიტუაციის გაუმჯობესება შეიძლება და ყველა ღონე უნდა ვიხმაროთ ამისათვის.

უკანასკნელი ათწლეულების სტატისტიკური მონაცემები ცხადყოფენ, რომ ოჯახის და საერთოდ მოსახლეობის გამრავლებაზე გავლენას ახდენენ არა მარტო სოციალურ-ეკონომიკური, არამედ ფსიქიკურ-ისტორიული, ეთნიკური, კულტურული, ყოფაცხოვრებითი, სახელმწიფოს რეგულატორული და სხვა ფაქტორები.

მიგრაცია და მოსახლეობის ბუნებრივი მატების შემცირების ტენდენცია ერთმანეთთან მჭიდროდ დაკავშირებული დემოგრაფიული ფენომენებია. მათ შორის გარკვეული მათემატიკური თანფარდობაც კი არსებობს. რაც უფრო ინტენსიურია მიგრაციული პროცესი ამა თუ იმ რეგიონში, მით უფრო ნაკლებია მოსახლეობის ბუნებრივი მატების საშუალო არითმეტიკული კოეფიციენტი და პირიქით. მათი ასეთი პირდაპირპროპორციული დამოკიდებულება კარგად მოჩანს აჭარის მთიანი რეგიონის მაგალითზე. ცნობილია, რომ სხვადასხვა კულტურულ-ეთნიკური ფაქტორების ზეგავლენით ამ რეგიონიდანაც მოსახლეობის მიგრაციას არ ჰქონია ინტენსიური პროცესის ხასიათი. ამასთან შობადობის მაღალი კოეფიციენტის გამო ხულოს, ქედისა და შუახევის რაიონების მოსახლეობა განუწყვეტლივ იზრდებოდა და ამასთან, პარადოქსია, მაგრამ ფაქტია — მოსახლეობის მატების ყველაზე მაღალი კოეფიციენტი სწორედ ყველაზე მაღალმთიან სოფლებზე მოდის. ამან წარმოშვა ამ მთიან სოფლებში მოსახლეობის დიდი სიმჭიდროვე, რამაც საშუალება მოგვცა, ასე ვთქვათ, „ჭარბი მოსახლეობის“ გარკვეული ნაწილი ჩაგვესახლებინა შეზოგად რეგიონში — მესხეთ-ჯავახეთში.

მთიანეთში კი მიგრაციული პროცესის ინტენსიური ხასიათის გამო, მოსახლეობის ბუნებრივი მატების ნაცვლად, მისი სრული დაკნინება და ბოლოს გაუკაცრიელება გამოიწვია. ეს ალბათ სხვა ფაქტორებთან ერთად, იმითაც იყო გააზირობებული, რომ აჭარის მთიანეთში მისი ხელსაყრელი ბუნებრივ-კლიმატური პირობების გამო სწრაფად მოხერხდა მოსახლეობის ახალ საზოგადოებრივ-ეკონომიკურ ფუნქციაზე გადასვლა: უკანასკნელ ათწლეულში ამ რეგიონის სამივე რაიონში მეცხოველეობის ნაცვლად სახალხო მეურნეობის წამყვანი დარგი მეთამბაქოება გახდა. თამბაქოს კულტურა, რომელიც მეტად შრომატევადია, აქ დიდი ეკონომიკური ეფექტურობით განვითარდა. მართალია, მის პლანტაციებს მთიანი რეგიონის სავარგულების მხოლოდ 4—5% თუ უკავია, მაგრამ მასზე კოლმეურნეობათა შემოსავლის 65—78% მოდის. იგი-

ვე ბუნებრივ-კლიმატურმა პირობებმა ამ რეგიონში ხელი შეუწყო მეჩაიეობის, მებოსტნეობისა და მეხილეობის განვითარებას.

ასეთმა მყარმა საზოგადოებრივ-ეკონომიკურმა ფუნქციამ ასევე მყარ ნიადაგზე დააყენა მოსახლეობის ბუნებრივი მატება ამ რეგიონში. უკანასკნელ წლებში აქ მატების საშუალო კოეფიციენტი 2-ჯერ მაღალი იყო საერთო რესპუბლიკურ დონესთან შედარებით, მაშინ როდესაც კავკასიის მთიან რაიონებში 4—5-ჯერ დაბალია.

დემოგრაფიული პრობლემები, განსაკუთრებით მიგრაციის პროცესი, სუბიექტურ ფაქტორებთან ერთად უპირატესად მაინც ობიექტური ფაქტორებითაა გაპირობებული და ამდენად, მათი პრაქტიკული გადაჭრაც მარტო სუბიექტური ფაქტორების ზემოქმედებით ვერ მოხერხდება. მაგრამ ჩვენი ამით იმის თქმა კი არ გვინდა, რომ გულზელი დავიკრიბოთ და ველოდოთ როდის წარმოიშობიან ამ პრობლემების გადაჭრისათვის ხელსაყრელი ობიექტური ფაქტორები. პირიქით, ჩვენი ღრმა რწმენით, ასეთი ხელსაყრელი ობიექტური ფაქტორების წარმოშობა და მათი აქტიური ზემოქმედება ჩვენს მიერ აღნიშნული მთიანი რეგიონისა და მთლიანად რესპუბლიკის დემოგრაფიული პრობლემების გადასაჭრელად საბოლოო ჯამში ჩვენს ხელთაა. საჭიროა მხოლოდ მთელი სერიოზულობითა და პასუხისმგებლობით მივუღდეთ თითოეულ პრობლემას, რომლებიც ხელს უშლიან ჩვენს შემდგომ წინსვლას და, რაც მთავარია, შემოქმედებითად მივუღდეთ სოციალისტური მშენებლობის ყველა დიდსა თუ პატარა სამეურნეო თუ პოლიტიკური, სოციალური თუ კულტურული მშენებლობის საკითხს.

მხოლოდ ასეთი კომპლექსური მიდგომით მოიაზრება ნებისმიერი და მათ შორის, დემოგრაფიული პრობლემების ყველაზე ეფექტური და ამასთან, ოპტიმალური გადაჭრის გზა. პრობლემების გადაჭრისათვის აუცილებელი საშუალებანი კი ჩვენი რესპუბლიკის პირობებში ყოველთვის გამოიძებნება.

როგორც საბჭოთა, ისე საზღვარგარეთის დემოგრაფიულ ლიტერატურაში გაბატონებული ადგილი დაიკავა უკანასკნელ პერიოდში შეხედულებამ იმის შესახებ, რომ დემოგრაფიულ პროცესებზე მნიშვნელოვან, გადამწყვეტ გავლენას ახდენს ქალის საერთო მდგომარეობა მოცემული ქვეყნის საზოგადოებრივ-ეკონომიკურ განვითარებაში.

ზოგი მკვლევარი დემოგრაფიული პრობლემების წარმოშობასა და მათ გადაწყვეტას სამართლიანად უკავშირებს აღზრდის პრობლემას.

