

524

1978



საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

**აზაზა**

**СООБЩЕНИЯ**

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

**BULLETIN**

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 92 ტომ

№ 2

ნოემბერი 1978 НОЯБРЬ

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

ბულეტენი

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

50657

ტომი 92 ტომ

№ 2

ნოემბერი 1978 НОЯБРЬ



ს ა რ ე დ ა კ ტ ო რ ი კ ო ლ ე გ ი ა

- ა. ბოჭორიშვილი, თ. გამყრელიძე, პ. გამყრელიძე, ი. გიგინეიშვილი (მთ. რედაქტორის  
შოადგილე), თ. დავითაია, ს. ღურშიშიძე, ა. თავზელიძე, ნ. კეცხოველი,  
ვ. კუპრაძე, ნ. ლანდია (მთ. რედაქტორის შოადგილე), ვ. მახალდიანი,  
გ. მელიქიშვილი, ვ. ოკუჯავა, ა. ცაგარელი, გ. ციციშვილი,  
ე. ხარაძე (მთ. რედაქტორი), გ. ხუციშვილი, ნ. ჭავჭავაძე

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- А. Т. Бочоришвили, П. Д. Гамкрелидзе Т. В. Гамкрелидзе, И. М. Гигинейшвили  
(зам. главного редактора), Ф. Ф. Давитая, Н. А. Джавахишвили,  
С. В. Дурмишидзе, Н. Н. Кецховели, В. Д. Купрадзе, Н. А. Ландиа  
(зам. главного редактора), В. В. Махалдiani, Г. А. Меликишвили,  
В. М. Окуджава, А. Н. Тавхелидзе, Е. К. Харაძე (главный  
редактор), Г. Р. Хуцишвили, А. Л. Цагарели,  
Г. В. Цицишвили

2022

პასუხისმგებელი მდივანი გ. მახარაძე  
Ответственный секретарь Г. Е. Махарадзе

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 29.12.1978; შვედ. № 3470; ანაწილის ზომა 7×12;  
ქაღალდის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 16; სააღრიცხვო-საგამომცემლო  
ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 22,5; უფ 12577; ტირაჟი 1650; ფასი 1 მან.

Подписано к печати 29.12.1978; зак. № 3490; размер набора 7×12; размер  
бумаги 70×108; физический лист 16; уч.-издательский лист 18,5; печатный  
лист 22,5; УФ 12577; тираж 1650; цена 1 руб.

\* \* \*

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

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

## შ ი ნ ა ა რ ს ი

### მათემატიკა

- \* გ. კოლოშვილი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი).  
ჰოლოლოგიებისაგან წარმოქმნილი ერთი ფუნქტორის აგების შესახებ 275
- \* ს. კოტანოვი. ძლიერი ძვრადობა სივრცეთა და ასახვათა ზოგიერთი კლასის მიმართ 279
- \* რ. დუდუჩავა. კონვოლუციის ტიპის ინტეგრალური განტოლებები წყვეტილი კოეფიციენტებით 284
- \* გ. ბერიკელაშვილი. თანაბრად კრებადი სამშრიანი მაღალი სიზუსტის სქემე-  
ბი სითბოგამტარობის მრავალგანზომილებიანი განტოლებებისათვის 288
- \* რ. ორმოცაძე. სივრცეთა ზოგიერთი კლასისა და განზომილების ყოფაქცევა  
უწყვეტი ასახვების დროს 291
- \* მ. ტალახაძე. სტაციონარული პროცესის არაპარამეტრული შეფასების ერთი მე-  
თოდის შესახებ 296
- \* ა. შანგუა. დიდ რიცხვთა კანონების შესახებ ბანახის სივრცეში 303
- \* ვ. თევზაძე. ფურიე—უოლშის მწკრივების თანაბარი კრებადობის შესახებ 304
- \* ა. ხარაზიშვილი. ინვარიანტული ზომები ვექტორულ სივრცეებში 308

### დრეკადობის თეორია

- \* მ. ბასილაშვილი. ელასტოთერმოდინამიკის ბრტყელი თეორიის განტოლებების  
სინგულარული და ფუნდამენტური ამოხსნების მატრიცები 312

### ფიზიკა

- \* ე. ანდრონიკაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ჯ. წაქაძე.  
მბრუნავი კვანტური სისტემების დრეკად-პლასტიკური თვისებების გამოსაკვლევი  
პრეციზიული ბრუნვის დანადგარი 315
- \* ქ. ღარიბაშვილი, ვ. მუმლაძე, ნ. რამიშვილი. პოლოგრაფიაში გამო-  
ყენებული  $KBr$ ,  $KCl$  ჰიდრირებული ტუტე-მიწა კრისტალების კვლევის ზოგი-  
ერთი შედეგი 320
- \* ა. ხელაშვილი. ლოგარითმული პოტენციალის სპექტრის შესახებ 324
- \* გ. გეგიაძე, ო. დავარაშვილი, ი. კრიალაშვილი, ს. კონიკოვი,  
ლ. ნაცვლიშვილი, რ. ჩიქოვანი, ა. შოტოვი. ფაზური ურთიერთ-  
ქმედება  $Pb-Sn-Se$  სისტემაში 328
- \* ო. კირვალაძე. ელექტროლიტში ელექტროგახურების დროს გერმანიუმში წყალ-  
ბადის დიდფუზიის შესახებ 330

### ასტრონომია

- \* ლ. სიგუა. არეკვლილი სინათლის პოლარიზაციის განაწილება სატურნის დისკოზე 335

\* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

ქ. შარქის სსრ. საქ. სსრ  
სახელმწიფო რესპუბლიკა  
მეცნიერებათა აკადემია

ჯოგადი და არაორგანული ქიმიის

- \*ნ. მჭარელიშვილი, ე. დავითაშვილი, ე. ნათაძე, ე. ზედელაშვილი. ერბიუმისა და ტერმის კარბონატების ერთდროული დალექვის რეაქციის შესწავლა 340

ორგანული ქიმიის

- \*ა. ნოლაიდელი, ლ. ხანანაშვილი, ლ. ნაკაიძე, თ. ჩოგოვაძე. ე. ცხოვრებაშვილი, რ. ვოლკოვა, გ. ნოლაიდელი. სოლიაუმის ატომთან მდგომი დიციკლოპენტენილის რადიკალის შემცველი პოლიორგანოსილოქსანების სინთეზი 344

ფიზიკური ქიმიის

- \*მ. სიღამონიძე, გ. ციციშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი), დ. შავლაძე, ი. იაშვილი, ქ. მარჩილაშვილი. TMA-ოფრეტიტის ტიპის ცელოლის ადსორბციულა ცენტრების გამოკვლევა იწ-სპექტროსკოპიის მეთოდით 313
- \*გ. ჩაჩანიძე, თ. მაჩალაძე, თ. ფაქეცანიშვილი, დ. ტურაშვილი. Co—Zn ფერიტების და გამოსავალი მასალების თერმოგრაფიკული ანალიზი 352
- \*ჭ. ნადირაძე. ცელესტინის კონცენტრაციის აღდგენის კინეტიკა მდულარე ფენაში აირადი აღმდგენლებით 356
- \*თ. სიხარულიძე, თ. დარახველიძე, ე. იუსტოვა, კ. ალექსეენა. ლენობროდუქტების ფეროვნების განსაზღვრა XYZ სისტემაში ფერთა ატლასის მეშვეობით 359
- \*ე. ქვიციანიშვილი. ზოგიერთი რედოქს-ელექტროდის ელექტროკატალიზური აქტივობის დამოკიდებულება ლენომასალებში გახსნილ ქანგბაზზე 364

ქიმიური ტექნოლოგიის

- \*ლ. კიკნაძე, ე. ბახტაძე. პალადიუმით პრომოტირებული მანგანუმიანი კატალიზატორის აქტივობა და ზოგიერთი თვისება ნახშირბადის დიჟანგის რეაქციაში 367

მინერალოგია

- \*გ. ნასიძე. პიროქსენების მინალებზე გადათვლა და მათი კორელაციის საკითხები 371

ჰიდრობიოლოგია

- \*ნ. ვარძელაშვილი, მ. ჩხენკელი. ვენტურისის მშენებლობის რაიონის მიწისქვეშა წყლების რადიოლოგიური დახასიათება (დასავლეთი საქართველო) 375

სამშენებლო მემანია

- \*ზ. მელქაძე, თ. სიხარულიძე. ძალიან მცირე წრიული ხერცით შესუსტებული მრავალტალღიანი დამრეცი ცილინდრული გარსებისაგან შედგენილი გადახურვის ანგარიში 379
- \*ნ. ბულია. წრიული ხერცით შესუსტებული, ერთფენიანი, ტრანსვერსალურ-იზოტროპული ორმაგი სიმრუდის მქონე დამრეცი გარსის ღუნვის ერთი ამოცანის ანგარიშის შესახებ 383
- \*გ. მსხილაძე. ლერძულ ძალზე მომუშავე წრიული კვეთებით შესუსტებული ლითონის ელემენტებში ძაბვების კონცენტრაციის კოეფიციენტის განსაზღვრა 388
- \*ლ. მუხაძე. ფორმირებული ვანტური სისტემების თანაბარსიმტყვიანობა და ზედაპირის გეომეტრიული მოხაზულობების ერთადერთობა 391

მეტალორგია

- \*ა. კანდელიძე, ვ. რცხილაძე, დ. ცაგარეიშვილი, ა. ხვედელიძე.  
 რკინის, ნიკელისა და კობალტის ოქსიდების ზოგიერთი თერმოდრეკადი თვისება 356

მანქანათმშენობა

- ა. ვაშალომიძე. სხვადასხვა ტექნოლოგიით მოწყობილი ტერასების ეკონომიური  
 ეფექტურობა 377

ენერგეტიკა

- \*ა. კვინტრაძე. ჰიდროლოგიური რიგების პერიოდული მდგენელის გავლენა წყალ-  
 სამეურნეო ანგარიშების შედეგებზე 403
- \*ნ. პულუაშვილი. სუსტ არაერთგვაროვან ელექტრულ ველებში ელუვაბით იზო-  
 ლაციის ელექტრული სიმტკიცის გამოკვლევა კომპუტატური გადაძაბვების იმ-  
 პულსების ზემოქმედების დროს 408

თბოტექნიკა

- \*გ. ხეჩუაშვილი. თბოგადაცემის გამოკვლევა ჩაის ფოთლის ფენის გაცივების  
 პროცესში 411

ატომობურთი მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

- \*მ. ფხოველიშვილი. დილოსის ლოგიკური პროცესორი 415
- \*ი. მიქაძე. მზადყოფნის საინტერვალო კოეფიციენტის განსაზღვრის ერთი ხერხის  
 შესახებ 420

ნიადაგთმშენობა

- \*რ. პაპისოვი, რ. რამიშვილი, რ. მარდალეიშვილი. საქართველოს  
 პირობებში აერომეთოდის გამოყენების საკითხისათვის ნიადაგების მსხვილმასშტა-  
 ბიანი გამოკვლევისას 423
- \*ნ. დარასელია, ზ. კალატოხოვა, ე. ლაფანაშვილი. ბენტონატური  
 თიხების ღია წესით დამუშავების შემდეგ რეკულტივირებული ნიადაგების ეფექ-  
 ტიანობის შეფასება ზოგიერთი ბიოლოგიური მარკერების მიხედვით 427

აღამრინისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

- \*ნ. ნემსაძე. ძილის პარადოქსული ფაზის დეპრივაციის გავლენა ბგერითი დისკრი-  
 მინაციის გამომუშავებაზე 431
- \*ზ. ნანობაშვილი. წინა ოთხგორაკის ნეირონების საპასუხო აქტიურობის დახასია-  
 თებისათვის 435

ბიომიზია

- \*თ. ზაალიშვილი, ც. ქურდოვანიძე, დ. მარგიაანი. აღენოზინდიფოს-  
 ფორბოზილირების გავლენა ვირთავის ღვიძლის ბირთვების დნმ-პოლიმერაზულ  
 აქტიურობაზე 437
- \*ო. ჯიშკარიანი, თ. ლურსმანაშვილი, მ. ცარციძე, ბ. ლომსაძე.  
 ლიზოსომური მემბრანების ლიპიდური შედგენილობა და მათი ასიმეტრიული  
 განაწილება ნორმასა და ავთვისებიანი სიმსივნის ზრდის დროს 444
- \*მ. ყაზახაშვილი, ნ. ვორონოვა. ადრენალინის გავლენა რნმ რაოდენობრივ  
 განაწილებაზე ვირთავის ჰიპოთალამუსისა და ჰიპოკამპის ნეირონებსა და ნეირო-  
 გლიაში 447
- \*მ. გორდეზიანი, ე. ბობოხიძე. ქოლესტეროლის ეთერიფიცირებისა და ენ-  
 გეითი გარდაქმნების რაოდენობრივი ცვლილებები მცენარის ფოთლებში 452
- \*რ. კორძაია, ო. აბაშიძე, ნ. ნუცუბიძე. ნიტრატრედუქტაზის შიდაუჯ-  
 რედული ლოკალიზაცია სიმინდის ღესეებსა და ფოთლებში 455



## მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

- \*თ. იმნაძე. საქართველოში გავრცელებული ზოგიერთი ქერქიპამიდან გამოყოფილი *Bac. thuringiensis* I სეროტიპის ბაქტერიების დახასიათება 459
- ლ. ალექსი-მესხიშვილი. ხელნაწერების დეზინფექცია ფორმალინის კამერულ მეთოდის გამოყენებით 461

## ფიტოპათოლოგია

- \*ნ. კრელაშვილი. ახალი მონაცემები საქართველოს პირობებში ვაზის კრაქის (*Plasmopara viticola* Bere et de Toni) შესწავლაში 468

## ციტოლოგია

- \*მ. გედევანიშვილი, ლ. მუსხელიშვილი. თავის ეპიდერმისში აღრუნორეცეფტის დახასიათებისათვის 471
- \*ი. განჯილაძე. მიოეპითელური უჯრედების ულტრასტრუქტურა სარძეო ჯირკვლის კიბოს ჩამოყალიბების პროცესში 476
- \*თ. ჩაჩანაშვილი. პეპარინფერაბის გავლენა გულის კუნთის მიკროციტულატორულ ქსელზე რეგმატიული მიტრალური მანკების დროს 479
- \*ლ. მუსხელიშვილი. ფნმ-ის სინთეზის β-აღრენერგული სტიმულაცია თავის ეპიდერმისში 483

## მასპერიმენტული მედიცინა

- \*ო. ლუღუშაური, დ. ოშიაძე, დ. ნაკაშიძე, მ. კალაშნიკოვა. რევიპინტის ძელოვანი ქსოვილის რეაქცია კორუნდ-დ-კერამიკული მასალის იმპლანტატივზე 487

## პალეობიოლოგია

- \*ლ. გაბუნია (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), მ. ბირიუკოვი. არქტოციონოიდების (*Arctocyonoidea*) თავისებური წარმომადგენელი აზიის პალეოგენიდან 492

## ბაკონომიკა

- \*ტ. ალიევი. პროლუქციის წარმოებისა და განაწილების ნატურალურ-ღირებულე-ბითი ბალანსის შიგადაზღოვრები მოდელი 495

## ენათმეცნიერება

- ქ. ლომთათიძე (საქ. სსრ მეცნ. წევრ-კორესპონდენტი). აბაზურ-აფხაზური შინაპა/ა—შინაზა („თოკი“) სიტყვის ეტიმოლოგია 497
- ი. ქლენტი. უნივერსალიები ნაზალურ ფონემათა შესახებ 501
- \*ო. კაპანაძე. ქართული ენის მარტივი წინადადების ავტომატური სინტაქსური ანალიზის ზოგიერთი ასპექტი 508

## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

Г. С. Чогошвили. О построении одного функтора, порожденного гомологией	273
С. С. Котанов. Сильная подвижность относительно некоторого класса пространств и отображений	277
Р. В. Дудучава. Интегральные уравнения типа свертки с разрывными коэффициентами	281
Г. К. Берикелашвили. Равномерно сходящиеся трехслойные схемы повышенной точности для многомерного уравнения теплопроводности	285
Р. Н. Ормоцадзе. О поведении некоторых классов пространств и размерности при непрерывных отображениях	289
М. В. Талахадзе. Об одном методе непараметрического оценивания стационарного процесса	293
А. Г. Шагуа. О законах больших чисел в банаховом пространстве	297
В. И. Тевзадзе. О равномерной сходимости рядов Фурье—Уолша	301
А. Б. Харазишвили. Инвариантные меры в векторных пространствах	305

### ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

М. В. Басилашвили. Матрицы фундаментальных и сингулярных решений уравнений плоской теории эластотермодиффузии	309
---	-----

### ФИЗИКА

Э. Л. Андроникашвили (академик АН ГССР), Дж. С. Цакадзе. Установка прецизионного вращения для исследования упруго-пластических свойств вращающихся квантовых жидкостей	313
К. А. Гарибашвили, В. В. Мумладзе, Н. М. Рамишвили. Некоторые результаты исследования гидрированных целочленно-галондных кристаллов $KBr$ , $KCl$ , применяемых в голографии	317
А. А. Хелашвили. О спектре логарифмического потенциала	321
Г. Г. Гегиадзе, О. И. Даварашвили, И. В. Криалашвили, Г. С. Конников, Л. М. Нацвлишвили, Р. И. Чиковани, А. П. Шотов. Фазовое взаимодействие в системе $Pb-Sn-Se$	325
И. Д. Кирвалидзе. О диффузии водорода в германии при электроннагреве в электролите	329

### АСТРОНОМИЯ

Л. А. Сигуа. Распределение поляризации отраженного света по диску Сатурна	333
---	-----

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

## ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Н. В. Мзареулишвили, Е. Г. Давиташвили, В. П. Натидзе, Е. Н. Зеделашвили. Исследование реакции совместного осаждения карбонатов эрбия и железа 337

## ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- А. И. Ногайдели, Л. М. Хананашвили, Л. И. Накаидзе, Т. В. Чоговадзе, В. С. Цховребашвили, Р. В. Волкова, Г. А. Ногайдели. Синтез полиарганосилоксанов с дициклопентильными радикалами у атома кремния 341

## ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Ш. И. Сидамонидзе, Г. В. Цицишвили (академик АН ГССР), Д. М. Шавладзе, И. И. Иашвили, К. М. Марчилашвили. Исследование природы адсорбционных центров цеолита типа ТМА-оффрета (О) ИК-спектроскопическим методом 345
- Г. Д. Чачанидзе, Т. Е. Мачаладзе, Т. А. Павленишвили, Д. И. Турашвили. Термогравиметрический анализ CO-Zn ферритов и исходных материалов 349
- Д. Г. Надирадзе. Кинетика восстановления целестинового концентрата газообразными восстановителями в кипящем слое 353
- Т. Г. Сихарулидзе, О. К. Дарухвелидзе, Е. Н. Юстова, К. А. Алексеева. Определение цвета винопродуктов в системе XYZ при помощи цветового атласа 357
- Э. Г. Жижилашвили. Зависимость электрокаталитической активности некоторых редокс-электродов от концентрации растворенного в виноматериалах кислорода 361

## ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- Л. П. Кикнадзе, В. Ш. Бахтадзе. Активность и некоторые свойства промотированного палладием марганцевого катализатора при окислении CO 365

## МИНЕРАЛОГИЯ

- Г. И. Насидзе. Пересчет пироксенов на миналы и вопросы их корреляции 369

## ГИДРОБИОЛОГИЯ

- И. С. Вардзелашвили, Ш. М. Чхенкели. Радиологическая характеристика подземных вод района строительства ИнгуриГЭС (Западная Грузия) 373

## СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

- З. А. Мелкадзе, Т. Д. Сихарулидзе. Расчет многоволновых пологих цилиндрических оболочек покрытия, ослабленных очень малым круговым отверстием 377
- Н. П. Булия. Об одной задаче расчета изгиба однослойных пологих оболочек двойной кривизны, изготовленных из трансверсально-изотропного материала, ослабленных очень малым круговым отверстием 381
- Г. Г. Мехиладзе. Определение коэффициента концентраций напряжений в металлических элементах, ослабленных круговыми отверстиями, работающими на осевое усилие 385

- Л. Г. Мухадзе. Равнопрочность и единственность геометрических очертаний поверхностей формируемых вантовых систем 389

## МЕТАЛЛУРГИЯ

- А. З. Канделаки, В. Г. Рихиладзе, Д. Ш. Цагарейшвили, А. Г. Хведелидзе. Некоторые термомеханические свойства оксидов железа, никеля и кобальта 393

## МАШИНОВЕДЕНИЕ

- \* А. П. Вашаломидзе. Экономический эффект террас, сооруженных по различной технологии 400

## ЭНЕРГЕТИКА

- А. Ш. Квинтрадзе. Влияние учета периодической составляющей гидрологических рядов на результаты водохозяйственных расчетов 401  
Н. И. Пулузашвили. Исследование электрической прочности элегазовой изоляции в слабонеоднородных полях при воздействии импульсов коммутационных перенапряжений 405

## ТЕПЛОТЕХНИКА

- Г. З. Хечуашвили. Исследование теплообмена при охлаждении слоя чайного листа 409

## АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

- М. Г. Пховелишвили. Логический процесс ДИЛОС 413  
И. С. Микадзе. Об одном способе определения интервального коэффициента готовности 417

## ПОЧВОВЕДЕНИЕ

- Р. И. Паписов, Р. З. Рамишвили, Р. К. Мардалейшвили. К вопросу о применении аэромегода при крупномасштабных обследованиях почв в условиях Грузии 421  
Н. А. Дараселия, Г. Б. Калатозова, Е. Ф. Лапиашвили. Некоторые биологические показатели оценки эффективности приемов рекультивации земель при разработках бентонитовых глин 425

## ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- Н. Д. Немсадзе. Влияние депривации парадоксального сна на выработку звуковой дискриминации 429  
З. И. Нанобашвили. К характеристике ответной активности нейронов передних бугров четверохолмия 433

## БИОХИМИЯ

- Т. М. Заалишвили, Ц. А. Курдованидзе, Д. О. Маргиани. Влияние аденозинфосфорилирования на ДНК-полимеразную активность ядра печени крыс 437  
О. С. Джишкариани, Т. А. Луреманашвили, М. А. Царцидзе, Б. А. Ломсадзе. Липидный состав и асимметричность фосфолипидов лизосом в норме и при злокачественном росте 441



- М. Р. Қазакхашвили, Н. В. Воронова. Влияние адреналина на количественное распределение РНК в нейронах и нейроглии гипоталамуса и гиппокампа крыс 445
- М. Ш. Гордезиани, Е. А. Бобохидзе. Изменение количественного соотношения процессов этерификации и окислительных превращений холестерина в листьях растений 449
- Р. Д. Кордзахия, О. В. Абашидзе, Ч. Н. Нуцубидзе. Внутриклеточная локализация нитратредуктазы в корнях и листьях кукурузы 453

#### МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

- Т. Ш. Имнадзе. Характеристика штаммов *Bac. thuringiensis* I серотипа, выделенных из некоторых короедов в Грузии 457
- \* Л. Г. Алекси-Месхишвили. Камерная дезинфекция рукописей парами формалина 463

#### ФИТОПАТОЛОГИЯ

- Л. Г. Чрелашвили. Новые данные в изучении мильдю винограда *Plasmopara viticola* (Bere et de Toni) в условиях Грузии 465

#### ЦИТОЛОГИЯ

- М. Д. Гедеванишвили, Л. В. Мухелишвили. К характеристике адренорецепции в эпидермисе мыши 469
- И. А. Гачечиладзе. Ультраструктура миоэпителиальных клеток в процессе становления рака молочной железы 473
- Т. Р. Чачанашвили. Влияние гепаринотерапии на состояние микроциркуляторного русла миокарда у больных ревматическим митральным пороком сердца 477
- Л. В. Мухелишвили.  $\beta$ -Адренергическая стимуляция синтеза ДНК в эпидермисе мыши 481

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- О. Н. Гудушаури (академик АН ГССР), Д. А. Омиадзе, Д. К. Накашидзе, М. С. Калашникова. Реакция костной ткани реципиента при имплантации корундокерамического материала 485

#### ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

- Л. К. Габуния (академик АН ГССР), Н. Д. Бирюков. О присутствии своеобразного представителя арктоционовидей (*Arctocyonoidea*) в палеогене Азии 489

#### ЭКОНОМИКА

- Т. М. Алиев. Внутриотраслевая модель баланса производства и распределения продукции натурально-стоимостного типа 493

#### ЯЗЫКОЗНАНИЕ

- \* К. В. Ломтатидзе. К этимологии абазинско-абхазского слова *šáqá/aš-šáxa* „веревка“ 499
- \* И. Г. Жгенти. Универсалии о названных фонемах 503
- О. Г. Капанадзе. Некоторые аспекты автоматического синтаксического анализа простого предложения в грузинском языке 505

## CONTENTS\*

### MATHEMATICS

G. S. Chogoshvili. On the construction of a functor generated by homology	275
S. S. Kotanov. Strong movability relative to some classes of spaces and mappings	280
R. V. Duduchava. Integral equations of the convolution type with discontinuous coefficients	284
C. K. Berikelashvili. Higher-order accuracy uniformly convergent three-layer difference schemes for a multi-dimensional heat equation	288
R. N. Ormotsadze. On the behaviour of some classes of spaces and of dimension in the case of continuous mappings	292
M. V. Talakhadze. On a method of non-parametric estimation of a stationary process	296
A. G. Shangua. On the laws of large numbers in Banach spaces	300
V. I. Tevzadze. On the uniform convergence of Fourier-Walsh series	304
A. B. Kharazishvili. Invariant measures in vector spaces	308

### THEORY OF ELASTICITY

M. V. Basilashvili. Matrices of singular and fundamental solutions for equations of the elastothermodiffusion plane theory	312
--	-----

### PHYSICS

E. L. Andronikashvili, J. S. Tsakadze. A precision rotation unit for investigation of elastic-plastic properties of rotating quantum liquids	315
K. A. Garibashvili, V. V. Mumladze, N. M. Ramishvili. Some results of an investigation of hydrogenated alkali-halogen crystals of $KBr$ , $KCl$ used in holography	320
A. A. Khelashvili. On the spectrum of the logarithmic potential	324
G. G. Gegiadze, O. I. Davarashvili, I. V. Krialashvili, S. G. Konnikov, L. M. Natsvlishvili, R. I. Chikovani, A. P. Shotov. Phase interaction in the $Pb-Sn-Se$ system	328
I. D. Kirvalidze. On hydrogen diffusion in germanium at electroheating in an electrolyte	331

### ASTRONOMY

L. A. Sigua. The distribution of polarization of reflected light on saturn's disk	335
---	-----

---

\* A title marked with an asterisk refers to the summary of the article.

## GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

- N. V. Mzareulishvili, E. G. Davitashvili, V. P. Natidze, E. N. Zedelashvili. Study of simultaneous precipitation of erbium and ferric carbonates 340

## ORGANIC CHEMISTRY

- A. I. Nogaideli, L. M. Khananashvili, L. I. Nakaidze, T. V. Chogovadze, V. S. Tskhovrebashvili, R. V. Volkova, G. A. Nogaideli. Synthesis of polyorganosiloxanes with dicyclopentenyl groups at the silicon atoms 344

## PHYSICAL CHEMISTRY

- Sh. I. Sidamonidze, G. V. Tsitsishvili, D. M. Shavladze, I. I. Iashvili, K. M. Marchilashvili. Ir-spectroscopy study of the nature of adsorption centres of tma-offretite (o) type zeolite 348
- G. D. Chachanidze, T. E. Machaladze, T. A. Pavlenishvili, D. I. Turashvili. Thermogravimetric analysis of Co-Zn ferrites and initial materials 352
- J. G. Nadiradze. Kinetics of celestine concentrate reduction by gaseous reductants in boiling bed 356
- T. G. Sikharulidze, O. K. Darakhvelidze, E. N. Yustova, K. A. Alekseeva. Determination of the colour of wine products in the X, Y, Z coordinate system using the colour atlas 360
- E. G. Zhizhilashvili. Change dependence of the electrocatalytic activity of some redox-electrodes on the concentration of oxygen dissolved in wine materials 364

## CHEMICAL TECHNOLOGY

- L. P. Kiknadze, V. Sh. Bakhtadze. The activity and some properties of manganese catalyst promoted by palladium in the reaction of carbon monoxide oxidation 368

## MINERALOGY

- G. I. Nasidze. Recalculation of pyroxenes according to minerals and questions of their intercorrelation 371

## HYDROBIOLOGY

- N. S. Vardzelashvili, Sh. M. Chkhenkeli. Radiologic characteristics of underground waters of the area of the Inguri hydro power plant construction (Western Georgia) 376

## STRUCTURAL MECHANICS

- Z. A. Melkadze, T. D. Sikharulidze. Calculations of multiwave sloping cylindrical shells weakened by a very small circular orifice 380

- N. P. Bulia. On one problem of calculating the bending of single-ply double-curve sloping shells of transversalisotropic material weakened by a very small circular orifice 384
- G. G. Mskhiladze. determination of the reduced factor of stress concentration in metal members weakened by circular holes and exposed to axial stress 388
- L. G. Mukhadze. Equal-strength and uniqueness of the geometric outlines of the surfaces of cable systems under formation 392

#### METALLURGY

- A. Z. Kandelaki, V. G. Rtskhiladze, D. Sh. Tsagareishvili, A. G. Khvedelidze. The thermoelastic properties of magnetite, nickel and cobalt oxides 396

#### MACHINE BUILDING SCIENCE

- A. P. Vashalomidze. The economic effectiveness of terraces made by use of different technologies 400

#### POWER ENGINEERING

- A. Sh. Kvintradze. The effect of considering the periodic component of hydrological series on the results of water economy calculations 404
- N. I. Puluzashvili. Study of insulation strength of SF<sub>6</sub> in weakly nonuniform fields under the influence of commutation overload impulses 408

#### HEAT ENGINEERING

- G. Z. Khechuaashvili. Investigation of heat transfer in the tea leaf sheet chilling process 412

#### AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- M. G. Pkhovelishvili. Dilos system's logical processor 415
- I. S. Mikadze. On a technique of determining operational readiness 420

#### SOIL SCIENCE

- R. I. Papisov, R. Z. Ramishvili, R. K. Mardaleishvili. Application of aerial methods in large-scale investigations of soils under conditions of Georgia 424
- N. A. Daraselia, G. B. Kalatozova, E. F. Lapanashvili. Some biological indicators of the efficiency of soil recultivation techniques at bentonite clay workings 428

#### HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- N. D. Nemsadze. Effect of paradoxical sleep deprivation on the acquisition of sound discrimination 432
- Z. I. Nanobashvili. On the characteristics unit responses in superior colliculus 436



## BIOCHEMISTRY

- T. M. Zaalishvili, Ts. A. Kurdovanidze, D. O. Margiani. The influence of adenosinediphosphorybosylation on the DNA-polymerase activity of rat liver nuclei 439
- O. S. Jishkariani, T. A. Lursmanashvili, M. A. Tsartsidze, B. A. Lomsadze. Lipid composition and asymmetry of lysosome phospholipids in normal and tumorous growth 444
- M. R. Kazakhashvili, N. V. Voronova. Effect of adrenaline on the RNA distribution in the neurons and neuroglia of the rat hypothalamus and hippocampus 448
- M. Sh. Gordeziani, E. A. Bobokhidze. Quantitative changes of cholesterol etherification and oxidative transformations in plant leaves 452
- R. D. Kordzakhia, O. V. Abashidze, N. N. Nutsubidze. Intracellular localization of nitrate reductase in roots and leaves of maize 455

## MICROBIOLOGY

- T. Sh. Imnadze. Characterization of strains of *bac. thuringiensis* I serotype isolated from some bark beetles in Georgia 460

## MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

- L. G. Aleksii-Meskhishvili. Chamber disinfection of manuscripts by formalin steam 463

## PHYTOPATHOLOGY

- L. G. Chrelashvili. New evidence on the study of *plasmopara viticola* bere et de toni in Georgia 468

## CYTOLOGY

- M. D. Gedevanishvili, L. V. Muskhelishvili. On the mode of adrenergic reception in murine epidermal cells 472
- I. A. Gachechiladze. Ultrastructure of myoepithelial cells in the process of mammary gland cancer formation 476
- T. R. Chachanashvili. Effects of heparin therapy on the state of microcirculatory bed in patients with rheumatic mitral heart disease 480
- L. V. Muskhelishvili.  $\beta$ -adrenergic stimulation of DNA synthesis in murine epidermis 484

## EXPERIMENTAL MEDICINE

- O. N. Gudushauri, D. A. Omiadze, D. K. Nakashidze, M. S. Kalashnikova. Reaction of recipient bone to implantation of corundum-ceramic material 488

PALAEOBIOLOGY

- L. K. Gabunia, N. D. Birjukov. On the presence of a peculiar representative of arctocyonoids in the paleogene of Asia 492

ECONOMICS

- T. M. Aliev. An intrabranh model of the balance of production and distribution of natural-value type products 496

LINGUISTICS

- K. V. Lomtadze. On the etymology of the Abaza-Abkhaz word *šəaqə/a-šəáxa* ("rope") 499

- I. G. Zhgenti. Universals concerning nasal phonemes 503

- O. G. Kapanadze. Aspects of the automatic syntactic analysis of Georgian simple sentence 508

Г. С. ЧОГОШВИЛИ  
(Академик АН Грузинской ССР)

## О ПОСТРОЕНИИ ОДНОГО ФУНКТОРА, ПОРОЖДЕННОГО ГОМОЛОГИЕЙ

Исходя из какой-либо категории топологических пространств и теории гомологии, заданной на этой категории, строится функтор, обладающий, как увидим впоследствии, рядом свойств функтора гомотопии. Соответствующие группы получаются как пределы прямых спектров из групп гомологии пространств, принадлежащих некоторым вспомогательным категориям данной категории [1, 2].

Пусть  $K$  — некоторая категория топологических пространств с базисными точками,  $H = \{H_n\}$  — какая-либо гомологическая теория на  $K$ ,  $R$  — произвольное пространство из  $K$ ,  $n$  — фиксированное натуральное число  $\geq 2$ . Рассмотрим какую-либо малую подкатегорию  $K_n$  категории  $K$ , объекты которой суть линейно связанные пространства  $X$ , для которых  $\pi_1(X) = 1$  и  $H_i(X) = 0$ ,  $0 < i < n$ , т. е. 1-связные и  $i$ -ациклические,  $0 < i < n$ , в смысле  $H$  пространства из  $K$ ; требуется, далее, чтобы  $K_n$  вместе с  $X$  содержала конус над  $X$ , вместе с парой пространств  $X, Y$  содержала и их одноточечное объединение  $X \vee Y$  и вместе с парой отображений  $k, l: X \rightarrow Y$  — как цилиндры  $Z_k$  и  $Z_l$  отображений  $k$  и  $l$  в отдельности, так и „склеенный“ цилиндр  $Z_{kl}$  пары отображений  $k, l$ , т. е. цилиндры  $Z_k$  и  $Z_l$ , склеенные вдоль  $X, Y$  и отрезку  $(x_0, t)$ ,  $0 \leq t \leq 1$ , где  $x_0$  — базисная точка пространства  $X$  (ср. [3]). Следовательно, предполагается, что  $H_i(X \vee Y) = 0$  и  $H_i(Z_{kl}) = 0$ , при  $X, Y, k, l \in K_n$ ,  $0 < i < n$ .

Рассмотрим последнее условие для, например, точной теории гомологий (о первом условии см. [2, 4]).  $Z_{kl}$  есть фактор-пространство топологической суммы  $S = X \cup Y \cup Z'_k \cup Z'_l$ , где  $Z'_k$  и  $Z'_l$  — два экземпляра цилиндра  $X \times I$ ,  $I = [0, 1]$ , когда  $(x, 0) \in Z_k$  отождествляется с  $(x, 0) \in Z_l$ ,  $(x, 1) \in Z'_k$  — с  $k(x) \in i(Y)$ , где  $i$  — естественное вложение  $Y$  в  $S$ ,  $(x, 1) \in Z'_l$  — с  $l(x) \in i(Y)$  и  $(x_0, t) \in Z'_k$  — с  $(x_0, t) \in Z_l$ ,  $0 \leq t \leq 1$ ,  $x \in X$ . Обозначим через  $p$  естественное отображение пространства  $S$  на  $Z_{kl}$ .

Множества  $U = E[p(x, t)|(x, t) \in Z'_k \cup Z'_l, 0 \leq t < t_1 < 1]$  и  $U' = pi(Y) \cup E[p(x, t)|(x, t) \in Z'_k \cup Z'_l, 0 < t_2 < t \leq 1, t_2 < t_1]$  являются открытыми односвязными (ибо  $U$  и  $U'$  имеют своими деформационными ретрактами односвязные множества  $X$  и  $Y$  при  $t_1 \rightarrow 0$  и  $t_2 \rightarrow 1$  соответственно) подмножествами пространства  $Z_{kl}$ . Их пересечение  $U \cap U' = E[p(x, t)|(x, t) \in Z'_k \cup Z'_l, t_2 < t < t_1]$  непусто и линейно связно. Следовательно,  $Z_{kl}$  — односвязно.

Пусть, теперь,  $B, A, U''$  — множества таких  $p(x, t)$ ,  $(x, t) \in Z'_k \cup Z'_l$ , что  $0 \leq t \leq t_1 < 1$ ,  $0 \leq t \leq t_2 < t_1$ ,  $0 \leq t < t_2$  соответственно. Тогда  $\bar{U}'' \subset \text{int } B$ ,  $A$  является строгим деформационным ретрактом множества  $B$  и  $A \setminus U''$  — строгим деформационным ретрактом множества  $B \setminus U''$  (ретракция происходит, когда  $t$  движется от  $t_1$  до  $t_2$ ). Следовательно (см. [5], теорема 1. 12. 2), отображение вложения  $(Z_{hl} \setminus U'', A \setminus U'') \rightarrow (Z_{hl}, A)$  индуцирует изоморфизм групп гомологии во всех размерностях.

Если, далее,  $C = pi(Y) \cup E[p(x, t)|(x, t) \in Z_k \cup Z'_l, t_3 \leq t \leq 1, 0 < t_3 < t_2]$ , то  $\bar{U}' \subset \text{int } C$ , множества  $Z_{hl} \setminus U''$  и  $(Z_{hl} \setminus U'') \setminus U'$  являются строгими деформационными ретрактами множеств  $C$  и  $C \setminus U'$  соответственно (ретрагирующая деформация протекает, когда  $t$  проходит значения от  $t_3$  до  $t_2$ ). Следовательно, вложение  $(Z_{hl} \setminus U', (Z_{hl} \setminus U'') \setminus U') \subset (Z_{hl}, Z_{hl} \setminus U'')$  индуцирует изоморфизм групп гомологий во всех размерностях. Но,  $A \setminus U'' = (Z_{hl} \setminus U'') \cap A = X \setminus X, Z_{hl} \setminus U' = A, (Z_{hl} \setminus U'') \setminus U' = (Z_{hl} \setminus U'') \cap A$ . Кроме того, участвующие выше пары и их вложения, имея своими строгими деформационными ретрактами пространства  $p(X)$  и  $p(Y)$ , гомотопически эквивалентны пространствам  $X$  и  $Y$  соответственно и, следовательно, односвязны и  $i$ -ацикличны,  $0 < i < n$ . Их, в силу этого, можно предположить принадлежащими категории  $K_n$ . Поэтому отображения вложений  $(Z_{hl} \setminus U', (Z_{hl} \setminus U'') \cap A) \subset (Z_{hl}, A)$  и  $(A, (Z_{hl} \setminus U'') \cap A) \subset (Z_{hl}, Z_{hl} \setminus U'')$  индуцируют во всех размерностях изоморфизмы групп гомологий. Следовательно, триада  $(Z_{hl}, Z_{hl} \setminus U'', A)$  является собственной. Поэтому, приведенная последовательность Майерга—Виеториса этой триады  $((Z_{hl} \setminus U'') \cap A$  заменено гомеоморфным ему  $X \setminus X$ )

$\dots \rightarrow H_i(X \setminus X) \rightarrow H_i(Z_{hl} \setminus U'') + H_i(A) \rightarrow H_i(Z_{hl}) \rightarrow H_{i-1}(X \setminus X) \rightarrow \dots$   
 точна. Но  $H_i(X \setminus X) = 0, i < n$ . Таким образом,  $H_i(Z_{hl}) \approx H_i(Z_{hl} \setminus U'') + H_i(A)$ . Множества  $Z_{hl} \setminus U''$  и  $A$  имеют в качестве строгих деформационных ретрактов  $p(Y)$  и  $p(X)$  соответственно (при стремлении  $t$  от  $t_2$  к 1 и от  $t_2$  к 0 соответственно). Поэтому они гомотопически эквивалентны  $p(Y)$  и  $p(X)$  соответственно; отсюда следует, что  $H_i(Z_{hl} \setminus U'') = 0, H_i(A) = 0$ , т. е.  $H_i(Z_{hl}) = 0, 0 < i < n$ .

Возьмем множество  $\Omega(R, n)$  всех пар  $\alpha = (X, f)$ , состоящих из пространств  $X$  категории  $K_n$  и отображений  $f: X \rightarrow R$  категории  $K$ . Упорядочим  $\Omega(R, n)$ , считая  $\alpha < \beta$ , где  $\beta = (Y, g) \in \Omega(R, n)$ , если существует такое отображение  $\varphi_{\alpha\beta}^k: X \rightarrow Y$  категории  $K_n$ , что  $g \varphi_{\alpha\beta}^k = f$  (верхний индекс отличает одно такое отображение от другого). Легко видеть, что  $\Omega(R, n)$  — направленная частично упорядоченная система; например, для любых  $\alpha$  и  $\beta$  элемент  $\gamma = (X \vee Y, f \vee g)$  и естественные вложения  $\varphi_{\alpha\gamma}^k: X \subset X \vee Y$  и  $\varphi_{\beta\gamma}^k: Y \subset X \vee Y$  показывают, что  $\gamma > \alpha, \beta$ .

Поставим в соответствие каждому индексу  $\alpha = (X, f)$  из  $\Omega(R, n)$   $n$ -мерную группу гомологии  $H_\alpha = H_n(X)$  пространства  $X$  в теории  $H$  и каждому упорядочению  $\alpha < \beta$  — множество гомоморфизмов  $\varphi_{\alpha\beta}^k: H_\alpha \rightarrow H_\beta$  в  $H$ , индуцированных отображениями  $\varphi_{\alpha\beta}^k$ . Система  $\{H_\alpha, \varphi_{\alpha\beta}^k\}$  образует прямую систему групп со многими гомоморфизмами в смысле [6]. Проверим, например, что если  $\alpha < \beta, \varphi_{\alpha\beta}^k$  и  $\varphi'_{\alpha\beta}^k$  — два отображения из  $K_n$  пространств



$X \rightarrow Y$  и  $h_\alpha \in H_\alpha$ , то найдутся  $\gamma > \beta$  и  $\varphi_{\beta\gamma}^k$ , такие, что  $\varphi_{\beta\gamma}^k \varphi_{\alpha\beta}^k (h_\alpha) = \varphi_{\beta\gamma}^k \varphi_{\alpha\beta}^k (h_\alpha)$ . Возьмем склеенный цилиндр  $Z_{kl}$  отображений  $\varphi_{\alpha\beta}^k, \varphi_{\alpha\beta}^k$ . Отображение  $h: Z_{kl} \rightarrow R$  определим так. Если точка  $z \in Z_{kl}$  имеет вид  $z = p(x, t)$ , где  $(x, t) \in Z'_k$ , то положим  $h(z) = gk(x)$ ; если  $z = p(x, t)$ , где  $(x, t) \in Z'_l$ , то  $h(z) = gl(x)$ ; если  $z = pi(y)$ ,  $y \in Y$ , то  $h(z) = g(y)$ . Единственность  $h$  на  $z = (x, 0)$ ,  $(x, 0) \in Z'_k \cap Z'_l$ , следует из равенства  $h(z) = gk(x) = f(x) = gl(x)$ ; единственность в точке  $z = pi(y)$ ,  $y \in Y$ , следует из равенства  $h(z) = g(y) = gk(x)$  в случае  $y = k(x)$  и из  $h(z) = g(y) = gl(x)$  в случае  $y = l(x)$ .

Пусть  $\gamma = (Z_{kl}, h)$ . Покажем, что  $\gamma > \beta$ . Определим  $\varphi_{\beta\gamma}^k: Y \rightarrow Z_{kl}$  равенством  $\varphi_{\beta\gamma}^k(y) = pi(y)$ ,  $y \in Y$ . Тогда  $h \varphi_{\beta\gamma}^k(y) = h pi(y) = g(y)$ , т. е.  $\gamma > \beta$ .

Подпространство  $Z_h = pi(Y) \cup p(Z'_k)$  есть цилиндр отображения  $\varphi_{\alpha\beta}^k$ . Поэтому, отображения  $p j_h: X \rightarrow Z_h \subset Z_{kl}$ , где  $j_h$  — естественное отображение  $j_h(x) = (x, 0) \in Z'_k$ , и  $\varphi_{\beta\gamma}^k \varphi_{\alpha\beta}^k: X \rightarrow Z_h \subset Z_{kl}$  гомотопны в  $Z_h$  и, следовательно, в  $Z_{kl}$ . Точно также,  $Z_l = pi(Y) \cup p(Z'_l)$  есть цилиндр отображения для  $\varphi_{\alpha\beta}^k$ . Поэтому, отображения  $p j_l: X \rightarrow Z_l \subset Z_{kl}$ , где  $j_l$  — отображение  $j_l(x) = (x, 0) \in Z'_l$ , и  $\varphi_{\beta\gamma}^k \varphi_{\alpha\beta}^k: X \rightarrow Z_l \subset Z_{kl}$  гомотопны в  $Z_l$  и, тем более, в  $Z_{kl}$ . Следовательно,  $\varphi_{\beta\gamma}^k \varphi_{\alpha\beta}^k$  и  $\varphi_{\beta\gamma}^k \varphi_{\alpha\beta}^k$  гомотопные отображения  $X$  в  $Z_{kl}$ . Поэтому,  $\varphi_{\beta\gamma}^k \varphi_{\alpha\beta}^k = \varphi_{\beta\gamma}^k \varphi_{\alpha\beta}^k$  для любого элемента из  $H_\alpha$  и, в частности, для взятого элемента  $h_\alpha$ .

Предельная группа  $\Pi_n(R, H)$  спектра  $\{H_\alpha, \varphi_{\alpha\beta}^k\}$  в смысле [6] и есть группа, которую мы имели в виду построить указанным выше способом.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 15.9.1978)

მათემატიკა

ბ. ზოლოტოვილი

(საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი)

ჰომოლოგიებისა და წარმოქმნილი ერთი ფუნქტორის  
აგების შესახებ

რეზიუმე

ტოპოლოგიურ სივრცეთა რაიმე კატეგორიაზე და მასზე მოცემულ ჰომოლოგიის თეორიაზე დაფუძნებით აიგება ფუნქტორი, რომელსაც ჰომოტოპიის ფუნქტორის რიგი თვისება აქვს [1, 2]. სათანადო ჯგუფები მიიღებიან როგორც ისეთი მრავალჰომომორფიზმებიანი პირდაპირი სპექტრების ზღვრული ჯგუფები [6], რომლებიც შედგენილნი არიან მოცემული კატეგორიის გარკვეული მცირე ქვეკატეგორიების სივრცეთა ჰომოლოგიის ჯგუფებისაგან.

MATHEMATICS

G. S. CHOGOSHVILI

ON THE CONSTRUCTION OF A FUNCTOR GENERATED  
BY HOMOLOGY

Summary

For some category of topological spaces and a homology theory given on this category a functor is constructed which has a number of properties of the

homotopy functor [1, 2]. The corresponding groups are obtained as the limit groups of the directed systems with many homomorphisms [6], the systems being constituted of the homology groups of spaces from certain small subcategories of the given category.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. G. Chogoshvili. Colloquia Math. Soc. J. Bolyai, 8. Topics in Topology, Keszthely (Hungary), 1972, 155—164.
2. F. W. Bauer. Math. Ann., 149, 1963, 105—130.
3. A. Dold. Halbexakte Homotopiefunktoeren, Lecture Notes in Math., 12, 1966.
4. M. Mrowka. Math. Ann., 177, 1968, 310—338.
5. S. Eilenberg, N. Steenrod. Foundations of Algebraic Topology, Princeton, 1952.
6. W. Hurewicz, J. Dugundji, C. H. Dowker. Ann. Math., 49, 1948, 391-406.



С. С. КОТАНОВ

СИЛЬНАЯ ПОДВИЖНОСТЬ ОТНОСИТЕЛЬНО НЕКОТОРОГО  
 КЛАССА ПРОСТРАНСТВ И ОТОБРАЖЕНИЙ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 14.6.1978)

А. Пусть  $S$  — некоторый класс топологических пространств,  $M$  — некоторый класс непрерывных отображений в  $S$ . Рассмотрим пару  $(S, M) = \{f: A_0 \rightarrow A \mid f \in M, A, A_0 \in S\}$ . Пусть  $\underline{X} = \{X_\alpha, p_{\alpha\alpha'}, A\}$   $CWH$  — спектр [1].