მოზარდი თაობის ჯანსაღი სულისკვეთებით აღზრდის მდიდარი ტრადიციები აქვს ჩვენი მთიანი რეგიონის ოჯახს. აქ გვინდა ხაზგასმით აღვნიშნოთ, რომ ამ ტრადიციების აღდგენა და განვითარება მიგვაჩნია მთის რეგიონის აღორძინების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან წინაპირობად, ჩვენ რესპუბლიკის დღევანდელი დემოგრაფიული პრობლემების გადაწყვეტის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან საშუალებად.

საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტი

(შემოვიდა 30.3.1989)

ИСТОРИЯ

С. Г. ТАВБЕРИДЗЕ

## СЕМЬЯ И ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В ГОРНОМ РЕГИОНЕ ГРУЗИИ

Резюме

Материалами горных исследований подтверждается, что на демографические процессы значительное и, можно сказать, решающее влияние оказывает общественное положение женщины.

С совершенствованием семейной формы тесно связаны не только демографические проблемы, но и проблемы воспитания молодежи. Социалистический принцип воспитания детей, правда, предусматривает высокие идеалы гуманизма, но некоторые авторы, опережая событие, забывают тот простой факт, что формирование гражданина и личности пока еще преимущественно происходит в семье.

HISTORY

S. G. TAVBERIDZE

THE FAMILY AND DEMOGRAPHIC PROBLEMS IN  
MOUNTAINOUS REGIONS OF GEORGIA

Summary

As a rule the rate of economic and social development of mountainous regions always lag behind those of lowlands. This has an effect on super-structural phenomena. Mountainous regions of Georgia are characterized by a number of peculiarities, namely, by a high rate of migration to big cities and lowlands. In order to reduce migration and increase the birth-rate a great role should be attached to the family having economic and educational functions.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. Гугушвили. Вопросы формирования семьи в аспекте воспроизводства населения. Тбилиси, 1978.
2. Сб. «Народное хозяйство Грузинской ССР в 1922—1982 гг.». Тбилиси, 1983.

М. Г. НИОРАДЗЕ, Н. С. МАМАЦАШВИЛИ

### ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ИЗ ПЕЩЕРЫ ОРТВАЛА (Западная Грузия)

(Представлено членом-корреспондентом Академии О. М. Джапаридзе 22.3.1989)

Карстовая пещера Ортвала, выработанная в нижнемеловых массивных известняках ургонской фации северной части ущелья реки Цхалцитела, расположена в селе Годогани Терджольского района на высоте 90 м от уреза реки.

С 1980 г. археологической экспедицией Центра археологических исследований АН ГССР в пещере производятся планомерные раскопки [1], исследуются культурные слои, выявленные в 1974—1975 гг. в разведочных шурфах пещеры [2, 3].

Полученная в результате раскопок стратиграфия культурных отложений Ортвала отражает несколько этапов заселения пещеры первобытными людьми, что хорошо прослеживается в ее продольных и поперечных разрезах. Отложения эти относятся к эпохе энеолита и ранней бронзы (слой 1), к верхнему (слой 2) и нижнему (слой 3<sup>a</sup> — 3<sup>d</sup>) палеолиту. Как показали исследования, найденный нижнепалеолитический материал возможно датировать разными ступенями

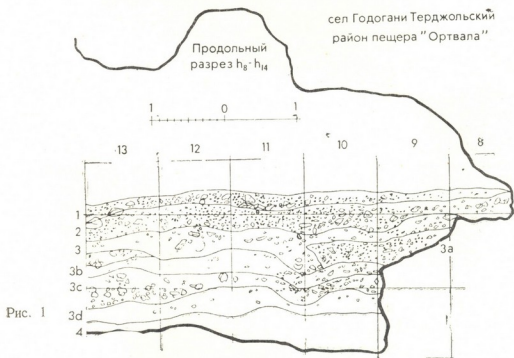


Рис. 1

второй половины мустьерской эпохи. Среди материалов преобладают как зубчатые формы орудий, так и леваллуазская техника расщепления камня [4].

Экологический состав остатков четвертичной фауны [5] указывает на господство в окрестностях ущелья реки Цхалцитела лесных ландшафтов, что подтверждается и данными спорово-пыльцевого анализа.



В разрезе на кв. кв.  $h_8$ — $h_{13}$  (рис. 1), откуда в 1984 г. для палинологических исследований были отобраны образцы рыхлых отложений (обр. № 1—9 снизу вверх), выявленных до скального основания при помощи вертикального среза, слои представлены в следующей последовательности:

1. Суглинок бурый с включением большого количества мелкого и крупного известнякового щебня, содержащий остатки энеолитического и более позднего времени, мощность . . . 0,10—0,25 м (обр. № 9)
  2. Суглинок коричневато-желтоватый с примесью щебня больших и средних размеров, содержащий остатки верхнего палеолита, мощность . . . 0,20—0,40 м (обр. № 8)
  3. Суглинок темно-коричневого оттенка с включением малого количества щебня, содержащий остатки эпохи мустье, мощность . . . 0,10—0,45—0,60 м (обр. № 7)
  - 3<sup>a</sup>. Суглинок коричневый с примесью мелкого гравия, содержащий остатки эпохи мустье, мощность . . . 0,10—0,35 м (обр. № 6)
  - 3<sup>b</sup>. Суглинок желтоватый с включением малого количества щебня, содержащий остатки эпохи мустье, мощность . . . 0,15—0,35 м (обр. № 5)
  - 3<sup>c</sup>. Суглинок желтовато-коричневатый с примесью среднего и мелкого известнякового щебня, содержащий остатки эпохи мустье, мощность . . . 0,15—0,50 м (обр. № 4)
  - 3<sup>d</sup>. Суглинок коричневатый, содержащий остатки эпохи мустье, мощность . . . 0,15—0,45 м (обр. № 3)
  4. Суглинок светло-желтого оттенка, стерильный, мощность . . . 0,05—0,50 м (обр. № 1, 2)
- Ниже скальное дно пещеры. Общая мощность слоев 2—2,5 м. Образцы на спорово-пыльцевой анализ были взяты в кв.  $h_{10}$ .

Следует отметить, что для пещерных отложений района Годогани характерно скудное содержание спор и пыльцы. Так, например, при обработке породы из Сакажиа, чтобы сделать возможным построение диаграммы, нам пришлось обработать образцы пород весом до 1 кг [6].

Пещерные отложения Ортвала оказались еще беднее, чем в Сакажиа. На спорово-пыльцевой анализ из каждого слоя Ортвала было взято по одному образцу. Исключение составлял лишь слой 4, из которого было взято два образца (№ 1, 2).

Минимальный вес каждого из обработанных образцов — 300 г. Всего установлено 34 таксона (таблица). Из-за малого содержания спор и пыльцы построение диаграммы было невозможно. В наиболее полном составе (24 таксона) они были представлены лишь в образце № 2. Однако и здесь преобладающее большинство их установлено по единичным зернам, в большинстве других число таксонов составляет от 15 (обр. № 1) до одного (обр. № 8). Например, пыльца *Abies* (4 п. з.), *Pterocarya* (3 п. з.) и др. была встречена только в образце № 2, пыльца (1 п. з.) и споры *Woodsia* (1 п. з.), *Dryopteris* (15 п. з.) — только в образце № 1. В наибольшем или в относительно большем количестве в спектрах представлена пыльца *Pinus*, *Corylus*, *Alnus*, *Ulmus*, *Tilia*, *Compositae*, *Polypodiaceae*. Характерно, что эти же таксоны представлены и в значительной части образцов.