Определение 1.  $\underline{X}$  сильно подвижен относительно пары  $(S, M)$ , если для любого  $\alpha \in A$  существует  $\alpha' \in A, \alpha' \geq \alpha$ , такое, что, для любого  $\alpha'' \in A, \alpha'' \geq \alpha$  существует  $\alpha^* \in A, \alpha^* \geq \alpha', \alpha''$ , что для любых отображений  $f: A_0 \rightarrow A, \varphi: A \rightarrow X_{\alpha'}, \varphi_0: A_0 \rightarrow X_{\alpha^*}$ , удовлетворяющих условию

$$\varphi f \simeq p_{\alpha'\alpha^*} \varphi_0, \text{ где } (f: A_0 \rightarrow A) \in (S, M),$$

существуют отображения  $r: A \rightarrow X_{\alpha''}, r_0: A_0 \rightarrow X_{\alpha''}$ , что

$$p_{\alpha\alpha'} \varphi \simeq p_{\alpha\alpha''} r, \tag{1}$$

$$p_{\alpha'\alpha^*} \varphi_0 \simeq r_0, \tag{2}$$

$$r f \simeq r_0. \tag{3}$$

Теорема 1. Пусть  $\underline{X} = \{X_\alpha, p_{\alpha\alpha'}, A\}, \underline{Y} = \{Y_\beta, q_{\beta\beta'}, B\}, CWH$  — спектры и  $\underline{X}$  доминирует  $\underline{Y}$ . Если  $\underline{X}$  сильно подвижен относительно  $(S, M)$ , то и  $\underline{Y}$  сильно подвижен относительно  $(S, M)$ .

Теорема 1 позволяет дать следующее

Определение 2. Пространство  $X$  сильно подвижно относительно  $(S, M)$ , если существует ассоциированный с него сильно подвижный относительно  $(S, M)$   $CWH$ -спектр  $\underline{X} = \{X_\alpha, p_{\alpha\alpha'}, A\}$ .

Замечание 1. Если  $X$  сильно подвижно, то  $X$  сильно подвижно относительно всех топологических пространств и всех непрерывных отображений. Обратное, если  $X$  сильно подвижно относительно всех  $CW$ -комплексов и всех отображений, то  $X$  сильно подвижно.

Теорема 2. Пусть  $X$  ассоциированно с  $\underline{X} = \{X_\alpha, p_{\alpha\alpha'}, A\}, Y$  ассоциированно с  $\underline{Y} = \{Y_\beta, q_{\beta\beta'}, B\}$ . Если  $ShX \geq ShY, Y$  сильно подвижно относительно  $(S, M)$ , где  $M = \{p_{\alpha\alpha'}\}_{\alpha, \alpha' \in A} S = \{X_\alpha\}_{\alpha \in A}$ , то  $Y$  сильно подвижно.

Следствие 1. Если паракомпакт  $X$  сильно подвижен относительно всех полиэдров в слабой топологии размерности  $\leq n$  и всех отображений, и  $SdX \leq n$ , то существует  $CW$ -комплекс  $K$ , что  $ShK = ShX$ .

ქ. შარტავის სახ. მეც. სსრ  
 საბუნებისმეტყველო მეცნიერებების  
 ბიულეტენი

Следствие 2. Если бикомпакт  $X$  сильно подвижен относительно всех  $ANP$ -бикомпактов и всех вложений, то  $X$  сильно подвижен, а значит, в силу [4], является  $FANR$ -ом.

Следствие 3. Пусть бикомпакт  $X$  сильно подвижен относительно всех  $n$ -мерных компактов и всех отображений. Если  $SdX \leq n$ , то  $X \in ANSR$ .

Следствие 4. Пусть компакт  $X$  сильно подвижен относительно всех  $(n+1)$ -мерных компактов и всех вложений. Если  $FdX \leq n$ , то  $X \in FANR$ .

Определение 3. Компакт  $X$  сильно  $n$ -подвижен, если  $X$  сильно подвижен относительно всех компактных пар размерности  $\leq n$ .

Следствие 5. Если компакт  $X$  сильно  $n$ -подвижен и  $e(X) \leq n$ , то  $X \in FANR$ .

Теорема 3. Пусть компакт  $X$  сильно подвижен относительно некоторого класса компактных пар  $K_0$ . Тогда  $X$  сильно подвижен относительно  $\text{Inp lim } K_0$ .

Следствие 6. Если компакт  $X$  сильно подвижен относительно всех полиэдральных пар размерности  $\leq n$ , то  $X$  сильно  $n$ -подвижен.

Теорема 4. Пусть компакт  $X$  сильно подвижен относительно некоторого класса компактных пар  $K_0$ . Тогда  $X$  сильно подвижен относительно класса  $ShK_0 = \{(B, B_0) \mid Sh(B, B_0) \leq Sh(A, A_0), (A, A_0) \in K\}$ .

Теорема 5. Если компакт  $X \in LC^{n-1}$ ,  $n \geq 1$ , то  $X$  сильно  $n$ -подвижен.

Эта теорема позволяет показать, что в следствии 4 условие сильной  $(n+1)$ -подвижности нельзя заменить на сильную  $n$ -подвижность.

Пример. Пусть  $X$  — букет окружностей, на плоскости, диаметры которых стремятся к нулю. Ясно, что  $X \in LC^0$ . Так как первое число Бетти  $\beta_1(X)$  бесконечно, то  $X$  не является  $FANR$ -ом. По теореме 5  $X$  сильно 1-подвижно. Итак, имеем  $X$  сильно 1-подвижен и  $\dim = 1$ , но не является  $FANR$ -ом.

Замечание 2. Если компакт  $X \in AC^n$ , то  $X$  сильно  $n$ -подвижен. Отсюда следует, что  $n$ -мерный сепаратив сильно  $(n-1)$ -подвижен, но не сильно  $n$ -подвижен.

С каждым топологическим пространством  $X$  ассоциирован  $CWH$ -спектр  $X = \{X_\alpha, p_{\alpha\alpha'}, A\}$ , где  $A$  — множество всех локально-конечных нормальных открытых покрытий  $X$ ,  $X_\alpha$  —  $n$ -ерв покрытия  $\alpha \in A$ . Пусть  $X$ -паракомпакт и  $X \in LC^n$ .

Лемма 1. Для любого  $\alpha \in A$  существует  $\alpha' \in A$ ,  $\alpha' \geq \alpha$ , что для любого отображения  $h: P \rightarrow X_{\alpha'}$  существует отображение  $g: P \rightarrow X$ , такое, что  $p_\alpha g \simeq p_{\alpha\alpha'} h$ , где  $P$  — полиэдр размерности  $\leq n+1$ .

Лемма 2. Существует  $\alpha_0 \in A$ , такое, что любые два отображения  $f, g: P \rightarrow X$ , удовлетворяющие условию, будут гомотопны, где  $P$  — полиэдр размерности  $\leq n$ .

В леммах 1 и 2 под полиэдрами понимается симплициальный комплекс в слабой топологии.

**Теорема 6.** Если паракомпакт  $X \in LC^n$ ,  $n \geq 0$ , то  $X$  сильно подвижен относительно всех полиэдров размерности  $\leq n$  и всех непрерывных отображений.

Из этой теоремы и следствия 1 следует

**Теорема 7.** Если паракомпакт  $X \in LC^n$ ,  $n \geq 0$  и  $SdX \leq n$ , то существует  $CW$ -комплекс  $K$ , что  $ShK = ShX$ .

Пусть  $S = \{(X, A) | X \text{ — метрическое пространство, } A \text{ — замкнуто в } X \text{ и } \dim(X \setminus A) \leq n + 1\}$ .

**Теорема 8.** Пусть компакт  $Y$  сильно подвижен относительно  $S$ . Тогда любая последовательность  $\underline{\xi} = \{\xi_k : A \rightarrow Q\}$ , аппроксимирующая компакт  $Y$ , имеет продолжение на некоторую окрестность  $OA$  множества  $A$  в  $X$ , где  $(X, A) \in S$ .

**Замечание 3.** В теореме 8 за  $S$  можно взять любое семейство, такое, что если  $(X, A) \in S$ , то у  $A$  в  $X$  имеется окрестность  $OA$ , что  $(OA, A) \in S$ .

**Теорема 9.** Пусть континуум  $Y$  сильно подвижен относительно  $S$  и является аппроксимационно 1-связным. Всякую последовательность  $\underline{\xi} = \{\xi_k : A \rightarrow Q\}$ , аппроксимирующую компакт  $Y$ , где  $(X, A) \in S$ , можно продолжить в последовательность  $\underline{\xi}' = \{\xi'_k : X \rightarrow Q\}$ , аппроксимирующую компакт  $Y$  тогда и только тогда, когда  $\pi_k(Y) = 0$  для всех  $k \leq n$ .

**Замечание 4.** В теореме 9 класс  $S$  можно взять класс  $S' = \{(X, A) | \dim X \leq n + 1\}$ .

Пусть компакт  $Y$  обладает следующим свойством: (\*) если  $Y \subset Z \subset Q$  и  $\dim(Z \setminus Y) \leq n + 1$ , то существует последовательность  $\underline{\xi} = \{\xi_k : B \rightarrow Y\}$ , аппроксимирующая компакт  $Y$ , что  $\xi_k(y) = y$  для любого  $y \in Y$  и любого  $k = 1, 2, \dots$ , где  $B$  — окрестность  $Y$  в  $Z$ .

Из теоремы 9 следует, что если  $Y$  сильно подвижен относительно  $S'$ , то  $Y$  обладает свойством (\*).

**Предложение.** Если компакт  $Y$  обладает свойством (\*) и  $\dim Y \leq n$ , то  $Y \in FANR$ .

**Замечание 4.** В теоремах 8, 9 можно предположить, что  $A$  — замкнутое подмножество паракомпакта  $X$  и  $\text{gd}_X(X \setminus A) \leq n + 1$ .

Московский государственный университет

(Поступило 23.6.1978)

მათემატიკა

ს. კობახიძე

ძლიერი ძვრადობა სივრცეთა და ასახვათა  
ზომიერითი კლასის მიმართ

რეზიუმე

მოცემულია ცნება ძლიერი ძვრადობისა ( $S, M$ ) წყვილის მიმართ, სადაც  $S$  ტოპოლოგიურ სივრცეთა კლასია,  $M$  — უწყვეტ ასახვათა კლასი. შესწავლილია ძლიერი ძვრადობა სხვადასხვა ( $S, M$ ) წყვილისათვის.



S. S. KOTANOV

STRONG MOVABILITY RELATIVE TO SOME CLASSES OF  
SPACES AND MAPPINGS

## Summary

The notion of strong movability relative to a given pair  $(S, M)$  is given, where  $S$  is some class of spaces and  $M$  is some class of its continuous mappings. Strong movability for various  $(S, M)$  is investigated.

## შიბრებადობა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. Борсук. Теория шейпов. М., 1976.
2. С. Богатый, В. Калинин. Матем. заметки, 21, I, 1977.
3. Ю. Лисица. Труды Моск. матем. о-ва, т. 32, 93, 1975.
4. С. Богатый. ДАН СССР, 224, 2, 1975.
5. Т. Дудак. Bull. Acad. Polon. Sci., Ser. Sci. Math. Astronom. Phys. 23, 1975, 775—779.
6. G. Kozłowski, I. Segal. Fund. Math., 95, 1977, 55—71.
7. К. Морита. Fund. Math., 86 1974, 251—259.



МАТЕМАТИКА

Р. В. ДУДУЧАВА

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ ТИПА СВЕРТКИ С РАЗРЫВНЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ

(Представлено членом-корреспондентом академии Б. В. Хведелидзе 3.4.1978)

Целью настоящей заметки является получение критерия нетеровости и формулы индекса системы интегральных уравнений

$$A\varphi(t) = a_0(t)\varphi(t) + \int_{-\infty}^{\infty} k(t, \tau)\varphi(\tau) d\tau = f(t), \quad (1)$$

$$k(t, \tau) = \sum_{j=1}^n a_j(t) c_j(\tau) k_j(t - \tau), \quad t \in \mathbf{R} = (-\infty, \infty),$$

в векторном пространстве  $L_p^m(\mathbf{R})$ , состоящем из векторов  $\varphi = (\varphi_1, \dots, \varphi_m)$

с компонентами  $\varphi_j \in L_p(\mathbf{R})$  и нормой  $\|\varphi\|_p = \left( \sum_{j=1}^m \|\varphi_j\|_p^p \right)^{1/p}$  ( $1 < p < \infty$ ). Здесь

$a_j(t), c_j(t) \in PC^{m \times m}(\mathbf{R})$ , где класс  $PC^{m \times m}(\mathbf{R})$  состоит из матриц-функций  $a(t)$  порядка  $m$ , имеющих конечные пределы  $a(t \pm 0)$  и  $a(\infty \pm 0) = a(\pm \infty)$  для всех  $t \in \mathbf{R}$ ;  $k_j(t)$  тоже матрицы  $k_j(t) = \|k_{jrs}(t)\|_{r,s=1}^m$ , где  $k_{jrs}(t) \in L_1(\mathbf{R})$ , либо  $k_{jrs}(t) = t^{-1} \exp(i\beta_{jrs}t)$  ( $\beta_{jrs} \in \mathbf{R}$ ) и в последнем случае интеграл в (1) понимается в смысле главного значения по Коши. Будет исследована также банахова алгебра, порожденная операторами (1).

Уравнение (1) обобщает как системы сингулярных интегральных уравнений с разрывными коэффициентами (такие системы исследованы, например в [1]), так и парные и транспонированные к парным системы интегральных уравнений в свертках с разрывными символами (см. [2, 3]).

Нами в [4, 5] были получены только достаточные (а в некоторых случаях и необходимые) условия нетеровости и формула индекса уравнения (1). Уравнения вида (1) в некоторых частных случаях исследовались ранее Л. С. Раковшиком, Н. К. Карапетянцем и С. Г. Самко (см. [5] и цитированную там литературу).

1°. Будем придерживаться обозначений [5]; определим оператор  $W_a^0 \varphi = F^{-1} a F \varphi$  ( $\varphi \in L_p^m(\mathbf{R}) \cap L_2^m(\mathbf{R})$ ), где  $F^{\pm 1}$  — операторы (преобразования) Фурье — Планшереля. Если  $\|W_a^0 \varphi\|_p \leq C \|\varphi\|_p$ ,  $W_a^0$  можно продолжить по непрерывности на все пространство  $L_p^m(\mathbf{R})$ . Такое продолжение возможно, например, при  $a(t) = \|a_{jh}(t)\|_{j,h=1}^m$ , где  $a_{jh}(t)$  имеет ограниченную вариацию на  $\mathbf{R}$ . Через  $PC_p^m \times^m(\mathbf{R})$  обозначим замыкание алгебры таких матриц-функций  $a(t)$  по

норме  $\|a\|_p^0 = \|W_a^0\|_p$  (свойства алгебр  $PC_p^{m \times m}(\mathbf{R})$  см. в [3,5]). Известно, например, что если  $a(t) = \operatorname{sgn}(t-c)$ , то

$$W_a^0 \varphi(t) = -\exp(-ict) (S_{\mathbf{R}} \exp(ict) \varphi)(\tau) = -\frac{1}{\pi i} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\exp[ic(\tau-t)] \varphi(\tau) d\tau}{\tau-t}. \quad (2)$$

Уравнение (1) является частным случаем уравнения

$$A\varphi = \sum_{j=1}^n a_j W_{b_j}^0 c_j \varphi = f, \quad (3)$$

где  $a_j, c_j \in PC^{m \times m}(\mathbf{R})$  и  $b_j \in PC_p^{m \times m}(\mathbf{R})$ .

Через  $\overline{\mathbf{R}}$  обозначим компактификацию  $\mathbf{R}$  двумя бесконечно удаленными точками  $\pm\infty$ . Пусть  $\Gamma_{\mathbf{R}}$ —объединение двух экземпляров прямых  $\overline{\mathbf{R}}_1 = \mathbf{R} \times \{1\}$  и  $\overline{\mathbf{R}}_2 = \mathbf{R} \times \{2\}$ , у которых отождествлены противоположные концы  $(-\infty) \times \{1\} = (+\infty) \times \{2\}$  и  $(+\infty) \times \{1\} = (-\infty) \times \{2\}$ . Очевидно, что  $\Gamma_{\mathbf{R}}$  гомеоморфна единичной окружности  $\Gamma_0 = \{\zeta : |\zeta| = 1\}$ .

Условимся через  $\operatorname{diag}[a_1, a_2, \dots, a_m]$  обозначать диагональную матрицу  $\|a_{jk}\|_{j,k=1}^m$ .

Символом уравнения (оператора) (3) назовем матрицу-функцию  $A_p(t, x)$  ( $t \in \Gamma_{\mathbf{R}}$ ,  $x \in \overline{\mathbf{R}}$ ) порядка  $2m$ , определенную следующим равенством:

$$A_p(t, x) = \sum_{j=1}^n (a_j)_p(t) (W_{b_j}^0)_p(t, x) (c_j)_p(t), \quad t \in \Gamma_{\mathbf{R}}, \quad x \in \overline{\mathbf{R}},$$

где

1) если  $t \in \overline{\mathbf{R}}_1 \subset \Gamma_{\mathbf{R}}$ ,  $t \neq (\pm\infty) \times \{1\}$ , то  $a_p(t) = \operatorname{diag}[a(t+0), a(t-0)]$ ,  $(W_b^0)_p(t, x) = \operatorname{diag}[b^+(\infty), b^+(\infty)] + \operatorname{diag}[b^-(\infty), b^-(\infty)] (S_{\mathbf{R}})_p(t, x)$ . Здесь

$$b^{\pm}(t) = \frac{1}{2} [b(t-0) \pm b(t+0)], \quad (S_{\mathbf{R}})_p(t, x) =$$

$$= \begin{pmatrix} \operatorname{cth} \pi \left( \frac{i}{p} + x \right) \left[ \operatorname{sh} \pi \left( \frac{i}{p} + x \right) \right]^{-1} \\ \left[ \operatorname{sh} \pi \left( \frac{i}{p} + x \right) \right]^{-1} \operatorname{cth} \pi \left( \frac{i}{p} + x \right) \end{pmatrix};$$

2) если  $t \in \overline{\mathbf{R}}_2 \subset \Gamma_{\mathbf{R}}$ ,  $t \neq (\pm\infty) \times \{2\}$ , то  $a_p(t) = \operatorname{diag}[a(+\infty), a(-\infty)]$ ,  $(W_b^0)_p(t, x) = \operatorname{diag}[b^+(t), b^+(t)] + \operatorname{diag}[b^-(t), b^-(t)] (S_{\mathbf{R}})_p(t, x)$ ;

3) если  $t = (+\infty) \times \{1\} = (-\infty) \times \{2\}$ , то  $a_p(t) = \operatorname{diag}[a(\infty), a(-\infty)]$ ,  $(W_b^0)_p(t, x) = \operatorname{diag}[b(-\infty), b(-\infty)]$ , а если  $t = (-\infty) \times \{1\} = (+\infty) \times \{2\}$ , то  $a_p(t) = \operatorname{diag}[a(\infty), a(-\infty)]$ ,  $(W_b^0)_p(t, x) = \operatorname{diag}[b(\infty), b(\infty)]$ .

Пусть теперь

$$A = \sum_{j=1}^r A_{j1}, A_{j2}, \dots, A_{jk}, \quad (4)$$

где  $A_{j_q}$  — оператор вида (3). Оператору (4) сопоставим символ

$$A_p(t, x) = \sum_{j=1}^r (A_{j_1})_p(t, x) (A_{j_2})_p(t, x), \dots, (A_{j_h})_p(t, x), \quad t \in \Gamma_{\mathbf{R}}, \quad x \in \bar{\mathbf{R}},$$

где  $(A_{j_q})_p(t, x)$  — символ оператора  $A_{j_q}$ . В [5] доказано, что если  $A_p(t, x) = \|a_{jh}(t, x)\|_{j,k}^{2m}$ , то

$$\sup_{\substack{(t, x) \in \Gamma_{\mathbf{R}} \times \bar{\mathbf{R}} \\ j, k=1, 2, \dots, 2m}} |a_{jh}(t, x)| \leq \inf_T \|A + T\|_p \leq \|A\|_p, \quad (5)$$

где инфимум берется по всем вполне непрерывным операторам  $T$  в пространстве  $L_p^m(\mathbf{R})$ .

Если  $\mathfrak{A}(L_p^m(\mathbf{R}))$  — банахова алгебра, полученная замыканием алгебры операторов (4) по норме операторов в пространстве  $L_p^m(\mathbf{R})$ , то в силу соотношения (5) каждому оператору  $A \in \mathfrak{A}(L_p^m(\mathbf{R}))$  можно однозначно сопоставить символ  $A_p(t, x)$ .

Пусть  $A_p(t, x) = \|a_{jh}(t, x)\|_{j,k}^{2m}$  и  $A_1(t, x) \neq 0$  ( $t \in \Gamma_{\mathbf{R}}, x \in \bar{\mathbf{R}}; a_{jh}(t, x)$  представляет собой матрицы-функции порядка  $m$ ). Спределим индекс

$$\text{ind } A_p = \frac{1}{2\pi} \left[ \arg \frac{\det A_p(t, x)}{\det a_{11}(t, -\infty) \det a_{22}(t, +\infty)} \right]_{\mathbf{R}_1 \times \bar{\mathbf{R}}} + \\ + \frac{1}{2\pi} \left[ \arg \frac{\det A_p(t, x)}{\det a_{22}(t, -\infty) \det a_{11}(t, +\infty)} \right]_{\mathbf{R}_2 \times \bar{\mathbf{R}}},$$

где  $[a(t, x)]_{\mathbf{R}_k \times \bar{\mathbf{R}}}$  означает приращение функции  $a(t, x)$ , когда  $t$  пробегает прямую  $\bar{\mathbf{R}}_k = \mathbf{R} \times \{k\}$  от  $-\infty$  до  $+\infty$  и в каждой точке разрыва по  $t$  параметр  $x$  также пробегает прямую  $\bar{\mathbf{R}}$  от  $-\infty$  до  $+\infty$ . Можно доказать, что  $\text{ind } A_p$  является целочисленной для любого оператора  $A \in \mathfrak{A}(L_p^m(\mathbf{R}))$ .

Основной здесь является следующая

**Теорема.** Для нетеровости оператора  $A \in \mathfrak{A}(L_p^m(\mathbf{R}))$  в пространстве  $L_p^m(\mathbf{R})$  необходимо и достаточно, чтобы его символ не вырождался  $\text{inf } |\det A_p(t, x)| = 0$  ( $t \in \Gamma_{\mathbf{R}}; x \in \bar{\mathbf{R}}$ ); если это условие выполнено,  $\text{Ind } A = -\text{ind } A_p$ .

Как уже отмечалось, сформулированная теорема существенно дополняет наши основные предложения [4, 5]. В этих работах для нетеровости, например, оператора (3) дополнительно требовалась нетеровость оператора

$$A_{\infty} = \sum_{j=1}^n a^{\infty} W_{b_j^0}^{\infty} c_j^{\infty} I,$$

$a^{\infty}(t) = a(-\infty)\chi_-(t) + a(+\infty)\chi_+(t)$ ,  $\chi_{\pm}(t) = \frac{1}{2}(1 \pm \text{sgn } t)$ ; поэтому условия нетеровости, полученные в [4, 5], оказались только достаточными.

Доказательство сформулированной теоремы проводится с помощью локального принципа и опирается на следующее вспомогательное предложение.

Лемма 1. Пусть  $a(t)$  — непрерывная функция на  $\mathbf{R}$ , но  $a(-\infty) = a(\infty)$ ; если  $b(t) = b_- + b_+ \text{cth } \pi(i\beta + t)$  ( $t \in \mathbf{R}$ ,  $0 < \beta < 1$ ), то оператор  $T = aW_b^* - W_b^* a$  вполне непрерывен в пространстве  $L_p(\mathbf{R})$ .

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

(Поступило 4.5.1978)

მათემატიკა

რ. დუდუჩავა

კონვოლუციის ტიპის ინტეგრალური განტოლებები  
 წყვეტილი კოეფიციენტებით

რეზიუმე

შესწავლილია (1) და (2) სახის კონვოლუციის ტიპის ინტეგრალური განტოლებები წყვეტილი კოეფიციენტებით  $a_j(t)$ ,  $c_j(t)$  და წყვეტილი პრესიმბოლოებით  $b_j(t)$ . ამ ოპერატორებისათვის და მათ მიერ წარმოქმნილი ბანახის ალგებრაში შემავალი ოპერატორებისათვის მიღებულია ნეტერისეულობის აუცილებელი და საკმარისი პირობები და ინდექსის ფორმულა  $L_p^m(\mathbf{R})$  სივრცეში. ეს შედეგები აზუსტებენ ავტორის მიერ [4, 5] შრომებში მიღებულ შედეგებს.

MATHEMATICS

R. V. DUDUCHAVA

## INTEGRAL EQUATIONS OF THE CONVOLUTION TYPE WITH DISCONTINUOUS COEFFICIENTS

### Summary

The integral equations in convolution with discontinuous coefficients  $a_j(t)$ ,  $c_j(t)$  and discontinuous presymbols  $b_j(t)$  (cf. (1) and (2)) are investigated; the Noetherian properties and the index formula in the space  $L_p^m(\mathbf{R})$  are obtained for them and for the operators from the Banach algebra generated by such operators. These results improve considerably the results obtained by the author earlier in [4, 5].

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Ц. Гохберг, Н. Я. Крупник. Изв. АН СССР, сер. матем., 35, 1971, 940—964.
2. P. V. Duduchava. ДАН СССР, 211, № 2, 1973, 277—280.
3. P. V. Duduchava. Mathem. Nachrichten, 65, 1975, 59—82.
4. P. V. Duduchava. ДАН СССР, 218, № 2, 1974, 264—267.
5. P. V. Duduchava. Mathem. Nachrichten, 79, 1977, 75—98.



Г. К. БЕРИКЕЛАШВИЛИ

РАВНОМЕРНО СХОДЯЩИЕСЯ ТРЕХСЛОЙНЫЕ СХЕМЫ  
 ПОВЫШЕННОЙ ТОЧНОСТИ ДЛЯ МНОГОМЕРНОГО УРАВНЕНИЯ  
 ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 1.6.1978)

Для многомерного уравнения теплопроводности предлагаются явные трехслойные разностные схемы точности порядка  $O(\tau^2 + h^4)$ , где  $h$  — шаг пространственной сетки,  $\tau$  — шаг по времени. В случае первой краевой задачи указаны достаточные условия равномерной сходимости предложенных схем при любом числе пространственных переменных. Изучение сходимости разностных схем ведется методом принципа максимума [1].

Пусть в цилиндре  $\bar{Q}_T = \bar{G} \times [0 \leq t \leq T]$ , где  $\bar{G} = \{x = (x_1, \dots, x_p) : 0 \leq x_\alpha \leq l_\alpha, \alpha = \overline{1, p}\}$  —  $p$ -мерный параллелепипед с границей  $\Gamma$ , ищется решение задачи ( $\Delta$  —  $p$ -мерный оператор Лапласа)

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \Delta u + f(x, t), \quad (x, t) \in Q_T, \quad (1)$$

$$u|_\Gamma = g(x, t), \quad 0 \leq t \leq T, \quad u(x, 0) = u_0(x), \quad x \in \bar{G}. \quad (2)$$

Предположим, что стороны параллелепипеда  $l_\alpha, \alpha = \overline{1, p}$  соизмеримы. В  $\bar{Q}_T$  введем сетки  $\bar{\Omega} = \bar{\omega} \times \bar{\omega}_\tau, \bar{\omega} = \{x = (i_1 h, \dots, i_p h) : i_\alpha = \overline{0, n_\alpha}, h = l_\alpha/n_\alpha, \alpha = \overline{1, p}\}, \bar{\omega}_\tau = \{t = j\tau : j = \overline{0, n}, \tau = T/n\}, \Gamma_{h\tau} = \Gamma_h \times \bar{\omega}_\tau, \Gamma_h = \bar{\omega} \cap \Gamma$ .

Рассмотрим трехслойную разностную схему

$$(\lambda - 6)/\tau y^{j+1} = (2\lambda - 24)/\tau y^j + (18 - \lambda)/\tau y^{j-1} - 12A'y^{j-1} + \varphi^j, \quad (3)$$

где

$$A' = A + B, \quad A = \sum_{\alpha=1}^p A_\alpha - \frac{h^2}{12} \sum_{\alpha=1}^p \sum_{\beta \neq \alpha}^{1-p} A_\alpha A_\beta,$$

$$B = \sum_{j=3}^p a_j h^{2(j-1)} \sum_{1 \leq i_1 < \dots < i_j < p} A_{i_1} A_{i_2} \dots A_{i_j}, \quad A_\alpha = \frac{1}{h^2} (2E - T_\alpha),$$

$$T_\alpha = T^{+\alpha} + T^{-\alpha}, \quad T^{\pm \alpha} u = u(i_1 h, \dots, i_{\alpha-1} h, (i_\alpha \pm 1)h, i_{\alpha+1} h, \dots, i_p h, t), \quad \alpha = \overline{1, p},$$

$$\varphi^j = (12 - \lambda/2)j^{j-1} + \lambda/2j^{j+1} + \tau\lambda\Delta^{j+1}, \quad \lambda = h^2/\tau,$$

$a_j, j = \overline{3, p}$  — неопределенные пока коэффициенты, независящие от  $\tau, h$ .

Нетрудно проверить, что для произвольных значений коэффициентов  $a_j$  схема (3) на достаточно гладком решении  $u(x, t)$  уравнения (1) имеет аппроксимацию порядка  $O(\tau^2 + h^4)$ .

Функция  $y$  удовлетворяет следующим граничным и начальным условиям:

$$y|_{\Gamma_{h\tau}} = g(x, t), \quad y(x, 0) = u_0(x), \quad y(x, \tau) = u_1(x), \quad x \in \bar{\omega}, \quad (4)$$

где  $\bar{u}_1(x)$  — значение решения задачи (1), (2) на слое  $t = \tau$ , вычисленное с точностью  $O(\tau_2)$ .

Преобразуем неопределенные коэффициенты  $a_j$  следующим образом:

$$a_j = \frac{(-1)^{j+1} p(p-1)}{3 \cdot 2^{j-1} C_p^j} \sum_{i=1}^{p-j+1} \frac{b_i}{(p-i)(p-i+1)} C_{p-i+1}^j.$$

Тогда доказывается, что оператор  $B$  можно представить в виде

$$B = \frac{p(p-1)}{3h^2} \sum_{k=1}^{p-2} \frac{p-k-1}{p-k+1} b_k E - \frac{p-1}{3h^2} \sum_{k=1}^{p-2} \frac{p-k-1}{p-k} b_k T_1(p) + \\ + \frac{1}{6h^2} \sum_{k=1}^{p-2} b_k T_2(p) - \frac{1}{3h^2} \sum_{k=1}^{p-2} \frac{b_k}{2^{p-k} C_{p-2}^{k-1}} T_{p-k+1}(p),$$

где

$$T_k(p) = \sum_{1 < i_1 < \dots < i_k < p} T_{i_1}^3 \dots T_{i_k}, \quad k = \overline{1, p}.$$

Поэтому схема (3) принимает вид

$$(\lambda^2 - 6\lambda) y^{j+1} = (2\lambda^2 - 24\lambda) y^j + (18\lambda - \lambda^2 + N_0) y^{j-1} + N_1 T_1(p) y^{j-1} + \\ + N_2 T_2(p) y^{j-1} + 4 \sum_{k=1}^{p-2} \frac{b_k}{2^{p-k} C_{p-2}^{k-1}} T_{p-k+1}(p) y^{j-1} + h^2 \varphi^j, \quad (5)$$

где

$$N_0 = 4p(p-7) - 4p(p-1) \sum_{k=1}^{p-2} \frac{p-k-1}{p-k+1} b_k,$$

$$N_1 = 4 \left[ (p-1) \sum_{k=1}^{p-2} \frac{p-k-1}{p-k} b_k - (p-4) \right], \quad N_2 = 2 \left[ 1 - \sum_{k=1}^{p-2} b_k \right].$$

Пусть  $\lambda$  и  $b_k$  таковы, что все коэффициенты уравнения (5) неотрицательны, т. е.

$$\lambda \geq 12, \quad 18\lambda - \lambda^2 + N_0 \geq 0, \quad N_1 \geq 0, \quad N_2 \geq 0, \quad b_k \geq 0, \quad k = \overline{1, p-2}. \quad (6)$$

Тогда для уравнения (5) имеет место принцип максимума.



Если, например, подберем

$$b_k = 0 \text{ при } k \neq m, m+1, \quad (7)$$

$$b_m = (p-m)(3m-2p+2)/(p-1), \quad b_{m+1} = (p-m-1)(2p-3m+1)/(p-1),$$

то

$$N_1 = 0, \quad N_2 = 0, \quad N_0 = -72 + 8\sigma,$$

где

$$\sigma = [(2p-3m)(2p-3m+4) + 24m] / [(p-m)(p-m+1)].$$

Поэтому условия (6) будут выполнены, если

$$\frac{2p-2}{3} \leq m \leq \frac{2p}{3}, \text{ т. е. } m = \left[ \frac{2p}{3} \right], \quad (p \geq 7) \quad (8)$$

и

$$18\lambda - \lambda^2 - 72 + 8\sigma \geq 0. \quad (9)$$

Из условия  $\lambda \geq 12$  и неравенства (9) находим

$$12 \leq \lambda \leq 9 + \sqrt{9 + 8\sigma}. \quad (10)$$

Отметим, что  $\sigma > 0$  при условии (8).

Таким образом, если  $b_k$  выбраны согласно (7), (8), а  $\lambda$  — согласно условию (10), то выполняются условия (6), и схемы (3), (4) (или (5), (4)) сходятся равномерно со скоростью  $O(\tau^2 + h^4)$ .

Когда  $3 \leq p \leq 6$ , можно допустить, что

$$b_1 = (p-3)(p-4)(11-p) / [3(p-1)(p-2)], \quad b_k = 0, \quad k = \overline{2, p-2}. \quad (11)$$

Тогда при

$$12 \leq \lambda \leq 9 + \sqrt{9 + 4\sigma^* / 3},$$

где

$$\sigma^* = p^3 - 15p^2 + 68p - 78, \quad (\sigma^* > 0 \text{ при } p \geq 3)$$

выполняются условия (6), и схемы (5), (4) сходятся равномерно со скоростью  $O(\tau^2 + h^4)$ .

В случае  $\lambda = 12$  из (5) получаются равномерно сходящиеся двухслойные разностные схемы, изученные в [2]. При  $p=3$  имеем двухпараметрическое семейство разностных схем; из них при  $b_1 = 0$  или  $b_1 = 1$  получаем трехслойные разностные схемы, рассмотренные в [3].

При  $p=2$  имеем схему, зависящую только от  $\lambda$ ; как установлено в [3], эта схема сходится при  $12 \leq \lambda \leq 9 + \sqrt{41}$ .

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

(Поступило 1.6.1978)

ბ. ბერიკელაშვილი

თანაბრად კრებადი სამორიანი მაღალი სიზუსტის სქემები  
 სითბოგამტარობის მრავალგანზომილებიანი განტოლებისათვის

რეზიუმე

სითბოგამტარობის  $p$ -განზომილებიანი განტოლებისათვის კომი—დირიხ-  
 ლეს ამოცანის შემთხვევაში აგებულია მაღალი რიგის აპროქსიმაციის მქონე  
 სამორიან ცხად სხვაობიან სქემათა ოჯახი. აღნიშნული ოჯახიდან მაქსიმუმის  
 პრინციპის მეთოდით გამოყოფილია  $O(\tau^2 + h^4)$  სიზუსტის სხვაობიანი სქემები,  
 რომლებიც თანაბრად კრებადია ნებისმიერი  $p \geq 2$ -სათვის.

MATHEMATICS

G. K. BERIKELASHVILI

HIGHER-ORDER ACCURACY UNIFORMLY CONVERGENT THREE-  
 LAYER DIFFERENCE SCHEMES FOR A MULTI-DIMENSIONAL  
 HEAT EQUATION

Summary

In the paper, for the Cauchy-Dirichlet problem the family of explicit  
 three-layer difference schemes of higher order approximation is constructed  
 for a  $p$ -dimensional heat equation. The difference schemes of  $O(\tau^2 + h^4)$  order  
 accuracy are picked out from the mentioned family by the method of the  
 maximum principle which uniformly converge for any  $p \geq 2$ .

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ш. Е. Микеладзе. Численные методы интегрирования дифференциальных уравнений с частными производными. М., 1936.
2. В. В. Бадагадзе, Ш. М. Гелашвили. Сообщения АН ГССР, 77, № 2, 1975.
3. Ш. Е. Микеладзе. Труды Тбил. матем. ин-та им. А. М. Размадзе АН ГССР, т. 27, 1960.

Р. Н. ОРМОЦАДЗЕ

## О ПОВЕДЕНИИ НЕКОТОРЫХ КЛАССОВ ПРОСТРАНСТВ И РАЗМЕРНОСТИ ПРИ НЕПРЕРЫВНЫХ ОТОБРАЖЕНИЯХ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 13.6.1978)

Все пространства предполагаются по крайней мере хаусдорфовыми и вполне регулярными, а отображения — непрерывными. Для отображения  $f$  пространства  $X$  в пространство  $Y$  через  $R(f)$  обозначаем множество точек несовершенности отображения  $f: X \rightarrow Y$ , т. е. множество всех тех точек  $y$  из  $Y$ , для которых либо  $f^{-1}(y)$  не бикомпактно, либо  $f$  не замкнуто в точке  $y$ .

**Теорема 1.** Если  $f$  — отображение  $X$  на  $Y$  и  $f^*$  — продолжение отображения  $f$  на бикомпактные расширения  $bX$  и  $bY$ , то  $f^*(bX \setminus X) = R(f) \cup (bY \setminus Y)$ .

**Теорема 2.** Пусть  $f$  — отображение  $X$  на  $Y$ , причем каждая точка из  $R(f)$  обладает бикомпактной окрестностью. Тогда, если  $X$  локально бикомпактно (полно в смысле Чеха, пространство типа  $\mathfrak{S}$  [1]), то и  $Y$  локально бикомпактно (полно в смысле Чеха, пространство типа  $\mathfrak{S}$ ).

**Теорема 3.** Пусть  $f$  — отображение  $X$  на  $Y$ ,  $I(X) \leq n$  [2] (т. е.  $X$  принадлежит классу  $K_n$  [3]),  $I(R(f)) \leq m$  и  $R(f)$  замкнуто в  $Y$ . Тогда  $I(Y) \leq m + n + 2$  для четного  $n$  и  $I(Y) \leq m + n + 1$  для нечетного  $n$ .

**Теорема 4.** Отображение  $f: X \xrightarrow{\text{на}} Y$  является совершенным в бесконечности [3] тогда и только тогда, когда для любой точки  $x \in X$ , не имеющей бикомпактных окрестностей (т. е.  $x \in X \setminus R(X)$  [4]),  $f(x) \in Y \setminus R(f)$ .

**Теорема 5.** Пусть  $f$  — совершенное в бесконечности отображение  $X$  на  $Y$ . Тогда, если  $Y$  локально бикомпактно и  $R(f)$  бикомпакт ( $Y$  — пространство типа  $\mathfrak{S}$  и  $R(f)$  финально компактно,  $Y$  полно в смысле Чеха и  $R(f)$   $\sigma$ -бикомпактно), то и  $X$  локально бикомпактно (пространство типа  $\mathfrak{S}$ , полно в смысле Чеха).

**Теорема 6.** Пусть  $f$  — замкнутое в бесконечности отображение  $X$  на  $Y$ , причем каждая точка из  $R(f)$  обладает бикомпактной окрестностью. Тогда, если  $X$  паракомпактно (слабо паракомпактно) в бесконечности [5], то и  $X$  паракомпактно (слабо паракомпактно) в бесконечности.

**Теорема 7.** Если  $f$  — отображение локально бикомпактно пространства  $X$  на пространство  $Y$ , причем  $R(f)$  является бикомпактным (паракомпактным, финально компактным) в  $n$ -й бесконечности [5], то  $Y$  является бикомпактным (паракомпактным, финально компактным) в  $(n + 2)$ -й бесконечности.



Теорема 8. Если  $f$  — совершенное в бесконечности отображение  $X$  на  $Y$  и  $R(f)$  замкнуто в  $Y$ , то  $f$  локально совершенно в смысле [6].

Теорема 9. Пусть  $f$  — локально совершенное отображение  $X$  на  $Y$ . Тогда: 1) если  $I(X) \leq n$  и  $I(R(f)) \leq m$ , то  $I(Y) \leq m + n + 1$  (если  $R(f)$  бикомпактно, то  $I(Y) \leq n$  при четном  $n$  и  $I(Y) \leq n + 1$  при нечетном  $n$ ); 2) если  $I(Y) \leq n$ , то  $I(X) \leq n + 1$  при четном  $n$  и  $I(X) \leq n$  при нечетном  $n$ .

Теорема 10. Пусть  $bX$  и  $bY$  — бикомпактные расширения пространств  $X$  и  $Y$ , причем  $bX$  совершенно, а  $bY$  имеет пунктифоринный нарост. Всякое отображение  $f$  пространства  $X$  в  $Y$ , такое, что  $R(f)$  бикомпактно,  $\dim R(f) = 0$ , каждая точка из  $R(f)$  обладает бикомпактной окрестностью в  $f(X)$  и  $f(X)$  замкнуто в  $Y$ , продолжается до отображения  $\tilde{f}: bX \rightarrow bY$ .

Замечание. Теоремы, изложенные выше, являются новыми даже в том случае, когда отображаемые пространства имеют счетную базу, с другой стороны, они являются обобщенными теорем 4, 6, 8 и 11, 13, 14, 15, 16 Х. Н. Инасаридзе соответственно из [3] и [5].

Теорема 11. Пусть  $f$  — отображение  $\pi$ -бикомпактного пространства на локально бикомпактное пространство  $Y$ ; причем  $R(f)$  бикомпактно,  $\dim R(f) = 0$ ,  $\omega Y \leq \tau$  и  $\text{Ind}_c X \leq n$  [7]; тогда существуют локально бикомпактное пространство  $Z$  и отображения  $g: X \rightarrow Z$ ,  $h: Z \rightarrow Y$ , такие, что  $\text{Ind}_c Z \leq n$ ,  $\omega Z \leq \tau$  и  $f = hg$ .

Следствие 1. Пусть  $f$  — отображение локально бикомпактного пространства  $X$  на пространство  $Y$ , причем  $R(f)$  бикомпактно,  $\dim R(f) = 0$ , каждая точка из  $R(f)$  обладает бикомпактной окрестностью в  $Y$ ,  $\omega Y \leq \tau$  и  $\gamma X \leq n$  [2]. Тогда существует локально бикомпактное пространство  $Z$  и непрерывные отображения  $g: X \rightarrow Z$ ,  $h: Z \rightarrow Y$ , такие, что  $\gamma Z \leq n$ ,  $\omega Z \leq \tau$  и  $f = hg$ .

Для отображения  $f: X \rightarrow Y$  обозначаем через  $L$  систему всех подмножеств  $B$  из  $X$ , для которых  $f_B$ , т. е. сужение отображения  $f$  на множестве  $B$ , локально совершенно. Скажем, что  $l(f) = -1$ , если существует  $B \in L$ , такое, что  $\dim B = \dim X$ .  $l(f) \leq n$ , если для любой точки  $x \in X$  и любой ее окрестности  $Ox$  найдется открытое множество  $V$ , такое, что  $x \in V \subseteq Ox$ ,  $l(f|_{FV}) \leq n - 1$ .

Теорема 12. Пусть  $X$  и  $Y$  — пространства со счетной базой и  $f$  — отображение  $X$  в  $Y$ . Тогда  $\dim X \leq \dim f(X) + \dim f + l(f) + 1$ .

Оценка размерности пространства  $X$  в теореме 12 является более точной, чем предложенная Лелеком оценка в теореме 3.1 из [8].

Лелеком в [9] был поставлен вопрос: если каждая квазикомпонента  $Q$   $\pi$ -бикомпактного пространства  $X$  со счетной базой локально бикомпактна и  $\dim Q \leq n$ , справедливо или нет, что  $\dim X \leq n$ ?

Нишнур в [10] дал решение этого вопроса. Каждая из следующих двух теорем, в частном случае, дают решение вопроса.

Теорема 13. Если  $X$  такое  $\pi$ -бикомпактное пространство, что 1)  $\dim X \leq \dim \rho X$ , где  $\rho X$  — максимальное  $\pi$ -расширение [1] пространства  $X$ ; 2) каждая квазикомпонента  $Q$  пространства  $X$  совершенно нормально и совершенно нормально вкладывается в какое-нибудь бикомпактное расширение  $Q$  [11]; 3)  $I(Q) < \infty$  и  $\dim Q \leq n$ , тогда  $\dim X \leq n$ .

Теорема 14. Если  $X$  такое  $\pi$ -бикомпактное пространство, что 1)  $\dim X \leq \dim \rho X$ ; 2) каждая квазикомпонента  $Q$  пространства  $X$  паракомпактно, типа  $\mathfrak{S}$  и  $c$ -разложимо [12]; 3)  $\dim Q \leq n$ , тогда  $\dim X \leq n+1$ .

Теорема 15. Пусть  $X$  такое  $\pi$ -бикомпактное пространство, что  $\dim X \leq \dim \rho X$ . Тогда следующие условия эквивалентны: 1)  $X$  тотально несвязно (т. е. каждая квазикомпонента состоит из одной точки); 2) каждая квазикомпонента  $Q$  пространства  $X$  паракомпактно, типа  $\mathfrak{S}$ ,  $c$ -разложимо и  $\dim Q \leq 0$ ; 3) каждая квазикомпонента  $Q$  пространства  $X$  совершенно нормально, совершенно нормально вкладывается в некоторое бикомпактное расширение  $Q$  и  $\dim Q \leq 0$ ; 4)  $\text{ind } X \leq 0$ ; 5)  $\dim X \leq 0$ . Если же  $X$  локально бикомпактное паракомпактное пространство, то условиям 1)–5) эквивалентно следующее: 6)  $X$  наследственно несвязно в смысле [13].

Теорема 15 является усилением теоремы 6.2.9 из [13].

Теорема 16. Если  $X$  такое метрическое  $\pi$ -бикомпактное пространство, что  $\dim X \leq \dim \rho X$  и каждая квазикомпонента  $c$ -разложимо, то  $\dim X = \mu \dim X$ , где  $\mu \dim X$  — метрическая размерность [14].

Следующая теорема обобщает теорему 2 из [9].

Теорема 17. Пусть  $X$  такое  $\pi$ -бикомпактное пространство, что: 1)  $\dim X \leq \dim bX$ , где  $bX$  какое-нибудь  $\pi$ -расширение пространства  $X$ ; 2)  $\dim C \leq n$ , где  $C$  — произвольная компонента пространства  $X$ . Тогда  $\dim X \leq n+1$ .

Теорема 18. Пусть  $X$  — финально компактное пространство типа  $\mathfrak{S}$  и  $f: X \rightarrow Y$  такое отображение, что  $f^{-1}y$   $c$ -разложимо для произвольного  $y \in Y$ . Тогда  $\dim X \leq \dim f(X) + \max \{ \dim f, \text{def } X \}$ .

Из теоремы 18, в том случае, когда  $l(f^{-1}y) \leq n$  для произвольного  $y \in Y$ , следует теорема 8 из [15].

Тбилисский государственный университет

(Поступило 23.6.1978)

მათემატიკა

რ. ორმოცაძე

სივრცეთა ზოგიერთი კლასისა და განზომილების ურთავსებები  
უწყვეტი ასახვების დროს

რეზიუმე

გამოკვლეულია სივრცეთა ზოგიერთი კლასის (ლოკალურად ბიკომპაქტური, ჩეხის აზრით სრული,  $\mathfrak{S}$  ტიპის [1],  $K_n$  კლასის [3] და სხვ.) ურთავსებები ასახვების დროს ამ ასახვათა არასრულყოფილობის წერტილთა დახმარებით. განზომილებულია ლევეის ზოგიერთი თეორემა [8, 9]-დან.

R. N. ORMOTSADZE

ON THE BEHAVIOUR OF SOME CLASSES OF SPACES AND OF  
DIMENSION IN THE CASE OF CONTINUOUS MAPPINGS

## Summary

The behaviour of some classes of spaces (locally bicomact, complete in the sense of Čech, spaces of the type  $\mathfrak{S}$  [1], spaces of the Class  $K_n$ [3]) is investigated in the case of continuous mappings by means of the imperfection points of these mappings. Some of Lelek's theorems from [8] and [9] are generalized.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. Г. Скляренко. Изв. АН СССР, сер. матем., 26, 1962, 427—452.
2. Л. Г. Замбахидзе. Труды Тбил. матем. ин-та, 56, 1977, 52—98.
3. X. Н. Инасаридзе. ДАН СССР, 166, 1966, 1043—1045.
4. Melvin Henriksen, J. R. Isbell. Duke Math. J., 25, № 1, 83, 1958.
5. X. Н. Инасаридзе. ДАН СССР, 168, 1966, 266—268.
6. Н. Кролевец. ДАН СССР, 175, 1967, 1008—1011.
7. Р. Н. Ормоцадзе. Сообщения АН ГССР, 90, № 1, 1978.
8. A. Lelek. Colloquium Mathematicum, 12, 1964, 221—227.
9. A. Lelek. Ibid, 9, 1962, 241—244.
10. T. Nishiura. Ibid, 12, 1964, 7—10.
11. В. И. Пономарев. Вестник МГУ, сер. матем., мех., 4, 1964, 44—50.
12. П. С. Александров, И. В. Проскуряков. Изв. АН СССР, сер. матем., 5, 1941, 217—220.
13. R. Engelking. General Topology. Warszawa, 1977.
14. G. Chogoshvili. Compositio Math. 5, 1937, 292—298.
15. Л. Г. Замбахидзе. ДАН СССР, 191, 1970, 263—266.