Из так называемых «экзотов» встречена только пыльца *Tsuga*, при этом лишь одно зерно и опять-таки в образце № 2. Надо отметить, что образец № 2 самый богатый из всех взятых образцов. Взят он при этом из слоя 4. Было бы любопытно сопоставить данные по этому слою и по другим параметрам. Напомним, что в пещерах это-

го района пыльца *Tsuga* ранее была встречена в Сакажиа [7], при этом опять-таки в стерильном (домустьерском) слое.

Результаты спорово-пыльцевого анализа из пещерных отложений Ортвала

№ образцов	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Пыльца древесных пород	46	63	22	16	112	7	—	1	3
Пыльца травянистых растений	5	55	14	1	19	5	1	—	7
Спores	46	15	2	6	9	2	2	—	—
Пыльца древесных пород									
<i>Abies</i>	—	4	—	—	—	—	—	—	—
<i>Tsuga</i>	—	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Picea</i>	—	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pinus</i>	7	20	15	8	56	5	—	1	—
<i>Salix</i>	—	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pterocarya</i>	—	3	—	—	—	—	—	—	—
<i>Juglans</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Carpinus orientalis</i>	1	3	—	—	1	—	—	—	—
<i>Corylus</i>	17	11	3	3	7	—	—	—	—
<i>Betula</i>	—	3	1	—	—	—	—	—	—
<i>Alnus</i>	13	7	2	4	3	—	—	—	1
<i>Fagus</i>	—	—	—	—	1	—	—	—	—
Ulmaceae	2	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Ulmus</i>	3	1	1	1	5	—	—	—	—
<i>Zelkova</i>	1	1	—	—	2	—	—	—	—
<i>Tilia</i>	1	1	—	—	37	2	—	—	2
<i>Fraxinus</i>	—	1	—	—	—	—	—	—	—
Неопределенные	—	4	—	—	—	—	—	—	—
Пыльца травянистых растений									
<i>Typha</i>	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Gramineae	—	1	—	—	1	—	—	—	1
<i>Urtica</i>	—	4	—	—	—	—	—	—	—
<i>Polygonum</i>	—	—	1	—	—	—	1	—	—
Chenopodiaceae	—	2	2	—	3	2	—	—	—
Umbelliferae	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Talictum</i>	—	1	—	—	—	—	—	—	—
Cruciferae	—	1	1	—	—	—	—	—	—
Compositae	5	44	8	—	14	3	—	—	6
<i>Artemisia</i>	—	1	—	—	1	—	—	—	—
Неопределенные	—	1	1	—	—	—	—	—	—
Спores									
Polypodiaceae	28	12	2	5	9	2	2	—	—
<i>Woodsia</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Dryopteris</i>	15	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Polypodium</i>	1	3	—	—	—	—	—	—	—
Неопределенные	1	—	—	1	—	—	—	—	—

Весь остальной спектр представлен родами, поныне составляющими флору Грузии. Флора в целом древесная лесная.

Изучение фауны [5] и флоры из мустьерских слоев пещеры Ортвала дают возможность предполагать существование в то время умеренно теплого и влажного климата, а также лесных ландшафтов.

Академия наук Грузинской ССР

Институт истории,  
 археологии и этнографии  
 им. И. А. Джавахишвили  
 Центр археологических  
 исследований

Институт географии  
 им. Вахушти Багратиони

მ. ნიორაძე, ნ. მამაცაშვილი

პალინოლოგიური მონაცემები ორთვალა გლვინიდან (დასავლეთი საქართველო)

რეზიუმე

ორთვალა მღვიმის (სოფ. გოდოგანი, თერჯოლის რაიონი) კულტურული ფენების მტვრის ანალიზის შედეგად შესაძლებელი გახდა დადგენილიყო 34 ტაქსონი. თითქმის მთელი სპექტრი წარმოდგენილია სახეობებით, რომლებიც შეადგენენ დღევანდელი საქართველოს ფლორას. ორთვალა მღვიმის მუსტი-ეური ფენების ფაუნისა და ფლორის შესწავლა იმ პერიოდში ზომიერად თბილი და ნოტიო კლიმატის, აგრეთვე ტყის ლანდშაფტის არსებობის ვარაუდის საშუალებას იძლევა.

ARCHAEOLOGY

M. G. NIORADZE, N. S. MAMATSASHVILI

PALYNOLOGICAL DATA FROM THE ORTVALA CAVE  
(WESTERN GEORGIA)

Summary

Pollen analysis of the Ortvala Cave (Godogani, Terjola) cultural layer made it possible to identify 34 taxons. Almost the whole spectrum is represented by the species of contemporary Georgian flora. The study of flora and fauna of the Mousterian layers warrants the conclusion that moderate warm and humid climate as well as silvan landscapes at that time were quite possible.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. G. Nioradze. Полевые археологические исследования в 1980—1987 годах. Тбилиси, 1981—1988.
2. მ. ნიორაძე. ორთვალა მღვიმე, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 84, №2, 1976.
3. M. G. Nioradze. Археология и палеогеография раннего палеолита Крыма и Кавказа. М., 1978.
4. M. G. Nioradze. ПАИ в 1974, в 1975 гг. Тбилиси, 1976, 1979.
5. M. G. Nioradze, A. K. Векуа. Сообщения АН ГССР, 133, № 3, 1989.
6. A. K. Векуа, M. G. Nioradze, Н. С. Мамაცაშვილი, Н. В. Деканосидзе. Сообщения АН ГССР, 90, № 2, 1978.
7. A. K. Векуа, Н. С. Мамაცაშვილი, M. G. Nioradze, Ц. Д. Габелая, Н. В. Деканосидзе. Сообщения АН ГССР, 100, № 3, 1980.

Г. Р. ЦЕЦХЛАДЗЕ, Д. БРАУНД

## ОБ ИМЕНИ КОЛХ В АНТИЧНОМ МИРЕ

(Представлено академиком А. М. Апакидзе 24.2.1989)

В античных эпиграфических источниках часто встречается имя Колх. Это обстоятельство ставит перед исследователями археологии и истории Колхиды вопрос об этнической принадлежности носителей этого имени в античном мире. В научной литературе уже высказывалось мнение о том, что в имени Колх не всегда можно видеть раба, происходящего из Восточного Причерноморья [1—3]. Трудность заключается в том, что в большинстве случаев в источниках сложно определить, где интересующее нас имя отражает этническую принадлежность и где оно является собственным именем грека. К сожалению, вне поля зрения ученых остались два важных источника, на основании которых с уверенностью можно сказать, что в эллинском мире имя Колх носили не только рабы-колхи, но и свободные греки.