М. В. ТАЛАХАДЗЕ

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ОЦЕНИВАНИЯ  
 СТАЦИОНАРНОГО ПРОЦЕССА

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Г. Челидзе 14.6.1978)

Пусть  $(\theta, \xi) = (\theta_t, \xi_t)$ ,  $t \geq 0$  — частично наблюдаемый случайный процесс с наблюдаемой второй компонентой  $\xi = (\xi_t)$ ,  $t \geq 0$ . В каждый момент времени  $t$  требуется оценить ненаблюдаемые значения  $\theta_t$ .

Известно, что оптимальной, в среднеквадратическом смысле, оценкой  $\theta_t$  по наблюдениям  $\xi_s$  является апостериорное среднее  $m_t^* = E(\theta_t | \xi_s, 0 \leq s \leq t)$ .

Когда процессы  $\xi_t$  и  $\theta_t$  гауссовские или условно-гауссовские, решение задачи оптимальной фильтрации сводится к отысканию условных математических ожиданий, как решений определенного стохастического дифференциального уравнения.

Если  $(\theta, \xi) = (\theta_t, \xi_t)$ ,  $0 \leq t \leq T$  — непрерывный случайный процесс диффузионного типа и

$$d\theta_t = [a_0(t, \xi) + a_1(t, \xi)\theta_t]dt + b_1(t, \xi)dW_1(t) + b_2(t, \xi)dW_2(t),$$

$$d\xi_t = [A_0(t, \xi) + A_1(t, \xi)\theta_t]dt + B(t, \xi)dW_2(t),$$

то фильтр  $m_t^*$  и дисперсия  $\gamma_t^*$  удовлетворяют уравнениям

$$dm_t^* = [a_0(t, \xi) + a_1(t, \xi)m_t^*]dt + [b_2(t, \xi)B(t, \xi) + \gamma_t^* A_1(t, \xi)]B^{-2}(t, \xi)[d\xi_t - (A_0(t, \xi) + A_1(t, \xi)m_t^*)dt]. \quad (1)$$

$$\gamma_t^* = 2a_1(t, \xi)\gamma_t^* + b_1^2(t, \xi) + b_2^2(t, \xi) - B^{-2}(t, \xi)[b_2(t, \xi)B(t, \xi) + \gamma_t^* A_1(t, \xi)]^2 \quad [1]. \quad (2)$$

Для решения уравнения (1) требуется знание коэффициентов  $a_0(t, \xi)$ ,  $a_1(t, \xi)$ ,  $b_1(t, \xi)$ ,  $b_2(t, \xi)$ ,  $A_0(t, \xi)$ ,  $A_1(t, \xi)$  и  $B(t, \xi)$ .

При этом коэффициенты наблюдаемого процесса могут быть известны, а коэффициенты ненаблюдаемого процесса известны не всегда. В [2] предлагается алгоритм построения оценки  $\theta_t$ , не использующий знание распределения процесса  $\theta_t$ . Будем рассматривать фильтр  $m_t$ , управляемый стохастическим дифференциальным уравнением

$$dm_t = \delta(d\xi_t - m_t dt). \quad (3)$$

Наблюдаемый процесс  $\xi_t$  связан с процессом  $\theta_t$  уравнением  $d\xi_t = \theta_t dt + \sigma dW_t$ , где  $\delta > 0$  — постоянная величина. Мы ограничимся рассмотрением лишь постоянных значений параметра  $\delta$ . В [2] пред-

лагаются различные принципы адаптивного выбора  $\delta$ , однако анализ таких случаев представляется несколько сложным. Качество фильтра  $m_t$  мы оцениваем при помощи среднеквадратического отклонения  $\gamma_t$ .

Пусть  $(\theta_t, \xi_t)$  — пара случайных процессов, где ненаблюдаемая компонента  $\theta_t$  является стационарным процессом, а наблюдаемый процесс допускает стохастический дифференциал

$$d\xi_t = \theta_t dt + \sigma dW_t,$$

где  $W_t$  — винеровский процесс.

1. Допустим

$$\theta_t = A \cos \omega t + B \sin \omega t, \quad (4)$$

где  $A$  и  $B$  — случайные величины с  $EA = EB = 0$  и  $EA^2 = EB^2 = K^2$ .

В качестве фильтра берем решение уравнения (3).

Тогда для  $\gamma_t = E(m_t - \theta_t)^2$  имеем

$$\gamma = \lim_{t \rightarrow \infty} \gamma_t = \frac{\delta \sigma^2}{2} + \frac{k^2 \omega^2}{\delta^2 + \omega^2}, \quad (5)$$

2. Пусть  $\theta_t$  — стационарный процесс со спектральной функцией распределения  $F(\omega)$ . В этом случае можно утверждать, что  $\gamma$  имеет следующий вид:

$$\gamma = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\omega^2 dF(\omega)}{\delta^2 + \omega^2} + \frac{\delta \sigma^2}{2}. \quad (6)$$

3. Рассмотрим теперь многомерный случай. Пусть  $(\theta, \xi) = (\theta_t, \xi_t)$ ,  $t \geq 0$  — многомерный частично наблюдаемый случайный процесс, где  $\xi_t$  задается уравнением

$$d\xi_t = c' \theta_t dt + \sigma dW_t,$$

а  $c$ ,  $\theta_t$  — векторы-столбцы ( $n \times 1$ ). Тогда

$$\gamma = \lim_{t \rightarrow \infty} E(a_t \cdot a_t) = (2\delta^2 cc')^{-1} \{2(\delta^2 cc' (cc')' + \omega^2)^{-1} \delta cc' k^2 + \delta^2 \sigma^2 cc'\},$$

где  $a_t$  — отклонение ненаблюдаемого процесса  $\theta_t$  от своего фильтра, т. е.

$$a_t = \theta_t - m_t,$$

$$da_t = d\theta_t - dm_t = (h_t - \delta cc' a_t) dt - \delta \sigma dW_t,$$

$K^2$  — диагональная матрица  $K_{ii}^2 = K_i^2$ ,  $\omega^2$  — диагональная матрица  $\omega_{ii}^2 = \omega_i^2$ , и  $m_t$  удовлетворяет уравнению

$$dm_t = \delta c (d\xi_t - c' m_t dt).$$

Если

$$\Theta_t = \begin{pmatrix} A_1 \cos \omega_1 t + B_1 \sin \omega_1 t \\ \dots \\ A_n \cos \omega_n t + B_n \sin \omega_n t \end{pmatrix}$$

со спектральной функцией распределения  $F(\omega) = (F(\omega_1), \dots, F(\omega_n))'$ , тогда формула среднеквадратического отклонения, аналогичного формуле (6), принимает вид



$$E(a_i \cdot a'_i) = \frac{\delta \sigma^2}{2} + \int_{-\infty}^{\infty} \frac{F(\omega)}{\delta^2 c c'(c c')' + \omega^2} d\omega. \quad (7)$$

Интересно сравнить фильтр  $m_t$  с оптимальным фильтром  $m_t^*$ . Как показано в нижеследующем примере, при соответствующем подборе параметра  $\delta$ , в ряде интересных случаев  $m_t$  близко к  $m_t^*$ .

Пример. Пусть частично наблюдаемый случайный процесс  $\theta, \xi) = (\theta_t, \xi_t)$ ,  $t \geq 0$  задается уравнениями

$$\begin{aligned} d\theta_t &= a \theta_t dt + b dW_1(t), \\ d\xi_t &= A \theta_t dt + B dW_2(t), \end{aligned} \quad (8)$$

$a > 0$ . Фильтр процесса  $\theta_t$  представляется как решение уравнения

$$dm_t = \delta (d\xi_t - m_t dt). \quad (9)$$

Тогда, в силу (5), имеем

$$\gamma = \frac{\delta B^2}{2} + \frac{b^2}{2(\tilde{a} + b)}, \quad \tilde{a} = -a > 0. \quad (10)$$

Но по методу Калмана—Бьюси можно найти, что оптимальные  $m_t^*$  и  $\gamma_t^*$  удовлетворяют уравнениям

$$\begin{aligned} dm_t^* &= am_t^* dt + \gamma_t^* AB^{-2} (d\xi_t - Am_t^* dt), \\ \gamma_t^* &= 2a\gamma_t^* - A^2 B^{-2} (\gamma_t^*)^2 + b^2. \end{aligned}$$

Нетрудно найти для среднеквадратического отклонения оптимального фильтра

$$\gamma_h = \gamma^* = \lim_{t \rightarrow \infty} \gamma_t^* = \tilde{a} B^2 + B \sqrt{\tilde{a}^2 B^2 + b^2}. \quad (11)$$

В (10) выбираем оптимальную  $\delta$

$$\gamma' = \frac{B^2}{2} - \frac{b^2}{4(\tilde{a} + \delta)^2}.$$

Итак,

$$\delta = bB^{-1} - \tilde{a}.$$

Тогда для  $(bB^{-1} - \tilde{a})^+$  имеем

$$\gamma = bB - (\tilde{a} B^2)/2. \quad (12)$$

Наша цель — показать в каких случаях целесообразно применять фильтр (9). Рассмотрим различные случаи:

- 1)  $a \rightarrow 0$ , 2)  $b \rightarrow \infty$ , 3)  $B \rightarrow \infty$ .

В случае  $\tilde{a} \rightarrow 0$  среднеквадратическое отклонение по методу Калмана — Бьюси имеет вид  $\gamma_h = bB$ , а  $\gamma \sim bB$ . Так как отношение  $\gamma/\gamma_h \rightarrow 1$ , можно применить фильтр (9).

Аналогично можно показать, что в случае  $b \rightarrow \infty$  и  $B \rightarrow \infty$  отношение  $\gamma/\gamma_h \rightarrow 1$ .

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт экономики и права

(Поступило 15.6.1978)

•მათემატიკა

მ. ტალახაძე

სტაციონარული პროცესის არაპარამეტრული შეფასების  
 ერთი მეთოდის შესახებ

რეზიუმე

განხილულია ნაწილობრივ დაკვირვებადი შემთხვევითი პროცესი. დაუკვირვებადი კომპონენტისათვის აგებულია ფილტრი. ნაჩვენებია, რომ მრავალსაინტერესო შემთხვევაში აგებული ფილტრი ახლოა ოპტიმალურთან და საკმაოდ მარტივია.

MATHEMATICS

M. V. TALAKHADZE

## ON A METHOD OF NON-PARAMETRIC ESTIMATION OF A STATIONARY PROCESS

Summary

A partially observable random process is considered. For the unobservable component a filter is constructed. In many interesting cases the constructed filter is shown to be close to the optimal one and at the same time to be fairly simple.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. Ш. Линцер, А. Н. Ширяев. Статистика случайных процессов. М., 1974.
2. Ш. Г. Лелашвили. Автоматическое управление. Тбилиси, 1967, 59—96.

А. Г. ШАНГУА

### О ЗАКОНАХ БОЛЬШИХ ЧИСЕЛ В БАНАХОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 12.7.1978)

Изучаются вопросы устойчивости усредненных сумм независимых случайных величин со значениями в банаховом пространстве в связи с геометрическими свойствами рассматриваемого пространства.

Пусть  $X$  — банахово пространство,  $B(X)$  — борелевская  $\sigma$ -алгебра на  $X$ ,  $(\Omega, F, P)$  — вероятностное пространство. Измеримое в смысле Бохнера (слабо измеримое) отображение  $\xi: \Omega \rightarrow X$  называется  $X$ -значным случайным элементом ( $X$ -ЗСЭ). Распределением  $X$ -ЗСЭ  $\xi$  называется мера  $P \circ \xi^{-1}$  на  $B(X)$ , определенная равенством  $P \circ \xi^{-1}(A) = P\{\xi^{-1}(A)\}$ , где  $\xi^{-1}(A)$  — прообраз множества  $A \in B(X)$ .

Последовательность  $X$ -ЗСЭ  $(\eta_n)$  называется устойчивой по вероятности (почти наверное), если для некоторой последовательности из  $X$  справедливо  $\eta_n - a_n \rightarrow 0$  по вероятности (п. н.).

Говорят, что последовательность  $X$ -ЗСЭ  $(\xi_n)$  удовлетворяет закону (усиленному закону) больших чисел, если последовательность  $\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \xi_i\right)$  является устойчивой по вероятности (п. н.).

**Теорема 1.** Пусть  $(\xi_n)$  — последовательность независимых  $X$ -ЗСЭ такая, что при всех  $n \geq 1$   $\|\xi_n\|$  имеют одно и то же распределение. Если в  $X$  найдется последовательность  $(a_n)$ , для которой

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \xi_i - a_n \rightarrow 0 \text{ почти наверное в слабой топологии,}$$

то имеет место  $\int \|\xi_1\| dP < \infty$ .

**Замечание.** В силу известной теоремы Мурье [11], условие  $\int \|\xi_1\| dP < \infty$ , для последовательности независимых одинаково распределенных  $X$ -ЗСЭ  $(\xi_n)$ , влечет

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \xi_i - \int \xi_1 dP \rightarrow 0 \text{ почти наверное.}$$

Поэтому, из теоремы 1 следует, что если последовательность  $(\xi_n)$  независимых одинаково распределенных  $X$ -ЗСЭ удовлетворяет усиленному закону больших чисел в слабой топологии, то эта последовательность удовлетворяет усиленному закону больших чисел и в сильной топологии.

Если отказаться от требования того, что все  $\xi_n$  имеют одно и то же распределение, то условия: все  $\|\xi_n\|$  одинаково распределены и  $\int \|\xi_1\| dP < \infty$  не влекут, вообще говоря, справедливости усиленного закона больших чисел. Теорема 2 показывает, что в этих условиях справедливость усиленного закона больших чисел зависит от так называемого свойства  $B$ -выпуклости.

Банахово пространство  $X$  называется  $B$ -выпуклым [2], если найдется такая пара  $(\varepsilon, k)$ , где  $\varepsilon > 0$ ,  $k \geq 2$  — целое число, что для произвольных  $x_1, \dots, x_k$  из единичного шара пространства  $X$  ( $\|x_i\| \leq 1$ ,  $i=1, 2, \dots, k$ ), при некотором выборе знаков имеет место неравенство

$$\|\pm x_1 \pm \dots \pm x_k\| < k(1 - \varepsilon).$$

Теорема 2. Следующие утверждения эквивалентны:

1°.  $X$  —  $B$ -выпуклое банахово пространство;

2°. Если  $(\xi_n)$  последовательность независимых  $X$ -ЗСЭ, такая, что все

$\|\xi_n\|$  имеют одно и то же распределение и  $\int \|\xi_1\| dP < \infty$ , то

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \xi_i - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \int \xi_i dP \rightarrow 0 \text{ почти наверное.}$$

Пусть задана последовательность  $X$ -ЗСЭ  $(\xi_n)$ . Последовательность  $(\xi_n^{(s)})$  называется симметризацией последовательности  $(\xi_n)$ , если  $\xi_n^{(s)} = \xi_n - \xi'_n$ ,  $n=1, 2, \dots$ , где  $(\xi_n)$  и  $(\xi'_n)$  независимы и одинаково распределены.

Приведем также бесконечномерный аналог критерия п. н. устойчивости Ю. В. Прохорова [3].

Пусть  $(b_n)$  — неубывающая последовательность положительных чисел, такая, что для некоторой последовательности  $(b_{n_k})$  при всех достаточно больших  $k$  имеем

$$1 < c' \leq \frac{b_{n_{k+1}}}{b_{n_k}} \leq c < \infty.$$

Пусть  $(\xi_n)$  — последовательность независимых  $X$ -ЗСЭ. Положим

$$S_{n_0} = 0, \quad S_n = \sum_{i=1}^n \xi_i \quad \text{и} \quad T_k = \frac{S_{n_k} - S_{n_{k-1}}}{b_{n_k}}.$$

Теорема 3. Для того чтобы последовательность  $\left(\frac{S_n}{b_n}\right)$  была п. н. устойчивой, необходимо и достаточно, чтобы для всех  $\varepsilon > 0$

$$\sum_{k=1}^{\infty} P \left\{ \|T_k^{(s)}\| > \varepsilon \right\} < \infty.$$

Следствие 1. Пусть  $\|\xi_n\| \leq b_n$ . Тогда для того чтобы

$$\frac{1}{b_n} \sum_{i=1}^n \xi_i - \frac{1}{b_n} \sum_{i=1}^n \int \xi_i dP \rightarrow 0 \text{ п. н.,}$$

необходимо и достаточно, чтобы для всех  $\varepsilon > 0$

$$\sum_{k=1}^{\infty} P \left\{ \left\| T_k - \int T_k dP \right\| > \varepsilon \right\} < \infty.$$

Следующее следствие является обобщением теоремы Кавата [4].

Следствие 2. Для устойчивости п. н. последовательности  $\left(\frac{S_n}{b_n}\right)$  достаточно, чтобы для всех  $\varepsilon > 0$  
$$\sum_{k=1}^{\infty} P\{\|S_{n_k}^{(s)}\| > \varepsilon b_{n_k}\} < \infty.$$

Банахово пространство  $X$  называется пространством типа  $p$  ( $1 \leq p \leq 2$ ), если существует такая постоянная  $M > 0$ , что для произвольного натурального  $n$  и произвольных  $x_1, \dots, x_n \in X$  имеет место неравенство

$$\int \left\| \sum_{i=1}^n \varepsilon_i x_i \right\|^p dP \leq M \sum_{i=1}^n \|x_i\|^p,$$

где  $\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_n$  — независимые случайные величины, имеющие распределение Бернулли, т. е.  $P\{\varepsilon_i = 1\} = P\{\varepsilon_i = -1\} = \frac{1}{2}$ ,  $i = 1, \dots, n$ .

Банахово пространство  $X$  называется пространством типа  $q$  ( $2 \leq q < \infty$ ), если существует постоянная  $N > 0$ , такая, что для произвольного натурального  $n$  и произвольных  $x_1, \dots, x_n \in X$  справедливо неравенство

$$\sum_{i=1}^n \|x_i\|^q \leq N \int \left\| \sum_{i=1}^n \varepsilon_i x_i \right\|^q dP,$$

где  $\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_n$  то же самое, что и в прежнем определении.

$J[A]$  обозначает индикатор множества  $A$ , т. е.  $J_{[A]}^{(\omega)} = \begin{cases} 1 & \text{если } \omega \in A, \\ 0 & \text{если } \omega \notin A. \end{cases}$

Теорема 4. Следующие утверждения эквивалентны:

- 1°.  $X$  — банахово пространство типа  $p$ ;
- 2°. Если  $(\xi_n)$  — последовательность независимых  $X$ -ЗСЭ, такая, что

$$\sum_{i=1}^n P\{\|\xi_i^{(s)}\| > n\} \rightarrow 0, \quad \frac{1}{n^p} \sum_{i=1}^n \int \|\xi_i^{(s)}\|^p J_{[\|\xi_i^{(s)}\| < n]} dP \rightarrow 0,$$

то найдется такая последовательность  $(a_n)$ , что

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \xi_i - a_n \rightarrow 0 \text{ по вероятности.}$$

Следствие. Следующие утверждения эквивалентны:

- 1°.  $X - B$  — выпуклое банахово пространство;
- 2°. Если  $(\xi_n)$  — последовательность независимых  $X$ -ЗСЭ, такая, что все  $\|\xi_n\|$  имеют одно и то же распределение и

$$nP\{\|\xi_1\| > n\} \rightarrow 0, \tag{1}$$

то в  $X$  найдется последовательность  $(a_n)$ , такая, что

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \xi_i - a_n \rightarrow 0 \text{ по вероятности.} \tag{2}$$

Замечание. Часть (2)  $\Rightarrow$  (1) справедлива в общем банаховом пространстве.



Теорема 5. Следующие утверждения эквивалентны:

1°.  $X$  — банахово пространство типа  $q$ ;

2°. Если  $(\xi_n)$  — последовательность независимых  $X$ -ЗСЭ такая, что для некоторой последовательности  $(a_n)$  из  $X$ , имеет место соотношение

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \xi_i - a_n \rightarrow 0 \text{ по вероятности,}$$

то

$$\frac{1}{n^q} \sum_{i=1}^n \int \| \xi_i^{(s)} \|^q J_{[ \| \xi_i^{(s)} \| < n ]} dP \rightarrow 0.$$

Из теорем 3 и 4 вытекает следующее

Следствие. Пусть  $X$  — банахово пространство. Следующие утверждения эквивалентны:

1°.  $X$  изоморфно гильбертову пространству;

2°. Для того чтобы последовательность  $(\xi_n)$  независимых  $X$ -ЗСЭ удовлетворяла закону больших чисел, необходима и достаточна справедливость следующих соотношений:

$$\sum_{i=1}^n P(\| \xi_i^{(s)} \| > n) \rightarrow 0; \quad \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \int \| \xi_i^{(s)} \|^2 J_{[ \| \xi_i^{(s)} \| < n ]} dP \rightarrow 0.$$

Академия наук Грузинской ССР

Вычислительный центр

имени Н. И. Мухелишвили

(Поступило 14.7.1978)

მათემატიკა

ა. შანგუა

დიდი რიცხვითი კანონების შესახებ ბანახის სივრცეში

რეზიუმე

შესწავლილია დამოუკიდებელ შემთხვევით ელემენტთა ვასაშუალოებულ ჯამების ასიმპტოტიკური უოფაქცევა ბანახის სივრცის კომპეტრიულ თვისებებთან დაკავშირებით.

MATHEMATICS

A. G. SHANGUA

## ON THE LAWS OF LARGE NUMBERS IN BANACH SPACES

Summary

The paper deals with the asymptotic behaviour of the normalized sums of independent Banach space valued random elements in connection with geometric properties of Banach spaces.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. Mourier. Ann. Inst. H. Poincaré 13, 1953.
2. A. Beck. Proc. Amer. Math. Soc. 13, 1962.
3. М. Лозэв. Теория вероятностей. М., 1962, 266.
4. Т. Kawata. Proc. Imper. Acad. Tokyo, 16, № 3. 1940.

В. И. ТЕВЗАДЗЕ

О РАВНОМЕРНОЙ СХОДИМОСТИ РЯДОВ ФУРЬЕ—УОЛША

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Жижнашвили 9.7.1978)

Пусть  $f(x)$  — непрерывная периодическая функция с периодом 1,  $\sigma(f)$  — ряд Фурье—Уолша<sup>(1)</sup> этой функции,  $S_n(f, x)$  — частная сумма ряда Фурье—Уолша.

Хорошо известна теорема Файна [1], что если  $f$  удовлетворяет условию

$$\omega(\delta, f) = o\left(\left(\ln \frac{1}{\delta}\right)^{-1}\right) \text{ при } \delta \rightarrow 0,$$

то  $\sigma(f)$  сходится равномерно.

Затем, Оневир [2] доказал, что если  $f$  непрерывная и  $\lim_{n \rightarrow \infty} U_n(x) = 0$  равномерно по  $x$ , где

$$U_n(x) = \sum_{k=1}^{2^n-1} k^{-1} \left| f\left(x + \frac{2k}{2^{n+1}}\right) - f\left(x + \frac{2k+1}{2^{n+1}}\right) \right|$$

(определение операций  $+$  см. [1]), то  $\sigma(f)$  сходится равномерно.

Отсюда он вывел как теорему Файна, так и теорему, подобной теореме Салема для тригонометрической системы: Пусть  $\Phi(x)$  и  $\Psi(x)$  дополнительные в смысле Юнга выпуклые функции,  $\Phi(0) = \Psi(0) = 0$  и пусть

$$\sum_{k=1}^{\infty} \Psi\left(\frac{1}{k}\right) < \infty;$$

тогда если  $f \in C \cap V_{\Phi}$  (определение класса  $V_{\Phi}$  см. в [3]), то ее ряд Фурье—Уолша сходится равномерно.

Мы рассмотрим вопрос о равномерной сходимости рядов Фурье—Уолша в терминах модуля изменения [4].

Определение. Модулем изменения функции  $f$  называется функция целочисленного положительного аргумента  $\upsilon(n, f)$ , определенная следующим образом:  $\upsilon(0, f) = 0$ , а при  $n \geq 1$

$$\upsilon(n, f) = \sup_{\pi_n} \sum_{k=0}^{n-1} |f(x_{2k+1}) - f(x_{2k})|,$$

где  $\pi_n$  — произвольное разбиение интервала  $[0, 1]$  на  $n$  непересекающихся интервалов  $0 \leq x_0 < x_1 \leq x_2 < \dots \leq x_{2n-2} < x_{2n-1} \leq 1$ .

(<sup>1</sup>—Мы рассматриваем систему Уолша в нумерации Пэли.)

Если  $\nu(n)$  — неубывающая выпуклая вверх функция и  $\nu(0) = 0$ , то  $\nu(n)$  назовем модулем изменения. Для заданного модуля изменения  $\nu(n)$ , через  $V[\nu]$  обозначим класс тех функций, которые удовлетворяют соотношению  $\nu(n, f) = O(\nu(n))$ .

Справедлива следующая

**Теорема 1.** Если  $\nu(n, f)$  — модуль изменения и  $\omega(\delta, f)$  — модуль непрерывности функций  $f$ , то

$$\|f - S_n(f)\|_C \leq c \min_{1 < m < n} \left\{ \omega\left(\frac{1}{n}, f\right) \sum_{k=1}^m \frac{1}{k} + \sum_{k=m+1}^n \frac{\nu(k, f)}{k^2} \right\},$$

где  $c$  абсолютная константа.