В 1961 г. во время раскопок храма Аполлона в Дидимах недалеко от Милета был найден фрагмент доньшка чаши из темно-серой глины с графитом КОЛХ[ΟΣ] на внутренней стороне дна [4]. Палеографические данные надписи и морфологические признаки чаши позволяют датировать фрагмент не позднее VI в. до н. э. Чаша, очевидно, является приношением Аполлону, а Колх — именем владельца этого сосуда. Предположить, что это имя раба-колха, которого по распространённому в античном мире обычаю (Strabo, VII, 3, 12) называли по имени страны, откуда его привезли и что, следовательно, имя Колх здесь отражает этническую принадлежность, мы не можем, так как раб из-за своего социального положения не мог участвовать в религиозных церемониях и общественных жертвоприношениях [5]. Поэтому имя Колх в данном случае является собственным именем грека.

Интереснейшим источником является стела с надписью, найденная на острове Калимна в конце 19 века. Стела представляет собой список граждан Калимны, которые после присоединения этого острова к Косу в самом конце III в. до н. э. стали гражданами государства Коса [6, 7]. Стела датируется временем между 185—180 гг. до н. э. [8]. На этой стеле среди других граждан упоминается и женщина по имени КОЛХА. Как указывается в надписи, Колха принадлежала к одному из трех фил, восходящей к древнему дорическому племени Сикниона — Гиллеи, жила в Панорме и родилась приблизительно в 205 г. до н. э.

Необходимо отметить, что надпись дает возможность реконструировать семью Колха. Так, ее отцом был Ксенайнет, а матерью —



Ейсион. Колха была замужем за Анаксионом и имела от него троих детей — двух сыновей (Ксеномен и Ксенайнет) и одну дочь (Тимодика). Все члены семьи Колха, как и она сама, принадлежали филе Гиллеи из Панорма и являлись сперва гражданами Панорма, а затем Коса.

В интересующей нас надписи имя Колха не отражает этническую принадлежность носителя, а является собственным именем гречанки по той причине, что, во-первых, прямо указывается, что она из дорической филы Гиллеи (и имя на дорическом диалекте), во-вторых, она, как и вся ее семья, являлась гражданином Коса. Как известно, гражданами греческих городов могли быть только греки. Представители других народностей гражданами становились очень редко лишь в исключительных случаях при особых заслугах перед определенным городом.

Распространению имени Колх в качестве собственного имени грека в античном мире способствовала популярность мифа об аргонавтах. Следует отметить, что этот миф был самым популярным после сказания о Троянской войне и его мотивы часто использовались в греческой поэзии и вазописи. Тесные торговые отношения Колхиды со Средиземноморьем и Причерноморьем также сыграли здесь большую роль [1].

Таким образом, как показывают выше рассмотренные эпиграфические источники, имя Колх в античном мире носили не только рабы-колхи, но и свободные греки.

Академия наук СССР  
Институт археологии

Егзетерский университет  
Великобритания

(Поступило 17.3.1989)

არქეოლოგია

ბ. ცეცხლაძე, დ. ბრაუნდი

### სახელი კოლხის შესახებ ანტიკურ სამყაროში

რეზიუმე

სახელი კოლხი ხშირად გვხვდება ანტიკურ ეპიგრაფიკულ წყაროებში. ამიტომ დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ამ სახელის მატარებლის ეთნიკური მიმართების გარკვევას კოლხეთის არქეოლოგიისა და ისტორიისათვის.

ნაშრომში შესწავლილია აპლონის ტაძრის გათხრებისას (მილეთი) ნაპოვნი ძვ. წ. VI ს. თასზე ამოკაწრული სახელი კოლხი და კუნძულ კალიმნაზე აღმოჩენილი ძვ. წ. II ს. წარწერაში მოხსენიებული ქალი სახელად კოლხა. გამოთქმულია მოსაზრება, რომ ანტიკურ სამყაროში სახელ კოლხს ატარებდნენ არა მხოლოდ კოლხი მონები, არამედ თავისუფალი ბერძნებიც. კოლხის როგორც ბერძნების სახელად გავრცელებას ხელს უწყობდა არგონავტების შესახებ მითის დიდი პოპულარულობა ძველ ბერძნებში და კოლხეთის მკიდრო სავაჭრო ურთიერთობა ანტიკურ სამყაროსთან.

G. R. TSETSKHLADZE, D. C. BRAUND

## ON THE NAME KOLKH IN THE ANCIENT WORLD

## Summary

The name Kolkh is often met in Ancient epigraphic sources. For the researchers who study archaeology and history of Colchis this circumstance brings forth a problem of ethnic belonging of those who bore this name in the Ancient World.

The article is based on a study of a graffito with the name Kolkh scratched on a vase from the 6th c BC excavated at the Temple of Apollo in Didymi (not far from Miletus), and an inscription from the 2nd c BC from the list of citizens of Cos (Tituli Calymnii) from the Island of Calymna where a woman Kolkha by name is mentioned. The author comes to a conclusion that in the Ancient World the name Kolkh not necessarily reflected ethnic belonging of its bearers. The name was proliferated not only among the Colchian slaves of the Eastern Pontus origin but also among the neighbouring Greeks.

Wide proliferation of the name Kolkh among the Greeks of the Ancient World was favoured by the popularity of the Myth of the Argonauts as well as by close trade relations between Colchis on the one hand, and the Mediterranean and the littoral of the Black Sea on the other.

## ՏՈՅՈՂԱԾՅՈՒՆ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Р. Цецхладзе. Вестн. Харьк. ун-та, История, вып. 22, 1988, № 316.
2. Г. Р. Цецхладзе. Тезисы докладов Крымской научной конференции «Проблемы античной культуры», ч. 3. Симферополь, 1988.
3. D. C. Braund, G. R. Tsetskhladze. Classical Quarterly, № 39, 1, 1989.
4. R. Naumann, K. Tuschelt. Istanbul Mitteilungen. Tubingen, 1963/64, Band 13/14, 55-57.
5. А. Валлон. История рабства в античном мире М., 1941, 127.
6. S. M. Sherwin-White. Ancient Cos. Gottingen. 1978. P. 125.
7. M. M. Austin. The Hellenistic World. Cambridge, 1981, 228.
8. M. Segre. Annuario della Scuola Archeologica di Atene. Roma, 1944/45. № 22/23 (N. S. 6/7), 127-36, № 88.



УДК 902.6(47.922)

АРХЕОЛОГИЯ

В. Г. САДРАДЗЕ, Р. В. ДАВЛИАНИДЗЕ, Н. Э. ШАНШАШВИЛИ,  
Н. Т. ХУБУЛУРИ

## КАТАКОМБНЫЕ ПОГРЕБЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЗАКАВКАЗЬЯ

(Представлено академиком А. М. Апакидзе 9.3.1989)

В последние годы на территории Центрального Закавказья обнаружены погребения катакомбного типа<sup>1</sup>.

Погребения этого типа известны в Армении, на Артикомском могильнике, где они датированы эпохой поздней бронзы-раннего железа (рис. 2; [1, с. 3]). Сравнительно ранние катакомбные погребения, содержащие материалы среднебронзовой эпохи, найдены на нескольких могильниках Шида Картли (рис. 3).

Синхронные памятники аналогичной конструкции изучены в Кяхетии [2, с. 84—85; 3, с. 49—51] и на территории северо-западной Армении [4, с. 134—135]. Выявление на Артикомском могильнике ката-

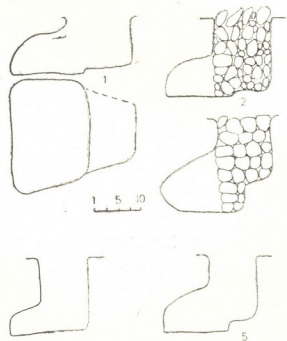


Рис. 1

комбного погребения позволяет Т. Хачатряню предположить бытование погребений этого типа в эпоху средней бронзы [5, с. 10]. Здесь же автор отмечает, что сравнение катакомб с погребениями других конструкций позволяет проследить их генетическую связь [5, с. 10—11].

<sup>1</sup> Основная яма — это погребальная камера, малая — дромос (входной колодец), рис. 1—5.

Основные конструктивные части катакомбного погребения: дромос, перегородка, камера, зачастую и ниша — характерны для погребальных строений, находящихся под курганами [3, с. 49—51]. Это обстоятельство свидетельствует либо о раннем происхождении катакомб, либо о возникновении курганов и строений этого типа в недрах одной культуры и их сосуществования.

Катакомбы эпохи ранней бронзы обнаружены в Кахетии на могильниках Певреби и Бримагеле [2, с. 86].

\* Катакомбные погребения эпохи средней бронзы раскопаны в Шида Картли — в Каспи, Натахтари I, III; на Цицамурском могильнике раскопан курган эпохи средней бронзы, в северной части которого под каменной насыпью зафиксировано катакомбное погребение.

Катакомбы этой же эпохи обнаружены и в Кахетии, на могильниках Швицдиани и Пурцелцкали (рис. 4) и в северо-западной Армении, на могильнике Арич [5, с. 10; 2, с. 86].

Катакомбные погребения эпохи поздней бронзы и раннего железа раскопаны в Армении — Артик, Спандарян, Александрополь, территория Мармашенского монастыря, Арич, Воскеак [5, с. 10] и в Шида Картли, в Церовани.

Катакомбы Центрального Закавказья эпохи ранней и средней бронзы по конструкции не отличаются от погребений того же типа эпохи поздней бронзы-раннего железа. Учитывая этот факт, можно предположить местное происхождение погребений катакомбного типа в Центральном Закавказье.

Обнаружение большего числа могильников, содержащих катакомбные погребения эпохи ранней, средней и поздней бронзы может сыграть определяющую роль в деле выяснения вопросов генезиса и распространения погребений катакомбного типа в Центральном Закавказье.

Академия наук Грузинской ССР

Институт истории,

археологии и этнографии

им. И. А. Джавахишвили

Центр археологических исследований

(Поступило 9.3.1989)

არქეოლოგია

3. საღრაჟი, რ. დავლიანიძე, ნ. ხანუაშვილი, ნ. ხუბულური

კატაკომბური სამარხები ცენტრალური ამიერკავკასიის

რეზიუმე

ცენტრალური ამიერკავკასიის ტერიტორიაზე თავი იჩინეს კატაკომბური ტიპის თხჩა-სამარხებმა. ისინი აქ აღრებრინჯაოს ხანის ადრეული ეტაპიდან დასტურდებიან, აგრძელებენ არსებობას შუა- და გვიანბრინჯაო-ადრერკინის ხანაშიც, რაც ამ ტიპის სამარხი ნაგებობის ადგილობრივ, ე. წ. ცენტრალურ-ამიერკავკასიურ წარმომავლობაზე უნდა მიგვანიშნებდეს.



V. G. SADRADZE, R. V. DAVLIANIDZE, N. E. SHANSHASHVILI,  
N. S. KHUBULURI

## CATACOMB BURIALS FROM CENTRAL TRANS-CAUCASIA

### Summary

In the territory of Central Trans-Caucasia catacomb burials have been discovered. In this territory such burials occur from the early stage of the Early Bronze Age and they continue their existence till the Middle Bronze—Early Iron Age, showing their local, i. e. central Transcaucasian, provenance.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. С. Хачатрян. Материальная культура Древнего Артика. Ереван, 1963.
2. К. Н. Пицхелаури, Ш. Ш. Дедабришвили. Отчет о полевых работах Кахетской археологической экспедиции ПАИ в 1977 г. Тбилиси, 1980.
3. М. Т. Капанадзе. Курганы эпохи бронзы Иорского ущелья. ТКАЭ, т. VI. Тбилиси, 1984.
4. Т. С. Хачатрян. Древняя культура Ширака. Ереван, 1975.
5. Т. С. Хачатрян. Артикий некрополь. Каталог. Ереван, 1979.



УДК 7.09

ხელოვნების ისტორია

6. ჩხარტიშვილი

ხელოვნების ისტორიის როგორც მეცნიერების საგნის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა პ. ზაქარაიამ 15.9.1989)

ხელოვნების ისტორიის საგანს, მისი შესწავლის ობიექტს, რა თქმა უნდა, ხელოვნება წარმოადგენს, მაგრამ ხელოვნებას, როგორც ცნობილია, მართო ხელოვნების ისტორია არ სწავლობს. ფილოსოფიის, ფსიქოლოგიის, ესთეტიკის, სოციოლოგიის, არქეოლოგიის და კიბერნეტიკის შესახებ რომ არაფერი ვთქვათ, რომელთა ინტერესი ხელოვნებისადმი განუზომელია (ესთეტიკას, მაგალითად, ხშირად, ხელოვნების შესახებ მოძღვრებადაც კი მიიჩნევენ), არსებობს მეცნიერებანი (ხელოვნების ზოგადი თეორია და ხელოვნების ცალკეულ დარგთა თეორიები), რომლებიც მსგავსად ხელოვნების ისტორიისა, საკუთრივ ხელოვნების კვლევითა დაკავებული. ხელოვნება შეადგენს მხატვრული კრიტიკის უშუალო საგანსაც. ნიშანდობლივია, რომ ხელოვნების ისტორიკოსს, ხელოვნების თეორეტიკოსს და მხატვრულ კრიტიკოსს ხელოვნებათმცოდნეს უწოდებენ.