Аналогичную теорему для тригонометрической системы доказал З. А. Чантурия [5].

**Следствие 1.** Если  $f \in C \cap V_\Phi$ , а  $\Phi$  возрастает и  $\int_0^1 \ln \frac{1}{\Phi(\tau)} d\tau < \infty$ , то

$$\|f - S_n(f)\|_C \leq c \int_0^1 \ln \frac{V_\Phi(f)}{\Phi(\tau)} d\tau,$$

где  $V_\Phi(f)$  — полная  $\Phi$  вариация функции  $f$ . Эта оценка аналогична оценке К. И. Осколкова [6], полученной им для тригонометрической системы.

Теорема 1 может быть высказана и в другой эквивалентной форме. Для этой цели введем одно обозначение. Если  $\omega(\delta)$  — произвольный модуль непрерывности и  $\nu(n)$  — производный модуль изменения, то

$$\alpha(n) = \begin{cases} n, & \text{если } \omega\left(\frac{1}{n}\right) \leq \frac{\nu(n)}{n}, \\ 0, & \text{если } \omega\left(\frac{1}{n}\right) > \frac{\nu(1)}{1}, \\ \max \left\{ m : \frac{\nu(m)}{m} \geq \omega\left(\frac{1}{n}\right) \right\}, & \text{если } \frac{\nu(1)}{1} \geq \omega\left(\frac{1}{n}\right) > \frac{\nu(n)}{n}. \end{cases} \quad (1)$$

**Теорема 2.** Пусть  $\nu(n, f)$  — модуль изменения функций и  $\omega(\delta, f)$  — модуль непрерывности, тогда при  $n \geq 1$

$$\|f - S_n(f)\|_C \leq c \left\{ \omega\left(\frac{1}{n}, f\right) \sum_{k=1}^{\alpha(n)} \frac{1}{k} + \sum_{k=\alpha(n)+1}^n \frac{\nu(k, f) - \nu(k-1, f)}{k} \right\}, \quad (2)$$

где  $\alpha(n)$  определяется соотношением (1) для функции  $f$ .

Оценка (2) неулучшаема на всем классе  $H^\omega \cap V[\nu]$ , как следует из теоремы 3.

Пусть

$$\tau(n) = \omega\left(\frac{1}{n}\right) \sum_{k=1}^{z(n)} \frac{1}{k} + \sum_{k=z(n)+1}^n \frac{v(k) - v(k-1)}{k},$$

где  $z(n)$  определяется соотношением (1). Допустим  $\overline{\lim}_{n \rightarrow \infty} \tau(n) = \tau_0$  и  $\{n_i\}$  — реализующая этот предел последовательность.

Справедлива

Теорема 3. В классе  $H^\omega \cap V[v]$  существует функция  $f_0$ , такая, что

$$\overline{\lim}_{i \rightarrow \infty} \frac{|f_0(0) - S_{n_i}(f_0, 0)|}{\tau(n_i)} > 0.$$

Из теорем 1 и 3 следует

Теорема 4. Для того чтобы ряды Фурье—Уолша класса  $H^\omega \cap V[v]$  сходились равномерно, необходимо и достаточно выполнение условия

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \min_{1 < m < n} \left\{ \omega\left(\frac{1}{n}\right) \sum_{k=1}^m \frac{1}{k} + \sum_{k=m+1}^n \frac{v(k)}{k^2} \right\} = 0. \quad (3)$$

Следствие 3. Для того что ряды Фурье—Уолша класса  $C \cap V[v]$  сходились равномерно, необходимо и достаточно выполнение условия

$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{v(k)}{k^2} < \infty.$$

Следствие 4. Если  $f$  непрерывна и индикатриса Банаха ( $N(y, f)$ ) функции  $f$  удовлетворяет условию

$$\int_0^{\infty} \ln N(y, f) dy < \infty,$$

то  $\sigma(f)$  сходится равномерно.

Это аналог теоремы Гарсия и Сонера [7], доказанный ими для тригонометрических рядов Фурье.

Из теоремы 1 и 3 также вытекает аналог теоремы Лебега.

Следствие 5. Если  $f \in H^\omega$ , то

$$\|f - S_n(f)\|_C \leq c\omega\left(\frac{1}{n}\right) \ln n,$$

причем в классе  $H^\omega$  существует функция  $f_0$ , такая, что

$$\overline{\lim}_{n \rightarrow \infty} \frac{|f_0(0) - S_n(f_0, 0)|}{\omega\left(\frac{1}{n}\right) \ln n} > 0.$$

Тбилисский государственный университет

Институт прикладной математики

(Поступило 13.7.1978)

## 3. თეზაჲ

ფურიე—უოლჲის მწკრივების თანაბარი  
 კრებაღოზის შესახებ

რეზიუმე

ვქვით  $\omega(\delta)$  და  $\nu(n)$  შესაბამისად უწყვეტობის და ცვლილებების ნებისმიერი მოღულებია. მტკიცდება თეორემა: იმისათვის, რომ  $H^\omega \cap V[\nu]$  კლასის ყოველი ფუნქციის ფურიე—უოლჲის მწკრივი იყოს თანაბრად კრებადი, აუცილებელი და საკმარისია (3) პირობა.

MATHEMATICS

V. I. TEVZADZE

ON THE UNIFORM CONVERGENCE OF FOURIER-WALSH SERIES

Summary

Let  $\omega(\delta)$  be an arbitrary modulus of continuity, and  $\nu(n)$  a modulus of variation. The theorem is proved: for the Fourier-Walsh series of any function of class  $H^\omega \cap V[\nu]$  to be uniformly convergent condition (3) is necessary and sufficient.

ლიბრატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. N. I. Fine. Trans. Amer. Math. Soc., 65, № 3, 1949.
2. С. W. Oppenheimer. Pacif. J. Math., 34, № 1, 1970.
3. Н. К. Барн. Тригонометрические ряды. М., 1961.
4. З. А. Чантурия. ДАН СССР, 214, № 1, 1974.
5. З. А. Чантурия. Матем. сб., 100, № 4, 1976.
6. К. И. Осколков. Матем. заметки, 12, № 3, 1972.
7. A. M. Garcia, S. Sawyer. J. Math. Mech., 13, № 4, 1964.





А. Б. ХАРАЗИШВИЛИ

## ИНВАРИАНТНЫЕ МЕРЫ В ВЕКТОРНЫХ ПРОСТРАНСТВАХ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 28.7.1978)

В настоящей статье содержатся обобщения некоторых результатов из работ [1, 2].

Пусть  $E$  — векторное пространство над полем действительных (комплексных) чисел,  $G$  — подгруппа аддитивной группы  $E$ . Будем говорить, что множество  $X \subset E$  является  $G$ -абсолютно пренебрежимым в  $E$ , если для всякой  $\sigma$ -конечной  $G$ -инвариантной меры  $\mu$  найдется  $G$ -инвариантная мера  $\bar{\mu}$ , служащая продолжением  $\mu$ , содержащая множество  $X$  в своей области определения и такая, что  $\bar{\mu}(X) = 0$  (см. [1]). Далее, будем говорить, что множество  $Y \subset E$  является  $G$ -абсолютно неизмеримым в  $E$ , если не существует невырожденной  $\sigma$ -конечной  $G$ -инвариантной меры, области определения которой принадлежит  $Y$  (см. [2]).

Лемма. Пусть  $\text{Card } G \geq \aleph_1$ . Тогда для того чтобы множество  $X \subset E$  было  $G$ -абсолютно пренебрежимым в  $E$ , необходимо и достаточно, чтобы для всякого счетного семейства  $(g_n)_{n \in \mathbb{N}}$  элементов группы  $G$  существовало счетное семейство  $(h_k)_{k \in \mathbb{N}}$ , состоящее из элементов этой же группы и такое, что

$$\bigcap_{k \in \mathbb{N}} h_k \left( \bigcup_{n \in \mathbb{N}} g_n(X) \right) = \emptyset.$$

**Теорема 1.** Если пространство  $E$  нетривиально (т. е.  $E \neq \{0\}$ ), то существует последовательность  $E$ -абсолютно пренебрежимых множеств, объединение которых совпадает с  $E$ .

При доказательстве этой теоремы используются базисы Гамеля [3].

Следствие. Если пространство  $E$  нетривиально и  $\mu$  есть любая невырожденная  $\sigma$ -конечная  $E$ -инвариантная мера в  $E$ , то найдется  $E$ -инвариантная мера  $\bar{\mu}$ , служащая строгим продолжением меры  $\mu$ .

**Теорема 2.** Для того чтобы в пространстве  $E$  существовали  $G$ -абсолютно неизмеримые множества, необходимо и достаточно, чтобы группа  $G$  была несчетной. ]

Пусть  $\mu$  —  $\sigma$ -конечная  $G$ -инвариантная мера в пространстве  $E$ , заданная на некоторой  $\sigma$ -алгебре  $S$  частей этого пространства. Говорят, что мера  $\mu$  обладает свойством единственности в классе всевозможных  $\sigma$ -конечных  $G$ -инвариантных мер, определенных на той же  $\sigma$ -алгебре  $S$ , если для любой меры  $\mu'$  из указанного класса найдется коэффициент  $q$ , такой, что

$$\mu' = q \cdot \mu.$$

Далее, говорят, что мера  $\mu$  обладает свойством метрической транзитивности, если для всякого множества  $Z \in S$  соотношение

$$(\forall g) (g \in G \Rightarrow) \mu(g(Z) \Delta Z) = 0$$

влечет за собой соотношение

$$\mu(Z) = 0 \vee \mu(E \setminus Z) = 0.$$

Легко видеть, что мера  $\mu$  обладает свойством метрической транзитивности тогда и только тогда, когда, каково бы ни было множество  $Z \in S$  с  $\mu(Z) > 0$ , существует последовательность  $(g_n)_{n \in \mathbb{N}}$  элементов из группы  $G$ , такая, что

$$\mu(E \setminus \bigcup_{n \in \mathbb{N}} g_n(Z)) = 0.$$

**Теорема 3.** Пусть пространство  $E$  нетривиально и пусть  $\mu$  — полная  $\sigma$ -конечная  $G$ -инвариантная мера, области определения которой принадлежат все одноэлементные подмножества пространства  $E$ . Тогда для того чтобы мера  $\mu$  обладала свойством единственности, необходимо и достаточно, чтобы

- а) группа  $G$  была несчетной;
- б) мера  $\mu$  обладала свойством метрической транзитивности.

При доказательстве сформулированного только для утверждения используются две известные теоремы: теорема Радона—Никодима и теорема Улама о неизмеримости (в широком смысле) кардинала  $\aleph_1$  [4].

Пусть снова  $\mu$  — некоторая  $\sigma$ -конечная  $G$ -инвариантная мера в пространстве  $E$ ,  $X$  — некоторое подмножество этого пространства. Говорят, что множество  $X$  обладает свойством однозначности относительно меры  $\mu$ , если:

- (1) существует  $G$ -инвариантное продолжение  $\bar{\mu}$  меры  $\mu$ , области определения которого принадлежит множество  $X$ ;
- (2) для любых двух таких предложений  $\mu_1$  и  $\mu_2$  выполняется равенство  $\mu_1(X) = \mu_2(X)$ .

Пример. В качестве пространства  $E$  возьмем обычную евклидову плоскость  $R^2$ , в качестве группы  $G$  — аддитивную группу  $R^2$ . Пусть  $X$  — произвольное равномерное в направлении оси ординат подмножество плоскости. Нетрудно убедиться, что множество  $X$  обладает свойством однозначности относительно обычной двумерной лебеговской меры  $l_2$ . Отметим здесь же, что множество  $X$  вполне может быть  $l_2$ -неизмеримым; более того, оно может быть даже  $l_2$ -массивным в плоскости  $R^2$ .

**Теорема 4.** Пусть  $E$  — нетривиальное векторное пространство,  $\mu$  — невырожденная  $\sigma$ -конечная  $E$ -инвариантная мера в этом пространстве, обладающая свойством метрической транзитивности. Тогда в  $E$  существуют множества  $X_1$  и  $X_2$ , удовлетворяющие следующим соотношениям:

- 1)  $(\forall \lambda)$  ( $\lambda$  есть  $\sigma$ -конечная  $E$ -инвариантная мера в  $E$ , области определения которой принадлежит множество  $X_1$ )  $\lambda(X_1) = 0$ ;
- 2)  $(\forall \lambda)$  ( $\lambda$  есть  $\sigma$ -конечная  $E$ -инвариантная мера в  $E$ , области определения которой принадлежит множество  $X_2$ )  $\lambda(X_2) = 0$ ;

3) найдутся две  $E$ -инвариантные меры  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$ , служащие продолжениями меры  $\mu$  и такие, что множество  $X_1$  является  $\lambda_1$ -измеримым, а множество  $X_2$  является  $\lambda_2$ -измеримым;

4) объединение  $X_1$  с  $X_2$  представляет собой  $E$ -абсолютно неизмеримое подмножество пространства  $E$ .

Соотношения 1), 2) и 3) указывают, в частности, на то, что множества  $X_1$  и  $X_2$  обладают свойством однозначности относительно исходной меры  $\mu$ .

Коротко изложим основные моменты доказательства сформулированной теоремы. Рассмотрим  $E$  как векторное пространство над полем рациональных чисел и представим это пространство в виде прямой суммы двух его подпространств  $E'$  и  $E''$ , где подпространство  $E'$  таково, что  $\text{Card } E' = \aleph_1$ . Занумеруем все элементы подпространства  $E'$  в инъективную  $\omega_1$ -последовательность  $(x_\xi)_{\xi < \omega_1}$  и для каждого индекса  $\xi < \omega_1$  обозначим через  $G_\xi$  подгруппу группы  $E'$ , порожденную частичной  $\xi$ -последовательностью  $(x_\zeta)_{\zeta < \xi}$ . Далее, определим  $\omega_1$ -последовательность множеств  $(Y_\xi)_{\xi < \omega_1}$  так, чтобы выполнялись приводимые ниже соотношения:

$$(a) \bigcup_{\xi < \omega_1} Y_\xi = E';$$

$$(b) (\forall \xi) (\forall \zeta) (\xi < \omega_1 \ \& \ \zeta < \omega_1 \ \& \ \xi \neq \zeta \Rightarrow) Y_\xi \cap Y_\zeta = \emptyset;$$

$$(в) (\forall \xi) (\xi < \omega_1 \Rightarrow) \text{Card } Y_\xi \leq \aleph_0;$$

$$(г) (\forall \xi) (\xi < \omega_1 \Rightarrow) G_\xi(Y_\xi) = Y_\xi.$$

С помощью упомянутой выше теоремы Улама о неизмеримости (в широком смысле) кардинального числа  $\aleph_1$  легко устанавливается существование множества  $I \subset [0, \omega_1)$ , имеющего мощность  $\aleph_1$ , и такого, что множество

$$E'' + \bigcup_{\xi \in I} Y_\xi$$

является  $\mu$ -неизмеримым. Отметим, что, в силу свойства метрической транзитивности меры  $\mu$ , последнее множество является также  $\mu$ -массивным в пространстве  $E$ . Определим теперь множество  $X_1^*$  и  $X_2^*$  так, чтобы были справедливы следующие отношения:

$$X_1^* \subset \bigcup_{\xi \in I} Y_\xi;$$

$$X_2^* \subset \bigcup_{\xi \in [0, \omega_1) \setminus I} Y_\xi;$$

$$(\exists G) (G \subset E' \ \& \ \text{Card } G = \aleph_1 \ \& \ (\forall g) (\forall f) ((g, f) \subset G \ \& \ g \neq f \Rightarrow)$$

$$\Rightarrow) \text{Card } (g(X_1^* \cup X_2^*) \cap f(X_1^* \cup X_2^*)) \leq \aleph_0);$$

$$G_{\omega_0}(X_1^* \cup X_2^*) = E'.$$

Наконец, положим

$$X_1 = E'' + X_1^*,$$

$$X_2 = E'' + X_2^*.$$

Принимая во внимание свойство метрической транзитивности меры  $\mu$ , без особого труда можно показать, что для определенных таким образом множеств  $X_1$  и  $X_2$  выполняются соотношения 1)–4), фигурирующие в формулировке теоремы 4.

Тбилисский государственный университет  
 Институт прикладной математики

(Поступило 28.7.1978)

მათემატიკა

ა. ხარაზიშვილი

ინვარიანტული ზომები ვექტორულ სივრცეებში

რეზიუმე

განხილულია ვექტორულ სივრცეებში განსაზღვრულ ინვარიანტულ ზომათა ზოგიერთი თვისება. გამოკვლეულია აგრეთვე ვექტორული სივრცეების აბსოლუტურად არაზომადი, აბსოლუტურად ნულზომადი და ცალსახობის თვისების მქონე ქვესიმრავლეები.

MATHEMATICS

A. B. KHARAZISHVILI

INVARIANT MEASURES IN VECTOR SPACES

Summary

Some properties of invariant measures in vector spaces are considered. Absolutely non-measurable sets, absolutely null sets and sets with the uniqueness property are investigated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. B. Xarazishvili. DAN СССР, 232, № 2, 1977.
2. A. B. Xarazishvili. DAN СССР, 232, № 5, 1977.
3. G. Hamel. Math. Ann., 60, 1908.
4. S. Ulam. Fund. Math., 16, 1930.

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

М. В. БАСИЛАШВИЛИ

МАТРИЦЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И СИНГУЛЯРНЫХ РЕШЕНИЙ  
 УРАВНЕНИЙ ПЛОСКОЙ ТЕОРИИ ЭЛАСТОТЕРМОДИФФУЗИИ

(Представлено академиком В. Д. Купрадзе 11.9.1978)

Однородная система дифференциальных уравнений установившихся колебаний в сопряженной теории эластотермодиффузии, в случае двух измерений, имеет вид [1, 2]

$$B \left( \frac{\partial}{\partial x}, \omega \right) U(x, \omega) = 0, \quad (1)$$

где  $B \left( \frac{\partial}{\partial x}, \omega \right)$  — матрица размера  $4 \times 4$

$$B \left( \frac{\partial}{\partial x}, \omega \right) = \left\| B_{jk} \left( \frac{\partial}{\partial x}, \omega \right) \right\|_{4 \times 4}, \quad (2)$$

$$B_{jk} \left( \frac{\partial}{\partial x}, \omega \right) = (\mu \Delta + \rho \omega^2) \delta_{jk} + (\lambda + \mu) \frac{\partial^2}{\partial x_j \partial x_k}, \quad j, k = 1, 2,$$

$$B_{jk} \left( \frac{\partial}{\partial x}, \omega \right) = i\omega \gamma_{j-2} \frac{\partial}{\partial x_k}, \quad B_{kj} \left( \frac{\partial}{\partial x}, \omega \right) = -\gamma_{j-2} \frac{\partial}{\partial x_k}, \quad k = 1, 2, j = 3, 4,$$

$$B_{kh} \left( \frac{\partial}{\partial x}, \omega \right) = \delta_{k-2} \Delta + i\omega a_{k-2}, \quad k = 3, 4,$$

$$B_{43} \left( \frac{\partial}{\partial x}, \omega \right) = B_{34} \left( \frac{\partial}{\partial x}, \omega \right) = i\omega a_{12}.$$

$U = (u_1, u_2, u_3, u_4)^*$ ,  $u = (u_1, u_2)^*$  — вектор смещения,  $u_3$  — изменение температуры,  $u_4$  — химический потенциал среды,  $x = (x_1, x_2)$  — точка евклидова пространства  $E_2$ , \* указывает на операцию транспонирования (т. е. замену строки столбцом),  $\Delta$  — двухмерный оператор Лапласа,  $\delta_{jk}$  — символ Кронекера,  $\lambda, \mu, \gamma_1, \gamma_2, \delta_1, \delta_2, a_1, a_{12}, a_2, \rho$  — действительные постоянные, заданные упругие, термические и диффузионные параметры, удовлетворяющие следующим ограничениям [2]:  $\mu > 0, \lambda + \mu > 0, \delta_1 > 0, \delta_2 > 0, \rho > 0, a_1 > 0, a_2 > 0, a_{12}^2 - a_1 a_2 < 0, \omega$  — действительное или комплексное число.

Матрицу фундаментальных решений системы (1)  $\Phi(x, \omega) = \|\Phi_{jk}\|_{4 \times 4}$  ищем в виде

$$\Phi(x, \omega) = \widehat{B} \left( \frac{\partial}{\partial x}, \omega \right) \varphi(x, \omega), \quad (3)$$

где  $\widehat{B} \left( \frac{\partial}{\partial x}, \omega \right)$  — присоединенная с  $B \left( \frac{\partial}{\partial x}, \omega \right)$  матрица, т. е.



$$\widehat{B} \left( \frac{\partial}{\partial x}, \omega \right) B \left( \frac{\partial}{\partial x}, \omega \right) = \widehat{B} \left( \frac{\partial}{\partial x}, \omega \right) B \left( \frac{\partial}{\partial x}, \omega \right) = I \det B \left( \frac{\partial}{\partial x}, \omega \right); \quad (4)$$

$I$  — единичная матрица размера  $4 \times 4$ ,  $\varphi(x, \omega)$  — искомая скалярная функция.

Как известно,  $\widehat{B} \left( \frac{\partial}{\partial x}, \omega \right) = \|\widehat{B}_{jh} \|_{4 \times 4}$ ,  $\widehat{B}_{kj} \left( \frac{\partial}{\partial x}, \omega \right)$  — алгебраическое дополнение элемента  $B_{jh} \left( \frac{\partial}{\partial x}, \omega \right)$  в матрице  $B \left( \frac{\partial}{\partial x}, \omega \right)$ .

Поэтому, в силу (3) и (4), для  $\varphi(x, \omega)$  имеем дифференциальное уравнение 8-го порядка

$$\det B \left( \frac{\partial}{\partial x}, \omega \right) \varphi(x, \omega) \equiv \delta_1 \delta_2 \mu (\lambda + 2\mu) \prod_{k=1}^4 (\Delta + \lambda_k^2) \varphi(x, \omega) = 0, \quad (5)$$

где  $\lambda_k^2$ ,  $k=1, 4$  известные параметры (см. [3])

Согласно (5), полагаем

$$\varphi(x, \omega) = \sum_{k=1}^4 a_k H_0^{(1)}(\lambda_k |x|), \quad (6)$$

где  $H_0^{(1)}(\lambda_k |x|)$  — функция Ганкеля нулевого порядка первого рода,  $r = |x| = \sqrt{x_1^2 + x_2^2}$ . Как известно, в окрестности нуля справедливо представление

$$\begin{aligned} \frac{\pi}{2i} H_0^{(1)}(\lambda_k |x|) &= \ln |x| - \frac{\lambda_k^2}{2^2} |x|^2 \ln |x| + \frac{\lambda_k^4}{2^6} |x|^4 \ln |x| - \\ &- \frac{\lambda_k^6}{2^8 3^2} |x|^6 \ln |x| + \text{const} + O(|x|^8 \ln |x|). \end{aligned}$$

Подберем постоянные  $a_k$ ,  $k=1, 4$  так, чтобы частные производные  $\varphi(x, \omega)$  6-го порядка в окрестности нуля имели особенность вида  $\ln |x|$ .

Для этого достаточно считать

$$a_k = \frac{i}{2\delta_1 \delta_2 (\lambda + 2\mu) (\lambda_{k+1}^2 - \lambda_k^2) (\lambda_{k+2}^2 - \lambda_k^2) (\lambda_{k+3}^2 - \lambda_k^2)}, \quad k=1, 4, \quad (7)$$

где  $\lambda_5 = \lambda_1$ ,  $\lambda_6 = \lambda_2$ ,  $\lambda_7 = \lambda_3$ ;  $\lambda_k^2 \neq \lambda_j^2$ ,  $k, j=1, 4$ .

Подставив (6) в (3), получим матрицу фундаментальных решений  $\Phi(x, \omega)$ .