ნათელია, რომ ხელოვნების ისტორიის, როგორც ხელოვნებათმცოდნეობითი მეცნიერების საგნის განსაზღვრისათვის ხელოვნებაზე ზოგადი მითითება საკმარისი არ არის. აუცილებელია დაზუსტდეს: სახელობრ ხელოვნების რა ასპექტებსა და პრობლემებს იკვლევს ხელოვნების ისტორია, რაში გამოიჩატება მისი თავისებურება სხვა ხელოვნებათმცოდნეობით მეცნიერებებთან და მხატვრულ კრიტიკასთან შედარებით. ამ ამოცანის გადაჭრა, ცხადია, ფუნდამენტური გამოკვლევების საქმეა. მაგრამ ჩვენი აზრით, გარკვეულ წარმოდგენას საქმის არსზე ხელოვნებათმცოდნეობის ზოგი (შერჩევითი) პრობლემის მარტივი განზომილებითი შედარებაც იძლევა. მაგალითისათვის ავიღოთ ისეთი პრობლემები, როგორიცაა — რა არის ხელოვნება, როდის და რატომ გაჩნდა ხელოვნება, რაში მდგომარეობს ხელოვნების ფუნქციები და საზოგადოებრივი დანიშნულება; განვითარების რა ეტაპებს მოიცავს საკაცობრიო ხელოვნების ისტორია; რამ განაპირობა ხელოვნების არნახული აყვავება ანტიკურ საბერძნეთში; რაში მდგომარეობს შუა საუკუნეების ხელოვნების თავისებურება; როგორია ხელოვნების მოცემული ნაწარმოების მხატვრული ღირებულება; როგორ ჩამოყალიბდა და განვითარდა ქართული ხელოვნება; როდის ცხოვრობდა და მოღვაწეობდა, ვთქვათ, ფიროსმანიშვილი და ა. შ.

თუ აქ ჩამოთვლილ პრობლემებს ფილოსოფიის ძირითადი განზომილებების პრიზმაში განვიხილავთ, აღმოჩნდება, რომ ერთნი უფრო გნოსეოლოგიისაკენ იჩენენ მიდრეკილებას („რა არის ხელოვნება“ და სხვ.), მეორენი — აქსიოლოგიისაკენ („როგორია ხელოვნების მოცემული ნაწარმოების მხატვრული ღირებულება“ და სხვ.), მესამენი — ონტოლოგიისაკენ („როდის ცხოვრობდა და მოღვაწეობდა ესა თუ ის მხატვარი“ და სხვ.). ჩვენი აზრით

პრობლემები, რომლებიც, უპირატესად, ზოგადაბსტრაქტულ (გნოსეოლოგიურ) ხასიათს ატარებენ, მიეკუთვნებიან „ხელოვნების თეორიის“ სფეროს: პრობლემები, რომლებიც ხელოვნების (უპირატესად თანამედროვე შემოქმედებითი პრაქტიკის) შეფასებისაკენ (აქსიოლოგიური დახასიათებისაკენ) არის მიმართული, მიეკუთვნებიან „მხატვრული კრიტიკის“ სფეროს; პრობლემები, რომლებიც ხელოვნებას, პირდაპირ თუ არაპირდაპირ, დროსა და სივრცის განსაჯარში (ონტოლოგიურ ასპექტში) წარმოგვიდგენენ, მიეკუთვნებიან „ხელოვნების ისტორიის“ სფეროს. საკითხს, ცხადია, დიალექტიკურად უნდა მივუდგეთ და უნდა ვიგულისხმოთ, რომ ხელოვნების ისტორია ორგანულად მოიცავს გნოსეოლოგიურ და აქსიოლოგიურ განზომილებებსაც, ისე როგორც არ არსებობს ხელოვნების თეორია და მხატვრული კრიტიკა ონტოლოგიური განზომილების გარეშე.

ხელოვნების ისტორიის როგორც მეცნიერების ჩამოყალიბება დაკავშირებულია გამოჩენილი გერმანელი მთაწროვნის ი. ვინკელმანის სახელთან, რომელმაც პირველმა კაცობრიობის ისტორიაში, წარსულის ხელოვნება სისტემური შესწავლის საგნად აქცია [1]. „წარსულის ხელოვნების“ და, საერთოდ „ხელოვნების“ სინონიმს ვინკელმანისათვის წარმოადგენდა ძველი ბერძნული ხელოვნება. მიუხედავად აღნიშნულისა, ვინკელმანი ხელოვნების ისტორიის როგორც მეცნიერების განსაზღვრებისას მარტო ანტიკური ხელოვნების ფენომენით არ იფარგლება. იგი წერს: „ხელოვნების ისტორიამ უნდა მოგვეცეს ცოდნა ხელოვნების წარმოშობის, განვითარების, ცვლილებებისა და დაცემის შესახებ, აგრეთვე სხვადასხვა ხალხების, ეპოქების და მხატვრების სტილთა ნაირფერობის შესახებ და ყოველივე ეს, შეძლებისდაგვარად, დაამტკიცოს უძველესი დროიდან შემონახული ძეგლებით.

ვინკელმანის შემდეგ ხელოვნების ისტორიამ განვითარების მეტად რთული გზა განვლო. ეს გზა, უწინარეს ყოვლისა, წარმოგვიდგება როგორც მისი (ხელოვნების ისტორიის) კვლევის საგნის სივრცობრივ-დროულ-მორფოლოგიური გაშლის პროცესი. პირველი ძეგლები, ამ მხრივ, საფრანგეთის დიდ ბურჟუაზიულ რევოლუციასთანაა დაკავშირებული. განაპირობა რა ახალი ხელოვნებათმცოდნეობითი ცნებების — „თანამედროვე ხელოვნების“, „ფრანგული ხელოვნების“, „ეროვნული ხელოვნების“ და ა. შ. ჩამოყალიბება, საფრანგეთის დიდმა ბურჟუაზიულმა რევოლუციამ, არსებითად, დასაბამი მისცა ხელოვნების ისტორიის ადრე დამკვიდრებული გეოგრაფიული და ქრონოლოგიური საზღვრების რღვევას. სწორედ საფრანგეთის ბურჟუაზიული რევოლუციის გავლენით გაჩნდა ინგლისურ ხელოვნებათმცოდნეობაში „ინგლისის ხელოვნებისა და მისი ისტორიის“ ცნებები, გერმანულ ხელოვნებათმცოდნეობაში — „გერმანიის ხელოვნებისა და მისი ისტორიის“ ცნებები. როგორც მოსალოდნელი იყო, ეროვნული ხელოვნების ისტორიის კვლევა განსაკუთრებით ინტენსიურ ხასიათს იღებს იტალიაში. XIX საუკუნის დასაწყისისათვის უკვე სრულ მეცნიერულ უფლებამოსილებას იძენს „დასავლეთ ევროპის ხელოვნების ისტორიის“ ცნება.