Аналогично строится  $\Phi(x, 0) = \Phi(x)$  — матрица фундаментальных решений для уравнения статики ( $\omega=0$ ). При этом

$$\begin{aligned} \varphi(x, 0) = \varphi(x) &= \frac{1}{2^8 3^2 \pi \mu \delta_1 \delta_2 (\lambda + 2\mu)} r^6 \ln r - \frac{5}{2^8 3^3 \pi \mu \delta_1 \delta_2 (\lambda + 2\mu)} r^6 \\ \Phi(x) &= \|\Phi(x), \Phi(x), \Phi(x), \Phi(x)\|, \quad \text{где } \Phi(x) = (\Phi_{1k}, \Phi_{2k}, \Phi_{3k}, \Phi_{4k})^*, \quad k=1, 4 \\ \Phi_{ij}(x) &= \frac{\delta_{ij}}{\pi \mu} \ln r - \frac{\lambda + \mu}{4\pi \mu (\lambda + 2\mu)} \frac{\partial^2}{\partial x_i \partial x_j} (r^2 \ln r) + \frac{\delta_{ij}}{\pi \mu}, \quad i, j=1, 2; \\ \Phi_{ij}(x) &= \frac{\gamma_{i-2}}{4\pi \delta_{j-2} (\lambda + 2\mu)} (2x_i \ln r + x_i), \quad i=1, 2, \quad j=3, 4; \end{aligned}$$

$$\Phi_{ii}(x) = \frac{1}{\pi \delta_{i-2}} \ln r + \frac{5}{3\pi \delta_{i-2}}, \quad i=3, 4; \quad \Phi_{ij} = 0, \quad i=3, 4, \quad j=1, 2, 3, 4, \quad i \neq j.$$

Из способа получения  $\Phi(x, \omega)$  и  $\Phi(x)$  следует

$$\varphi(x, \omega) - \varphi(x) = 0(r^6) + 0(r^8 \ln r). \quad (8)$$

Разность  $\tilde{B}\left(\frac{\partial}{\partial x}, \omega\right) - \tilde{B}\left(\frac{\partial}{\partial x}\right)$  содержит производные (по декартовым координатам) не выше 4-го порядка, поэтому, согласно (8)

$$\Phi(x, \omega) - \Phi(x) = 0(r^2 \ln r),$$

$$\frac{\partial^2}{\partial x_i \partial x_j} [\Phi(x, \omega) - \Phi(x)] = 0(\ln r), \quad i, j = 1, 2. \quad (9)$$

Пусть  $\tilde{\Phi}(x, \omega)$  — матрица фундаментальных решений сопряженного (по Лагранжу) оператора  $\tilde{B}\left(\frac{\partial}{\partial x}, \omega\right)$ . Легко проверяется тождество

$$\tilde{\Phi}(x, \omega) = \Phi^*(-x, \omega).$$

$\tilde{\Phi}(x, \omega)$  и  $\tilde{\Phi}(x)$  удовлетворяют оценкам, аналогичным (9).

С помощью фундаментальных решений можно образовать новые сингулярные решения уравнений (1).

Введем дифференциальные операторы  $H\left(\frac{\partial}{\partial x}, n\right) U = \left(T\left(\frac{\partial}{\partial x}, n\right) u - \gamma_{1n} u_3 - \gamma_{2n} u_4\right)$ ;  $Tu$  — оператор напряжения теории упругости [2, 4];

$$R\left(\frac{\partial}{\partial x}, n\right) U = \left(HU, \delta_1 \frac{\partial u_3}{\partial n}, \delta_2 \frac{\partial u_4}{\partial n}\right)^*;$$

$$P_{(p)}\left(\frac{\partial}{\partial x}, n\right) U = \left(HU, -(\delta_{1p} + \delta_{2p}) u_3 + \delta_{3p} \delta_1 \frac{\partial u_3}{\partial n}, -(\delta_{1p} + \delta_{3p}) u_4 + \delta_{2p} \delta_2 \frac{\partial u_4}{\partial n}\right)^*;$$

$$Q_{(p)}\left(\frac{\partial}{\partial x}, n\right) U = \left(u, (\delta_{1p} + \delta_{2p}) \delta_1 \frac{\partial u_3}{\partial n}, -\delta_{3p} u_3, (\delta_{1p} + \delta_{3p}) \delta_2 \frac{\partial u_4}{\partial n} - \delta_{2p} u_4\right)^*; \quad p = 1, 2, 3.$$

Составим матрицы

$$\left[\tilde{T}\left(\frac{\partial}{\partial y}, n\right) \tilde{\Phi}(y-x, \omega)\right]^* = \|(\tilde{T}\tilde{\Phi})_{kj}\|_{4 \times 4}^*,$$

$$\left[\tilde{H}\left(\frac{\partial}{\partial y}, n\right) \tilde{\Phi}(y-x, \omega)\right]^* = \|(\tilde{H}\tilde{\Phi})_{kj}\|_{1 \times 4}^*,$$

$$\left[\tilde{R}\left(\frac{\partial}{\partial y}, n\right) \tilde{\Phi}(y-x, \omega)\right]^* = \|(\tilde{R}_{(p)}, \tilde{\Phi})_{kj}\|_{4 \times 4}^*,$$

$$\left[ \tilde{P}_{(p)} \left( \frac{\partial}{\partial y}, n \right) \tilde{\Phi}(y-x, \omega) \right]^* = \| (\tilde{P}_{(p)} \tilde{\Phi})_{kl} \|_{4 \times 4},$$

$$\left[ \tilde{Q}_{(p)} \left( \frac{\partial}{\partial y}, n \right) \tilde{\Phi}(y-x, \omega) \right]^* = \| (\tilde{Q}_{(p)} \tilde{\Phi})_{kl} \|_{4 \times 4}, \quad p=1, 2, 3,$$

$\tilde{T}, \tilde{H}, \tilde{R}, \tilde{P}_{(p)}, \tilde{Q}_{(p)}$  — сопряженные операторы. Назовем их основными сингулярными решениями уравнения (1): для  $\forall x \in E_2 \setminus \{0\}$  они являются решениями указанной системы уравнения [1, 2].

Тбилисский государственный университет

(Поступило 14.9.1978)

დრეკადლოვის თეორია

მ. ბასილაშვილი

ელასტოთერმოდინამიკის ბრტყელი თეორიის განტოლებების  
სინგულარული და ფუნდამენტური ამოხსნების მატრიცები

რეზიუმე

ორგანომილებიანი ელასტოთერმოდინამიკის ბმული თეორიის სტაციონარულ განტოლებათა სისტემისათვის ცხადი სახით აგებულია ფუნდამენტური და სხვა სინგულარულ ამოხსნათა მატრიცები, დადგენილია მათი ზოგიერთი თვისება.

THEORY OF ELASTICITY

M. V. BASILASHVILI

MATRICES OF SINGULAR AND FUNDAMENTAL SOLUTIONS  
FOR EQUATIONS OF THE ELASTOTHERMODIFFUSION PLANE  
THEORY

Summary

The matrices of fundamental and other singular solutions are explicitly constructed for the system of stationary equations of the two-dimensional elastothermodiffusion theory and some of their properties are indicated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Д. Купрадзе, Т. Г. Гегелия, М. О. Башелейшвили, Т. В. Бурчуладзе. Трехмерные задачи математической теории упругости и термоупругости. М., 1976.
2. Т. В. Бурчуладзе. Сообщения АН ГССР, 89, № 2, 1978, 330—332.
3. Т. В. Бурчуладзе. Сообщения АН ГССР, 90, № 3, 1978, 562—564.
4. Т. В. Бурчуладзе. Труды Тбил. матем. ин-та, т. 39, 1971, 6—10.

Э. Л. АНДРОНИКАШВИЛИ (академик АН ГССР), Дж. С. ЦАКАДЗЕ

## УСТАНОВКА ПРЕЦИЗИОННОГО ВРАЩЕНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВРАЩАЮЩИХСЯ КВАНТОВЫХ ЖИДКОСТЕЙ

В наших работах [1—3] была использована кинематическая схема равномерного вращения, специально созданная для экспериментов с жидким гелием. Хорошо известно, что исследования по квантовой гидродинамике вращающейся сверхтекучей жидкости интенсивно ведутся и в настоящее время. По-видимому, в ближайшее время возникнет возможность экспериментального исследования сверхтекучего  $^3\text{He}$  в состоянии вращения. В связи с этими обстоятельствами, а также в связи с непрекращающимися запросами различных лабораторий из Франции, Финляндии и Чехословакии мы решили опубликовать подробное описание упомянутой кинематической схемы, не описывавшейся достаточно детально в предыдущих публикациях.

Как известно, осуществление высокой степени равномерности вращения — довольно сложная техническая задача. Для ее решения нами была применена многоступенчатая система передачи движения от электродвигателя к сосуду с гелием. Синхронный электродвигатель 1 (марки СД-09 М) (см. рис. 1), питаемый током от феррорезонансного стабилизатора, через механический редуктор 2 был связан с системой шкивов 3, которая при помощи обычной ремневой передачи приводила во вращение другую систему таких же шкивов 4, закрепленных на промежуточном валу 5. Промежуточный вал был снабжен массивным свинцовым маховиком (с моментом инерции  $7 \cdot 10^5 \text{ г} \cdot \text{см}^2$ ) и масляным демпфером 7, которые поглощали высокочастотные колебания, возникающие при вращении электродвигателя и передаваемые на промежуточный вал через ремневый привод (выполненный в виде жгута из 20—25 нитей капроновой лески с  $\varnothing 0,3 \text{ мм}$ ). На промежуточный вал был надет ведущий барабан 8, на котором виток к витку перематывалась стальная проволока (с  $\varnothing 0,3 \text{ мм}$ ), заранее намотанная также виток к витку на ведомый барабан 9. Таким путем приводилась во вращение вся внешняя (расположенная вне дьюара) часть установки. Для получения необходимой степени равномерности вращения этой установки пришлось создать строго постоянную дополнительную механическую нагрузку, используя для этой цели груз 10 (весом  $\sim 2 \text{ кг}$ ), подвешенный к полиспасту. Проволока, перекинутая через полиспаст, ложилась виток к витку на вспомогательный барабан 11, закрепленный с внешней вращающейся частью установки.

Вращающаяся часть прибора, помещенная внутри дьюара и его крышки, механической связи с наружными подвижными частями не имела. Привод осуществлялся при помощи электромагнита 12, увлекавшего железный сердечник 13, прикрепленный к трубчатой оси 14, стакана 15 со сверхтекучим гелием. Подбором достаточно сильного

магнитного поля, напряженностью  $\sim 1200$  Ое, разность фаз между ведущим и ведомым телами была полностью исключена. Электромагнит был закреплен на металлическом диске 16, прочно надетом, в свою очередь, на полую трубу, представляющую собой ось вращения внешней вращающейся части установки (на эту же ось были надеты ведомый барабан 9 и вспомогательный барабан 11). Ось покоилась в высококачественных шариковых подшипниках 18 и 19.

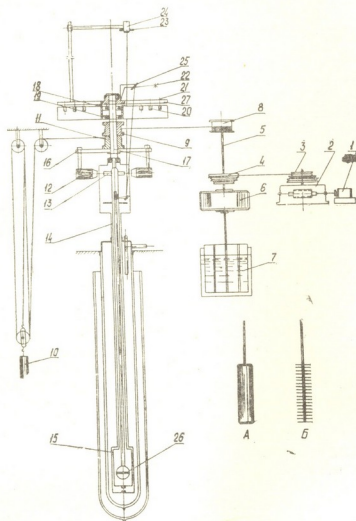


Рис. 1. Схематический чертеж прибора. Конструкция прибора позволяет легкою замену диска 26 полым цилиндром (А) или стопкой дисков (Б)

Электрическая связь с вращающейся частью осуществлялась кольцевыми ртутными контактами 20. Контактные стерженьки 21, осветитель 22, шкала 23 с фотоэлектронными умножителями 24 и верхнее вспомогательное зеркальце 25 (необходимые для измерения периода и логарифмического декремента затухания колебаний диска 26) были закреплены на диске 27, изготовленном из оргстекла и вращающемся вместе со всей установкой.

Измерение логарифмического декремента затухания колебаний тел аксиальной симметрии (диск, цилиндр, стопка дисков), а также периода их колебаний осуществлялось хронометрическим методом [4], созданным нами специально для этой цели совместно с Ю. Г. Мамаладзе. При этом при помощи специальной электронной



схемы измерялись времена  $\tau_n$   $n$ -го пробега зайчиком, отраженным от колеблющегося зеркальца, некоторого фиксированного расстояния. Отсчеты  $\tau_n$  в зависимости от  $n$  усреднялись методом скользящего среднего с группировкой по пять значений. Логарифмический декремент затухания  $\delta$  вычислялся по тангенсу угла наклона прямой

$$\ln \tau_n = \text{const} + \delta \frac{n}{2}.$$

В последнее время обработка данных производится при помощи ЭВМ методом наименьших квадратов. Наряду с вычислением  $\delta$ , определяется также его погрешность, которая при неподвижном приборе составляет примерно 1,5—2%. Во вращающемся приборе погрешность  $\delta$  по мере возрастания угловой скорости постепенно растет и при максимальных ее значениях ( $\sim 0,3 \text{ сек}^{-1}$ ) достигает  $\sim 3\%$ .

Предлагаемая установка разрешала исследовать в условиях вращения и временную зависимость декремента ( $\delta = \delta(n)$ ); что позволяет судить о релаксационных процессах, а также измерять критические скорости (если таковые имеются).

Конструкция, несущая установку, была изготовлена из немагнитных материалов и вместе с сосудами Дьюара располагалась на массивном бетонном фундаменте, изолированном от пола помещения зазором. При этом электродвигатель имел независимое от всей установки отдельное крепление.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт физики

(Поступило 28.7.1978)

ფიზიკა

0. ანდრონიკაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ვ. წაპაძე  
 მბრუნავი კვანძური სითხეების დრეკა-პლასტიკური  
 თვისებების გამოსაკვლემი პრეციზიული  
 ბრუნვის დანადგარი

რეზიუმე

აღწერილია მბრუნავი სითხეების ზღანტი თვისებების შესასწავლი, მაღალი სიხუსტით თანაბრად მბრუნავი დანადგარის კინმატიკური სქემა და ამ დანადგარში დრეკად ძაფზე ჩამოკიდებული აქსიალური სიმეტრიის შქონე სხეულების რხვის მილევადობის გაზომვის მეთოდი.

PHYSICS

E. L. ANDRONIKASHVILI, J. S. TSAKADZE

## A PRECISION ROTATION UNIT FOR INVESTIGATION OF ELASTIC-PLASTIC PROPERTIES OF ROTATING QUANTUM LIQUIDS

Summary

The kinematic scheme of a unit capable of rotating with high uniformity is proposed. The unit is designed for measuring the elastic-plastic properties of rotating liquids.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. Л. Андроникашвили, Дж. С. Цакадзе. ЖЭТФ, 37, 1959, 322.
2. Э. Л. Андроникашвили, Дж. С. Цакадзе. ЖЭТФ, 37, 1959, 562.
3. Э. Л. Андроникашвили, Дж. С. Цакадзе. Труды ИФ АН ГССР, 8, 1962, 209.
4. Э. Л. Андроникашвили, Ю. Г. Мамаладзе, Дж. С. Цакадзе. Труды ИФ АН ГССР, 7, 1960, 59.

К. А. ГАРИБАШВИЛИ, В. В. МУМЛАДЗЕ, Н. М. РАМИШВИЛИ

## НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ГИДРИРОВАННЫХ ЩЕЛОЧНО-ГАЛОИДНЫХ КРИСТАЛЛОВ $KBr$ , $KCl$ , ПРИМЕНЯЕМЫХ В ГОЛОГРАФИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 12.7.1978)

Каждодневный рост объема информации остро ставит вопрос о создании эффективных средств хранения, поиска и обработки данных. В последние десятилетия ведутся интенсивные исследования возможностей создания запоминающих устройств на голографических принципах. Весьма важным в этих исследованиях является изыскание и изучение материалов, пригодных для голографической системы памяти. Эти материалы должны обладать высокими значениями светочувствительности, разрешающей способности, низким уровнем шумов, однородностью структуры, высокой дифракционной эффективностью и стабильностью записи и хранения голограмм. Материалы должны быть дешевыми и достаточно простыми в изготовлении и обработке.

В настоящее время неизвестны среды, обладающие одновременно всеми отмеченными свойствами. В большой мере указанным требованиям отвечают щелочно-галогидные кристаллы.

Кристаллы  $KBr$  и  $KCl$  являются первыми объемными средами, на которых была осуществлена голографическая запись информации [1, 2]. Они успешно используются и сегодня для записи как амплитудных [2, 3], так и фазовых [4] голограмм.

Создавая различные центры окраски и используя различные реакции и фотопревращения, в этих кристаллах можно вести голографическую запись информации в достаточно широком диапазоне длин волн видимой области спектра.

Однако щелочно-галогидные кристаллы имеют и существенный недостаток, связанный с малой  $\eta$ -величиной дифракционной эффективности записанных в них голограмм ( $\eta \sim 0,3\%$ ).

Настоящая работа посвящена исследованию условий записи большого количества стабильных голограмм в гидрированных кристаллах  $KBr \cdot KH$ ,  $KCl \cdot KH$ , облученных ионизирующим излучением [5] на установке К-60 ИНХЭЛ АН ГССР, и методов повышения дифракционной эффективности записанных голограмм.

Окраска кристаллов происходила в основном за счет превращения  $U$ -центров, созданных при гидрировании, в  $F$ -центры во время облучения кристалла излучением ртутной лампы  $\lambda = 228$  мкм или же ионизирующим излучением  $CO^{60}$ .

Как показали эксперименты, стабильность  $F$ -центров определяется концентрацией  $U$ -центров в кристалле. Так как  $U$ -центры в смешанных кристаллах  $KBr \cdot KH$  имеют две полосы поглощения в области  $\lambda_1 = 20,5$  мкм и  $\lambda_2 = 0,228$  мкм, то концентрация  $U$ -центров определяет

ся по ИК-спектрам на спектрографе UR-10 (рис. 1) по известной формуле Кайзера и др. [6]

$$N_0 = \frac{9n}{(n^2 + 2)^2} \frac{3\mu c}{\pi e^2} \alpha_{\max} H,$$

где  $\mu$  — масса водорода,  $e$  — эффективный заряд электрона,  $\alpha$  — коэффициент поглощения,  $n$  — коэффициент преломления в максимуме  $U$ -полосы,  $H$  — полуширина полосы поглощения. Естественно, что эти кривые дают качественную информацию о величине  $F$ -центров, образованных в кристалле.

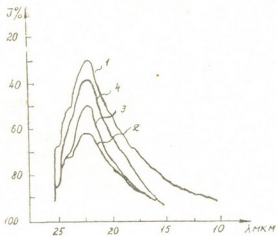


Рис. 1. Зависимость коэффициента поглощения от длины волны после: гидрирования (1), окрашивания  $\gamma$ -излучением (2), записи максимального количества голограмм (3) и отжига (4)

Экспериментально установлено, что в кристаллах  $KBr \cdot KH$  и  $KCl \cdot KH$  с концентрацией  $U$ -центров, не превышающей  $10^{16}$ — $10^{17}$   $\text{ц/см}^3$ , после облучения ионизирующим излучением  $CO^{60}$  последовательная запись многих голограмм ( $\sim 20$ — $25$ ) возможна, однако записанные голограммы не стабильны, т. е. после записи 4—5 голограмм каждая последующая голограмма стирает предыдущую. В этих же кристаллах с концентрацией  $U$ -центров не менее  $10^{18}$ — $10^{19}$   $\text{ц/см}^3$  количество записанных голограмм увеличивается в 10—15 раз и, что самое главное, эти голограммы стабильно сохраняются как в процессе записи, так и в процессе многократного обращения к ним с целью восстановления нужной информации.

На кристаллах  $KBr \cdot KH$  размером  $1 \times 1 \times 0,5$   $\text{см}^3$  при угле голографирования  $\beta = 60^\circ$  удалось последовательно записать 70 голограмм с углом дискриминации  $\Theta = 3'$ . Дифракционная эффективность голограмм для  $\lambda = 0,63$   $\mu\text{м}$   $\eta \sim 0,3\%$ . Объектом голографирования служила стандартная мира № 3 из набора ОСК-2. Светочувствительность исследованных образцов  $KBr \cdot KH$  при комнатной температуре составляет несколько  $\text{Дж/см}^2$ , а для  $KCl \cdot KH$   $10^{-2}$   $\text{Дж/см}^2$ .

В кристаллах  $KCl \cdot KH$  при комнатной температуре удалось последовательно записать 40 стабильных голограмм. При этом угол голографирования составлял  $\beta = 30^\circ$ , а угол дискриминации  $\Theta = 20'$ . Дифракционная эффективность записанных голограмм  $\eta \sim 0,3\%$ .

Сравнительно малое количество записанных голограмм на кристаллах  $KCl \cdot KH$  обусловлено в основном углом голографирования, который задает угол дискриминации, а следовательно, и число голограмм, при прочих равных условиях эксперимента.

На этих же кристаллах были записаны и Фурье-голограммы восьми информационных листов емкостью до  $10^4$  бит каждый, методом одновременного микроголографирования многих объектов [7]. Диф-



рационная эффективность каждой микрогограммы размером  $2 \times 2$  мм<sup>2</sup>  $\eta \approx 0,1\%$ .

Таким образом, гидрированные кристаллы  $KBr \cdot KH$  и  $KCl \cdot KH$  с концентрацией  $U$ -центров не менее  $10^{18} - 10^{19}$  ц/см<sup>3</sup> способны записывать и стабильно хранить массивы информации.

Сравнительно низкая дифракционная эффективность исследованных кристаллов заставляет искать пути ее повышения. Одним из общепринятых путей является увеличение интенсивности восстанавливающего света. Однако при этом из-за интенсивного обесцвечивания записанной голограммы уменьшается возможность многократного обращения к данной голограмме. Более эффективным нам представляется метод изменения длины волны восстанавливающего и восстанавливаемой голограмму лучей. При этом естественно меняется масштаб восстановленного изображения, однако это не влияет на величину дифракционной эффективности.

Запись голограмм на кристаллах  $KCl \cdot KH$  производилась разными длинами волн из  $F$ -полосы поглощения, измерялись дифракционные эффективности записанных голограмм соответственно. Результаты экспериментов сведены в таблицу.

Длина волны излучения		ДЭ % собственная	(ДЭ)' % при восстановлении, $\lambda = 632,8$ мкм	$n = \frac{(ДЭ)'}{ДЭ}$
$\lambda$ мкм записи	$\lambda$ мкм восстановления			
496,5	496,5	0,012	0,3	25
501,7	501,7	0,026	0,2	8
514,5	514,5	0,03	0,15	5
632,8	632,8	0,2		

Как видно из таблицы, используя при записи и восстановлении различные длины волн, можно достичь значительного увеличения дифракционной эффективности ( $n_{\max} = 25$ ).

Из таблицы также следует, что в зависимости от конкретной задачи выгоднее вести запись длиной волны, находящейся внутри  $F$ -полосы поглощения, а восстанавливать — длиной волны из длинноволнового края полосы или же и запись, и восстановление вести длиной волны, находящейся в длинноволновой части  $F$ -полосы поглощения. В первом варианте выигрывается время записи голограмм, что очень важно в случае записи большого количества информации, и имеет место высокая дифракционная эффективность голограмм, а во втором варианте выигрывается дифракционная эффективность.

Эксперименты проводились на базе оптической скамьи ОСК-2 с применением  $He-Ne$  лазера типа ЛГ-38 и аргонового лазера фирмы «Спектра-Физикс».

Академия наук Грузинской ССР  
Институт кибернетики

(Поступило 27.7.1978)



ა. ლარიბაშვილი, ვ. მუმლადე, ნ. რამიშვილი

ჰოლოგრაფიაში გამოყენებული  $KBr$ ,  $KCl$  ჰიდრირებული  
ტუტე-მიწა კრისტალების კვლევის ზოგიერთი შედეგი

რეზიუმე

გამოკვლეულია დიდი რაოდენობის ჰოლოგრამების ჩაწერის შესაძლებლობა  $KBr$ ,  $KCl$  შეღებილ, ჰიდრირებულ ტუტე-მიწა კრისტალებში და მოცემულია ჰოლოგრამების დიფრაქციული ეფექტურობის გაზრდის მეთოდები. მოყვანილია ექსპერიმენტული შედეგები შეღებვის ცენტრების ოპტიმალური კონცენტრაციისა, რომელიც განაპირობებს როგორც პროექციული, ისე ფურიე-ჰოლოგრამების სტაბილურ ჩაწერას.

PHYSICS

K. A. GARIBASHVILI, V. V. MUMLADZE, N. M. RAMISHVILI

SOME RESULTS OF AN INVESTIGATION OF HYDROGENATED  
ALKALI-HALOGEN CRYSTALS OF  $KBr$ ,  $KCl$  USED IN  
HOLOGRAPHY

Summary

The possibility of recording a large number of stable holograms in coloured hydrogenated alkali-halogen crystals of  $KBr$  and  $KCl$  is investigated and methods of increasing the diffractive effectiveness of recorded holograms are given.

The experimental data are adduced on the optimal concentration of colouring centres in crystals, ensuring the stable recording of both projective and Fourier holograms.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. P. J. Van Heerden. Appl. Opt., 2, 1963, 387.
2. კ. ა. გარიბაშვილი, ვ. ვ. მუმლადე, ო. ა. ჩიხლადე. *პტე* 5, 1968, 90.
3. A. A. Friese, Walker. Appl. Opt., 9, 1, 1970, 201.
4. H. Blume. Optica Acta, 21, 5, 1974, 357.
5. კ. ა. გარიბაშვილი, ვ. ვ. მუმლადე, ვ. ვ. ჩავჩანიძე. *Проблемы голографии*, вып. III. М., 1975, 193.
6. Kaiser, Neok, Lange. Phys. Rev., 101, 1956, 1294.
7. А. Р. Ванян, К. А. Гарибашвили, В. В. Климчук, В. В. Мумладзе, Н. М. Рамишвили. *Тез. докл. II Всесоюзной конференции по голографии*, т. I. Киев, 1975, 65.