მაგრამ ხელოვნების ისტორიის „ექსპანსია“ დასავლეთ ევროპის „ათვისებით“ არ დამთავრებულა. ნაპოლეონის ლაშქრობებმა ეგვიპტეში და ამ ლაშქრობების დროს მოწყობილმა სამეცნიერო ექსპედიციებმა, ბევრ სხვა დარგთან ერთად, მნიშვნელოვნად გააფართოეს ხელოვნებათმცოდნეობის

თვალსაწიერი. თუ მანამდე ხელოვნებათმცოდნეობისათვის უცნობი ან თითქმის უცნობი იყო ეგვიპტური ხელოვნების ფენომენი, ამერიიდან იგი საგანგებო კვლევისა და შესწავლის ობიექტი ხდება. როგორც ჰეგელის „ესთეტიკის“ (ხელოვნების ფილოსოფიის<sup>4</sup>) კურსიდან ჩანს, ხელოვნებათმცოდნეობას, გასული საუკუნის ათიანი წლების მეორე ნახევარში მიანიც, კარგად ჰქონდა გაცნობიერებული ძველი აღმოსავლეთის ქვეყნების (ეგვიპტე, სირია, ბაბილონი) ხელოვნების ისტორია [2]. დღეისათვის უკვე ცნობილია, რომ არ არსებობს ქვეყანა თუ რეგიონი, რომელსაც ხელოვნების უაღრესად საინტერესო და სპეციფიკური ისტორია არ ჰქონდეს.

ხელოვნების ისტორიის გეოგრაფიული და ქრონოლოგიური საზღვრების გაფართოებასთან ერთად თანდათან ფართოვდებოდა მისი მორფოლოგიური განზომილებაც. თუ, მაგალითად, ვინკელმანის „ძველი დროის ხელოვნების ისტორიაში“ და სხვა ხელოვნებათმცოდნეობით გამოკვლევაში მხოლოდ სკულპტურა ფიგურირებს, XIX საუკუნის დასაწყისის ხელოვნებათმცოდნეობით-ისტორიოგრაფიულ ლიტერატურაში მყარად იკავებს ადგილს აგრეთვე არქიტექტურა. მალე სკულპტურასა და არქიტექტურას გვერდში ამოუდგა ფერწერა.

უნდა ითქვას, რომ ერთ-ერთი პირველი მონოგრაფიული გამოკვლევა ფერწერაზე ჯერ კიდევ 1792 წ. გამოჩნდა. ეს იყო ლუიჯი ლანცის „იტალიური ფერწერის ისტორია აღორძინებიდან დაწყებული XVIII საუკუნის დასასრულამდე“. 1811 წ. აღნიშნული წიგნი ფრანგულ ენაზე თარგმნა სტენდალმა. შემდეგ მან მთლიანად გადაამუშავა ლუიჯი ლანცის ტექსტი და გამოსცა (1817 წ.) სახელწოდებით „ფერწერის ისტორია იტალიაში“. ამ დროისათვის უკვე დასავლეთევროპულ ხელოვნებათმცოდნეობაში ფერწერის ისტორიისადმი მიძღვნილი სხვა არაერთი გამოკვლევა არსებობდა. აღსანიშნავია, რომ ჰეგელს „ცალკეულ ხელოვნებათა სისტემაში“ ხელოვნების დასახელებულ დარგებთან ერთად მუსიკა და პოეზია შეაქვს.

თანამედროვე ესთეტიკა და ხელოვნებათმცოდნეობა ადამიანის მხატვრული მოღვაწეობის თხუთმეტამდე დარგს იცნობს (გამოყენებითი ხელოვნება, არქიტექტურა, დეკორატიული ხელოვნება, ფერწერა, გრაფიკა, ქანდაკება, კაზმული ლიტერატურა, მუსიკა, ქორეოგრაფია, თეატრი, ფოტოგრაფია, ცირკი, კინო, დიზაინი, ტელეხედვა).

ვეყარებით რა ვინკელმანის მემკვიდრეობასა და ხელოვნების ისტორიის ჩამოყალიბების რეალურ ტენდენციებს, ჩვენ ხელოვნების ისტორიას განვმარტავთ როგორც მეცნიერებას, რომელიც შეისწავლის ცალკეული ხალხების, ქვეყნების, ეპოქების, ტერიტორიული რეგიონების თუ საერთოდ მსოფლიოს მხატვრული კულტურის ჩასახვისა და განვითარების პროცესს მთელ თავის მრავალფეროვნებასა და ქრონოლოგიურ მდინარებაში, იძლევა იმ ძირითადი მხატვრული სკოლების და მიმართულებების, აგრეთვე გამოჩენილ ხელოვანთა შემოქმედების დახასიათება-შეფასებას, რომლებიც კონკრეტულ-ისტორიული პერიოდისათვის მოცემული ხალხის, ქვეყნის, ეპოქის მხატვრული კულტურის ბირთვს შეადგენენ. ცხადია, რომ ეს განმარტება ამომწურავი არ არის. მას მხოლოდ სამუშაო ცნების მნიშვნელობა ენიჭება.

ივ. ჭავჭავაძის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 15.9.1989)



Н. А. ЧХАРТИШВИЛИ

## О ПРЕДМЕРЕ ИСТОРИИ ИСКУССТВ КАК НАУКИ

Резюме

В данной работе путь становления искусствоведческо-историографической науки представлен как временно-пространственно-морфологическое развитие ее предмета исследования.

Опираясь на Винкельмана и на тенденции созданной им науки, автор предлагает общее определение, по которому история искусств является наукой, изучающей процесс зарождения и развития художественной культуры отдельных народов, стран, эпох, территориальных регионов, и всего мира в целом во всем многообразии и хронологическом течении; История искусств характеризует и оценивает основные художественные школы и течения, а также творчество прославленных творцов, являющихся ядром культуры конкретного народа, страны, эпохи.

ART STUDIES

N. A. CHKHARTISHVILI

## HISTORY OF ART STUDIES AS AN OBJECT OF RESEARCH

Summary

The given paper presents the emergence of art studies and historiography through the morphological development of the object of their research in time and space.

Proceeding from Winckelmann and the existing tendencies of the science he has created, the author suggests a general definition in terms of which History of Arts is regarded as a science studying the process of emergence and development of artistic culture with separate nations in separate countries, epochs, territorial regions and ultimately the whole world, with due account of its variety in chronology.

History of Arts characterizes and assesses the main artistic schools and trends, as well as the works of most outstanding artists that form the cultural nucleus of any particular nation, land, epoch.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. И. Винкельман. История искусства древности. М., 1933.
2. Г. Гегель. Эстетика, т. 3, М., 1971.

## ა ვ ტ ო რ თ ა ს ა ყ უ რ ა დ ლ ე ბ ო დ

1. ჟურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევათა ჭერ გამოუქვეყნებელ შედეგებს. წერილები ქვეყნდება მხოლოდ იმ სამეცნიერო დარგებიდან, რომელთა ნომენკლატურული სია დამტკიცებულია აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ.
2. „მოამბეში“ არ შეიძლება გამოქვეყნდეს პოლემიკური წერილი, აგრეთვე მიმოხილვით ან აღწერით ხასიათის წერილი ცხოველთა, მცენარეთა ან სხვათა სისტემატიკაზე, თუ მასში მოცემული არაა მეცნიერებისათვის განსაკუთრებით საინტერესო შედეგები.
3. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიკოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბუქდალ წელიწადში შეუძლია წარმოდგინოს სხვა ავტორთა არა უმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით), ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი. საკუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანაავტორებთან ერთად — არა უმეტეს სამი წერილისა. გამოჩვენებული 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, თანაავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).
4. წერილს აუცილებლად უნდა ახლდეს ჟურნალ „მოამბის“ რედაქციის სახელზე იმ სამეცნიერო დაწესებულებების მომართვა, სადაც შესრულებულია ავტორის სამუშაო.
5. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბუქდალ სავესებით მზა სახით, ავტორის სურვილისამებრ ქართულ, რუსულ, ან ინგლისურ ენაზე. ქართულ ტექსტს თან უნდა ახლდეს რუსული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე, რუსულ ტექსტს — ქართული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე, ხოლო ინგლისურ ტექსტს — ქართული და მოკლე რუსული რეზიუმე. წერილის მოკლეობა ილუსტრაციებითურთ, რეზიუმეებითა და დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხითურთ, რომელიც მას ბოლოში ერთვის, არ უნდა აღემატებოდეს ჟურნალის 4 გვერდს (8000 სასტამბო ნიშანი), ანუ საწერ მანქანაზე ორი ინტერვალთა გადაწერად 6 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულებიანი წერილი კი 5 გვერდს). არ შეიძლება წერილებში ნაწილებად დაყოფა სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად. ავტორისაგან რედაქცია ღებულობს თვეში მხოლოდ ერთ წერილს.
6. აკადემიკოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილი, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უპასუხებს ამ წიგნის 1 მუხლის მოთხოვნას.
7. წერილი არ უნდა იყოს გადატვირთული შესავლით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოწმებული ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დამოუხილვი საკუთარი გამოკვლევის შედეგებს. თუ წერილში გზადაგზა, ქვეთავების მიხედვით ვალმოცემულია დასკვნები, მაშინ საჭირო არაა მათი გამეორება წერილის ბოლოს.
8. წერილი ასე ფორმდება: თავში ზემოთ უნდა დაიწეროს ავტორის ინიციალები და გვარი, ქვემოთ — წერილის სათაური. ზემოთ მარჯვენა მხარეს, წარმომდგენმა უნდა წააწეროს, თუ მეცნიერების რომელ დარგს განეკუთვნება წერილი. წერილის ძირითადი ტექსტის ბოლოს, მარცხენა მხარეს, ავტორმა უნდა აღნიშნოს იმ დაწესებულების სრულ სახელწოდება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია შრომა.
9. ილუსტრაციები და ნახაზები წარმოდგენილი უნდა იქნეს ორ ცალად კონვერტით ამსათან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს კალკაზე შავი ტუშით. წარწერები ნახაზებს უნდა გაუკეთდეს კალაგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემციირების შემთხვევაშიც კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილი უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოებისა და ნახაზების დაწებება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდეზე ფანქრით უნდა აღნიშნოს რა ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილი იქნეს ისეთი

ცხრილი, რომელიც ჟურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები შედგენილი უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ეგზემპლარში, ბერძნულ ასოებს — ქვემოთ და ქვემოთ გან უნდა ვაესვას თითო ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს — ქვემოთ ორ-ორი ხაზი შავი ფანქრით, ხოლო არამთავრულ ასოებს — ზემოთ ორ-ორი ხაზი შავი ფანქრით. ფანქრითვე უნდა შემოიფარგლოს ნახევარწრიტი 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 დაეცუდ იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საჟურნალო შრომა, ვუჩვენოთ ჟურნალის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი. თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ვუჩვენოთ მისი სრული სახელწოდება, გამოცემის ადგილი და წელი. თუ ავტორი საჭიროდ მიიჩნევს, ბოლოს შეუძლია გვერდების ნუმერაციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით, არამედ დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტსა თუ შენიშვნებში კვადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენებია უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა. არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც ტექსტში მითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის დამოწმება. დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს სად მუშაობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

11. „მოამბეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერატულ ჟურნალში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

12. ავტორს წასაკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებზე შეკრული კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (არაუმეტეს ორი დღისა). თუ დადგენილი ვადისათვის კორექტურა არ იქნა დაბრუნებული, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაიბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

13. ავტორს უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 25 ამონაბეჭდი.

(დამტკიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1968; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969)

რედაქციის მისამართი: თბილისი 60, კუტუზოვის ქ. № 19; ტელ. 37-22-16, 37-86-42, 37-85-61

საფოსტო ინდექსი 380060

ხ ე ლ მ ო წ ე რ ი ს ი პ ი რ ო ბ ე ბ ი: ერთი წლით 22 მან. 80 კაპ.

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. В журнале «Сообщения АН ГССР» публикуются статьи академиков, членов-корреспондентов, научных работников системы Академии и других ученых, содержащие еще не опубликованные новые значительные результаты исследований. Печатаются статьи лишь из тех областей науки, номенклатурный список которых утвержден Президиумом АН ГССР.

2. В «Сообщениях» не могут публиковаться полемические статьи, а также статьи обзорного или описательного характера по систематике животных, растений и т. п., если в них не представлены особенно интересные научные результаты.

3. Статьи академиков и членов-корреспондентов АН ГССР принимаются непосредственно в редакции «Сообщений», статьи же других авторов представляются академиком или членом-корреспондентом АН ГССР. Как правило, академик или член-корреспондент может представить для опубликования в «Сообщениях» не более 12 статей разных авторов (только по своей специальности) в течение года, т. е. по одной статье в каждый номер, собственные статьи—без ограничения, а с соавторами—не более трех. В исключительных случаях, когда академик или член-корреспондент требует представления более 12 статей, вопрос решает главный редактор. Статьи, поступившие без представления, передаются редакцией академику или члену-корреспонденту для представления. Один и тот же автор (за исключением академиков и членов-корреспондентов) может опубликовать в «Сообщениях» не более трех статей (независимо от того, с соавторами она или нет) в течение года.

4. Статья обязательно должна иметь направление из научного учреждения, где проведена работа автора, на имя редакции «Сообщений АН ГССР».

5. Статья должна быть представлена автором в двух экземплярах, в готовом для печати виде, на грузинском или на русском языке, по желанию автора. К ней должны быть приложены резюме—к грузинскому тексту на русском языке, а к русскому на грузинском, а также краткое резюме на английском языке. Объем статьи, включая иллюстрации, резюме и список цитированной литературы, приводимой в конце статьи, не должен превышать четырех страниц журнала (8000 типографских знаков), или шести стандартных страниц машинописного текста, отпечатанного через два интервала (статьи же с формулами—пяти страниц). Представление статьи 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. Подписные подписи, сделанные на языке основного текста, должны быть представлены на отдельном листе. Не следует приклеивать фото и чертежи к листам оригинала. На полях оригинала автор отмечает карандашом, в каком месте должна быть помещена та или

иния иллюстрация. Не должны представляться таблицы, которые не могут уместиться на одной странице журнала. Формулы должны быть четко вписаны черными черточками 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.

622/28

100-4



ЦЕНА 1 РУБ. 90 КОП.  
ЦЕНА 1 РУБ. 90 КОП.

ИНДЕКС 76181