А. А. ХЕЛАШВИЛИ

## О СПЕКТРЕ ЛОГАРИФМИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА

(Представлено академиком А. Н. Тавхелидзе 25.7.1978)

Ниже мы построим приближенное аналитическое решение уравнения Шредингера с логарифмическим потенциалом [1, 2]

$$V(r) = C \ln r/r_0, \quad (1)$$

применяя метод работы [3]. После преобразований  $z = \ln r/r_0$  и  $u = e^{z/2} \Phi(z)$  радиальное уравнение приводится к виду

$$\frac{d^2 \Phi(z)}{dz^2} + [-(l+1/2)^2 + v(z)] \Phi(z) = 0, \quad (2)$$

где

$$v(z) \equiv (\alpha - \beta z) \exp(2z), \quad \alpha = 2\mu r_0^2 E, \quad \beta = 2\mu r_0^2 C. \quad (3)$$

Функция  $v(z)$  имеет максимум при  $C > 0$  и  $z_0 = \frac{E}{C} - \frac{1}{2}$ . Разлагая  $v(z)$  вблизи  $z_0$ , приходим к уравнению

$$\frac{d^2 \Phi(\omega)}{d\omega^2} + \left[ \frac{-(l+1/2)^2 + h^4/8}{h^2} - \frac{\omega^2}{4} \right] \Phi(\omega) = \sum_{i=3}^{\infty} \frac{(i-1)2^{i-3}}{i!} \cdot \frac{\omega^i}{h^{i-2}} \Phi(\omega), \quad (4)$$

в котором

$$h = \{4\beta \exp(2z_0)\}^{1/4}, \quad \omega = h(z - z_0). \quad (5)$$

Решения свободного уравнения (4) без правой части — функции параболического цилиндра  $D_{n-1}(\omega)$ ,  $n = 1, 2, \dots$ . Подставляя

$$\frac{1}{h^2} [-(l+1/2)^2 + h^4/8] = n - 1/2 + \frac{\Delta}{h}, \quad (6)$$

имеем уравнение

$$\left( -2 \frac{d^2}{d\omega^2} - 2n + 1 + \frac{\omega^2}{2} \right) \Phi(\omega) = \frac{2\Delta}{h} \Phi(\omega) - \sum_{i=3}^{\infty} \frac{(i-1)2^{i-2}}{i!} \frac{\omega^i}{h^{i-2}} \Phi(\omega), \quad (7)$$

которое решаем по теории возмущений по обратным степеням  $h$ . В произвольном порядке по  $1/h$  собственные значения  $\Delta$  зависят лишь

от  $h$  и  $n$ . Возвращаясь к (6), можем утверждать, что оно представляет уравнение между  $h$ ,  $n$  и  $l$ . Его решение, для удобства, запишем в виде  $h^2 = 2x_n^l$ , или, согласно (5), имеем для уровней энергии

$$E_n^l = \frac{C}{2} - \frac{C}{2} \ln(2\mu r_0^2 C) + C \ln x_n^l. \quad (8)$$

Таким образом, массовая формула для системы кварка и антикварка в случае логарифмического потенциала (1) имеет вид

$$M_n^l(q_i \bar{q}_i) = M_0(q_i \bar{q}_i) + \Delta M_n^l, \quad (9)$$

где

$$M_0(q_i \bar{q}_i) = m_1 + m_2 + \frac{C}{2} - \frac{C}{2} \ln(2\mu r_0^2 C), \quad (10)$$

$$\Delta M_n^l = C \ln x_n^l. \quad (11)$$

Важно отметить, что выражение (10) для  $M_0$  является точным. От приближений зависят лишь величины  $x_n^l$ , которые определяют расщепление уровней по  $n$  и  $l$ , но в любом порядке теории возмущений  $x_n^l$  не зависят от масс кварков, а также от  $C$  и  $r_0$ .

Приведем некоторые общие следствия формул (9) — (11).

а) Пусть два семейства кварков ( $q_1 q_2$ ) и ( $q_3 q_4$ ) имеют одинаковые значения параметров  $C$  и  $r_0$ . Тогда

$$E_n^l(q_1 \bar{q}_2) - E_n^l(q_3 \bar{q}_4) = -\frac{C}{2} \ln \frac{\mu_{12}}{\mu_{34}}. \quad (12)$$

В литературе имеется аналогичная формула лишь для  ${}^3S_1$ -состояний [2].

б) Массовая формула для бозонов со «скрытыми» квантовыми числами в двух разных семействах имеет вид

$$M_n^l(Q \bar{Q}) - M_n^l(q \bar{q}) = 2(m_Q - m_q) - \frac{C}{2} \ln \frac{m_Q}{m_q}. \quad (13)$$

в) Массу тяжелого бозона с «открытым» квантовым числом можно вычислить по формуле

$$2M_n^l(Q \bar{q}) = M_n^l(Q \bar{Q}) + M_n^l(q \bar{q}) + \frac{C}{2} \ln \left[ \frac{m_Q}{4m_q} \left( 1 + \frac{m_q}{m_Q} \right)^2 \right]. \quad (14)$$

г) Для массы бозона с «открытым» квантовым числом внутри данного семейства имеем

$$M_n^l(Q \bar{q}) = M_n^l(Q \bar{Q}) - (m_Q - m_q) + \frac{C}{2} \ln \frac{m_Q + m_q}{2m_q}. \quad (15)$$

Подчеркнем, что формулы (12) — (15) являются точными.

В порядке  $1/h$  для  $\Delta$  из уравнений (6), (7), и (11) следует

$$\Delta M_n^l = C \ln \left\{ 2n - 1 + \sqrt{2l(l+1) + \frac{3(2n-1)^2 + 17}{36}} \right\}. \quad (16)$$

Применяя эту формулу к системе ( $c\bar{c}$ ), по  $\Phi(3, 1)$  и  $\Psi'(3, 685)$ , определяем  $C \approx 0,685$  Гэв и  $M_0(c\bar{c}) \approx 2,718$  Гэв. Считая, что такое же значение  $C$  применимо в системе ( $b\bar{b}$ ), по первому уровню  $\Upsilon(9,4)$  определяем

$M_0(b\bar{b}) \cong 9,02$  ГэВ. Полученные спектры приведены в таблице, в которой исходные значения масс подчеркнуты. Приводится также спектр гипотетического  $\zeta$ -семейства, причем для задания неизвестного основного уровня, в отличие от [1,4], мы исходили из эмпирического факта  $M_{\Psi}/M_{\Phi} \approx M_{\Psi}/M_{\Psi}$ , обобщая его на  $M_{\zeta}/M_{\Psi}$ .

n	M (c $\bar{c}$ ) ГэВ $M_0=2,718$			M (b $\bar{b}$ ) ГэВ $M_0=9,02$		M (t $\bar{t}$ ) ГэВ $M_0=28,12$
	1					
	0	1	2	0	1	0
1	3,100	<u>3,500</u>	3,755	9,40	9,80	28,50
2	3,685	3,858	3,915	<u>9,99</u>	10,16	29,09
3	4,010	4,104	4,210	10,31	10,41	29,41
4	4,233	4,280	4,365	10,54	10,54	29,64
5	4,402	4,440	4,495	10,70	10,74	29,80
6	4,535	4,565	4,605	10,84	10,87	29,94

Интересно, что спектры (c $\bar{c}$ ) и (b $\bar{b}$ ) находятся в удивительно хорошем согласии с результатами работы [1], в которой уравнение Шредингера решено численно.

Если то же значение параметра C применить в системе  $\rho$  и  $\Phi$ -мезонов, получим:  $\{\rho\}$  — 0,77, 1,36, 1,68, 1,91,  $\{\Phi\}$  — 1,02, 1,61, 1,93, 2,16, ... что не согласуется с наблюдаемым спектром.

С другой стороны, если узкий резонанс массой 1,498 ГэВ, наблюдаемый недавно [5], считать первым возбуждением  $\Phi$ -мезона, то в семействах  $\{\rho\}$  и  $\{\Phi\}$  возникает характерная для логарифмического потенциала эквидистантность  $\rho'(1,25) - \rho(0,77) \approx \Phi'(1,498) - \Phi(1,02)$ . Определив по первым двум  $\rho$ -состояниям  $C_{\rho} \approx 0,561$  ГэВ и  $M_0(\rho) \approx 0,458$  ГэВ, а по  $\Phi(1,02) - M_0(\Phi) \approx 0,708$  ГэВ, формула (16) предсказывает  $\{\rho\}$  — 0,77 1,25, 1,52 1,70 1,84 1,95 2,03 2,12  $\{\Phi\}$  — 1,02 1,50 1,77 1,95 2,10 2,20... , а для центров тяжести P-состояний имеем  $M_{n=1}^{I=1}(\rho) \approx 1,10$   $M_{n=1}^{I=1}(\Phi) \approx 1,35$ .

Массы кварков можно определить, например, с помощью ширины лептонных распадов. Имеем

$$\Gamma_n(Q\bar{Q} \rightarrow e^+ e^-) = \frac{4 \alpha^2 e_Q^2 \sqrt{C_Q^3 m_Q^3}}{M_Q^2(Q\bar{Q})} \cdot \frac{K_n(1/h)}{\varphi_n}, \quad (17)$$

где  $K_n(1/h)$  есть отношение двух полиномов по степеням  $1/h$ , а  $\varphi_n = x_n^2 \exp\{3/4 x_n^2\}$ . Отсюда следует, что отношение

$$\frac{\Gamma_n(Q\bar{Q})}{\Gamma_n(q\bar{q})} = \frac{e_Q^2}{e_q^2} \frac{M_n^2(q\bar{q})}{M_n^2(Q\bar{Q})} \left( \frac{C_Q m_Q}{C_q m_q} \right)^{3/2} \quad (18)$$

не зависит от приближения и является точным.

Волновые функции нулевого порядка дают  $\Gamma(\psi \rightarrow e^+ e^-) \approx 4,8$  КэВ при  $m_c \approx 1,74$  ГэВ. Тогда из (18) следует  $\Gamma(\Phi \rightarrow e^+ e^-) \approx 1,3$  КэВ при  $m_s \approx 0,51$  ГэВ. Далее, считая  $m_u = m_d \equiv m_q$ , формула типа (13) дает  $m_q \approx 0,32$  ГэВ. После этого, формулы типа (15) предсказывают  $M_{K^*} \approx 0,903$  ГэВ,  $M_{D^*} \approx 2,075$  ГэВ и  $M_{F^*} \approx 2,141$  ГэВ.

Аналогично получается:  $m_b \approx 5,10$ ,  $M(b\bar{q}) \approx 5,37$ ,  $M(b\bar{s}) \approx 5,41$  и  $M(b\bar{c}) \approx 6,30$  (в Гэв-ах), а для ширины имеем  $\Gamma(Y \rightarrow e^+e^-) \approx 0,136$  Г ( $\psi \rightarrow e^+e^-$ ), где мы взяли  $e_b = -1/3$ . Кроме того,  $m_t \approx 14,80$  и  $M(t\bar{q}) \approx 15,10$ ,  $M(t\bar{c}) \approx 16,00$  и  $M(t\bar{b}) \approx 19,00$  (в Гэв-ах). При этом для легких векторных частиц ( $\rho$ ,  $\Phi$ ,  $K^*$ ) мы использовали  $C \approx 0,561$  Гэв, а для тяжелых ( $\psi$ ,  $D^*$ ,  $F^*$ ,  $Y$ , ...) —  $C \approx 0,685$  Гэв.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 8.9.1978)

ფიზიკა

ა. ხელაშვილი

ლოგარითმული პოტენციალის სპექტრის შესახებ

რეზიუმე

მიღებულია შრედინგერის განტოლების საკუთარ მნიშვნელობათა ანალიზური გამოსახულება ლოგარითმული პოტენციალის შემთხვევაში და შესწავლილია ვექტორული ნაწილაკების სპექტრი.

PHYSICS

A. A. KHELASHVILI

## ON THE SPECTRUM OF THE LOGARITHMIC POTENTIAL

Summary

An analytic expression for eigenvalues of the Schrödinger equation with the logarithmic potential has been obtained and the spectra of vector particles studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. C. Quigg, J. L. Rosner. Phys. Lett., B71, 1977, 153.
2. C. Quigg, J. L. Rosner. Phys. Lett., B72, 1978, 462.
3. S. K. Bose, A. Jabs, H. J. Müller-Kirsten. Phys. Rev., D13, 1976, 1489.
4. E. Eichten, K. Gottfried. Phys. Lett., B66, 1977, 286.
5. S. D. Protopopescu. "New States Below 2.2 Gev Observed in  $e^+e^-$  Annihilations". Preprint BNL-23612, 1977.



Г. Г. ГЕГИАДЗЕ, О. И. ДАВАРАШВИЛИ, И. В. КРИАЛАШВИЛИ,  
 С. Г. КОННИКОВ, Л. М. НАЦВЛИШВИЛИ, Р. И. ЧИКОВАНИ,  
 А. П. ШОТОВ

### ФАЗОВОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В СИСТЕМЕ $Pb-Sn-Se$

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 7.7.1978)

Исследование фазового взаимодействия между жидкой и твердой фазами в полупроводниковых системах в широком интервале температур является важным моментом в успешной реализации жидкофазовой эпитаксии.

Методом жидкофазовой эпитаксии в соединениях  $A^{IV}B^{VI}$  и их твердых растворах получены  $p-n$  гомо- и гетероструктуры, отличающиеся высокими параметрами [1, 2]. Высокое качество и совершенство эпитаксиальных слоев открывает также возможность исследования особенностей зонной структуры и рекомбинационных явлений в этих полупроводниках оптическими и электрическими методами.

С целью управления свойствами эпитаксиальных слоев  $Pb_{1-x}Sn_xSe$  (состав, толщина, тип проводимости) в настоящей работе впервые исследуется фазовое взаимодействие в этой системе в диапазоне температур 480—720°C.

Равновесные составы жидкой фазы при данной температуре определялись методом насыщения расплава  $Pb-Sn$  селеном в условиях подрастворения пластин  $PbSe$ . Время выдержки расплава с пластиной менялось в пределах 0,5—6 час. Насыщение расплава по содержанию  $PbSe$  достигалось в течение 1—1,5 час и определялось по потере веса пластин. Истинный состав равновесной жидкой фазы восстанавливался по формуле

$$x_{PbSe} = P_n + \frac{P_{исп}(\alpha t - 1) - P_{н.т.}}{1 - \alpha t},$$

где  $P_n$  — исходный вес пластин  $PbSe$ ,  $P_{н.т.}$  — вес пластины после травления для удаления остатков раствора,  $\alpha$  — скорость травления в травителе (0,036/час в горячем HCl),  $t$  — время травления в час,  $P_{исп.}$  — вес испарившегося  $PbSe$  в течение всего процесса (система открытая).

По нашим оценкам, из компонентов пара  $SnSe$ ,  $PbSe$ ,  $Se_2$ , для растворов, обогащенных свинцом, наибольшую уругость пара имеет  $PbSe$ , например, для 660°C при улетучивании 4 мг из раствора весом 3000 мг поправка по содержанию  $Se$  составляет ~ 0,001 ат. долю. Вклад других компонентов оказывается в пределах погрешности опыта ( $\Delta x_{Se}^e \sim 0,0005$ ). На рис. 1,а даются пересчитанные из (1) растворимости  $Se$  в зависимости от содержания  $Sn$  в жидкой фазе. В пределах  $x_{Sn}^e 0,2-0,3$  растворимость  $x_{Se}^e$  слабо меняется вплоть до высоких температур в исследуемом диапазоне. Аналогичные результаты получены по симплексному методу расчета [3].

Равновесные составы твердой фазы определялись на эпитаксиальных слоях, выращенных из подготовленных указанным выше способом насыщенных расплавов-растворов. Эпитаксиальный процесс проводился в открытой системе в потоке очищенного водорода. Интервал охлаждения составлял 7—15°C, скорость охлаждения — 0,3°/мин. Толщина слоев в зависимости от температуры составляла 4—12 мк.

Состав твердой фазы определялся по параметру кристаллической решетки на поверхности слоя. Параметр решетки измерялся на дифрактометре ДРОН-1 с использованием монохроматизированного излу-

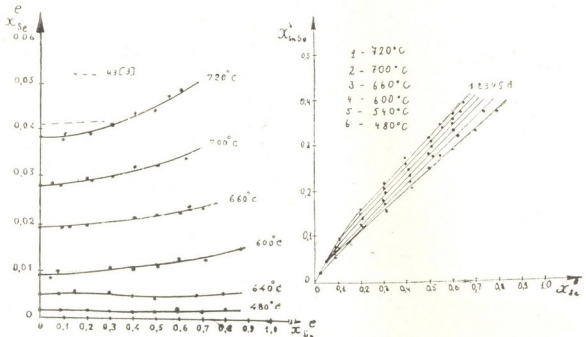


Рис. 1. Изотермы равновесных составов жидкой (а) и твердой (б) фаз в системе Pb—Sn—Se

чения  $SuK_{\alpha}$ . Фиксировались отражения от плоскостей 642, 731 в интервале  $70 \leq \theta \leq 76$ . При контрольных измерениях проводилась экстраполяция значений параметров решеток к  $\theta = 90^\circ$ . Ввиду различия в литературных данных [4] по зависимости параметра решетки от состава предварительно на ряде слоев проведено исследование  $a=f(x)$ . При этом состав твердой фазы определялся методом ЛРСА. Измерения проводились на установке УХА-5А при энергии пучка электронов  $E=20$  кэВ и токе образца  $I_{0,пр.}=15$  мА. Вводилась поправка на атомный номер, поглощение и суммарная ошибка по содержанию Sn составляла 2,5 отн. %.

На рис. 2 дается зависимость  $a=f(x)$ ; получено хорошее совпадение с [5] с коэффициентом  $C=0,123$  в зависимости  $a = a_0 - cx$ .

Используя данные  $a=f(x)$ , были определены равновесные составы твердой фазы (рис. 1,б). Как видно, при малых содержаниях  $x_{SnSe} \leq 0,1$  коэффициент распределения олова слабо меняется с температурой. Этот же результат был получен нами в [2] для интервала температур 650—720°C.

Данные по составам жидкой и твердой фаз для ряда слоев приведены в таблице.

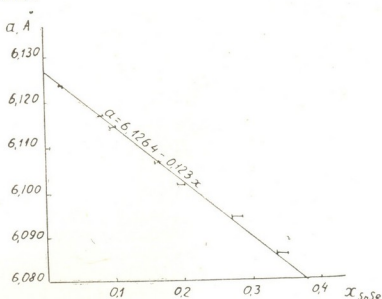


Рис. 2. Зависимость параметра кристаллической решетки от состава для твердых растворов  $Pb_{1-x}Sn_xSe$

В области составов жидкой фазы, когда  $x_{Se}^e$  слабо меняется от  $x_{Sn}^e$ , определены параметры взаимодействия  $\alpha_{PbSn}$  в жидкой фазе и  $\beta$  в твердой фазе в приближении регулярных растворов. В пределах точности измерений они составляют

$$\alpha_{PbSn} = -1138 \div 839 \frac{\text{кал}}{\text{моль}},$$

$$\beta = -2612 \div 1866 \frac{\text{кал}}{\text{моль}}.$$

$T_{\text{эпим}}$ °C	$x_{Sn}^l$	$x_{Se}^l$	Параметр решетки, Å	$x_{SnSe}^s$	Диапазон составов по поверхности	$\Delta x_{SnSe}^s$	Тип проводим. при 77°K
720	0,490	0,048	6,0847	0,339	0,337—0,343	0,0085	p
720	0,088	0,038	6,1175	0,072	0,071—0,072	0,0018	n
660	0,039	0,018	6,1232	0,029	0,028—0,030	0,0007	n
600	0,079	0,009	6,1178	0,070	0,070—0,071	0,0017	n

Итак, исследование фазовой диаграммы состояния в системе  $Pb-Sn-Se$  дало возможность впервые в широком интервале температур получать совершенные эпитаксиальные слои  $Pb_{1-x}Sn_xSe$  ( $0 \leq x \leq 0,4$ ) и  $Pb_{1-x}Sn_xTe_ySe_{1-y}$  ( $0 \leq x \leq 0,4$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ) [6, 7] p- и n-типа проводимости, а также p-n гетероструктуры на их основе.

(Поступило 14.7.1978)

ბ. გიგიაძე, ო. დავარაშვილი, ი. კრიალავილი, ს. კონიკოვი,  
 ლ. ნაცვლიშვილი, რ. ჩიკოვანი, ა. შოტოვი

ფაზური ურთიერთქმედება  $Pb-Sn-Se$  სისტემაში

რეზიუმე

პირველად გამოკვლეული ფაზური ურთიერთქმედება  $Pb-Sn-Se$  სისტემაში 480—720°C ტემპერატურულ ინტერვალში.

PHYSICS

G. G. GEGIADZE, O. I. DAVARASHVILI, I. V. KRIALASHVILI,  
 S. G. KONNIKOV, L. M. NATSVLISHVILI, R. I. CHIKOVANI, A. P. SHOTOV

### PHASE INTERACTION IN THE $Pb-Sn-Se$ SYSTEM

Summary

Phase interaction in the  $Pb-Sn-Se$  system has been studied for the first time in the temperature range of 480 to 720°C.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. М. Гуреев, О. И. Даварашвили, И. И. Засавицкий, Б. Н. Мацонашвили, А. П. Шотов. ФТП, № 10, 1975.
2. А. П. Шотов, О. И. Даварашвили. Изв. АН СССР, сер. Неорган. матер., № 4, 1977.
3. А. С. Адонин, О. И. Даварашвили, Н. Т. Рябцев, Р. И. Чиковани, А. П. Шотов. Сб. "Электронная техника", сер. Полупровод. приборы, № 6, 1977.
4. И. Х. Абрикосов, Л. Е. Шелимова. Полупроводниковые материалы на основе соединений А В. М., 1975.
5. J. C. Woolley, O. Voglo. Mater. Res. Bull., № 5, 1968.
6. Г. Г. Гегиадзе, О. И. Даварашвили, Л. М. Долгинов и др. Сообщения АН ГССР, 88, № 3, 1977.
7. Г. Г. Гегиадзе, О. И. Даварашвили, И. В. Криалашвили, Л. М. Нацвлишвили, Р. И. Чиковани, А. П. Шотов. Сообщения АН ГССР, 89, № 1, 1978.



И. Д. КИРВАЛИДЗЕ

О ДИФФУЗИИ ВОДОРОДА В ГЕРМАНИИ ПРИ  
 ЭЛЕКТРОНАГРЕВЕ В ЭЛЕКТРОЛИТЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 21.7.1978)

В работе [1] нами показана возможность выращивания иглообразных монокристаллических образцов германия методом электронагрева в электролите, причем рост этих кристаллов осуществляется из висячей расплавленной капли германия на воздухе. Очень часто выращенные этим методом игольчатые кристаллы германия — монокристаллические и имеют хорошо развитые плоскости (III), иногда даже по две, расположенные по четверной симметрии вокруг направления роста.

Многочисленными опытами установлено, что игольчатые кристаллы германия, выращенные из висячей капли, образовавшейся в результате электронагрева в электролите, по всей длине, как на поверхности, так и в объеме, обнаруживают проводимость электронного типа независимо от того, имеет исходный стержень германия электронный или дырочный механизм проводимости.

В неоднократных опытах выявлено также, что, если часть бруска, находящуюся в электролите, расплавить не полностью по глубине, а только оплавить на поверхности, после чего выключить ток и вытащить из электролита, то и в этом случае оплавленная корка германия имеет проводимость электронного типа, независимо от типа проводимости исходного стержня германия.

Интересно отметить, что хотя иглообразные кристаллы растут на воздухе, их поверхность имеет металлический блеск и без химического травления и других обработок можно проводить исследования как диодных, так и фотоэлектрических свойств в точечном контакте металлического острия с исследуемым иглообразным образцом германия.

Как при образовании расплавленной капли германия, так и в случае оплавления германия электронагревом в электролите вокруг катода образуется водородная рубашка, температура которой доходит до 2000°C в результате искрового разряда между катодом и электролитом<sup>(1)</sup>. Поверхность расплавленного германия в высокотемпературной рубашке водорода обогащается атомарным водородом, который затем продолжает диффундировать в расплавленную массу германия. В случае оплавления поверхностного слоя германия электро-

<sup>(1)</sup> Источником тепловой энергии, разогревающей катод, кроме искрового разряда, является также экзотермическая реакция, протекающая в газовой оболочке, образующейся вокруг катода.



нагревом в электролите и застывания расплавленной корки не на воздухе, а в электролите выключением тока поверхность приобретает гладкий металлический блеск. В высокотемпературной водородной рубашке оплавленная корка исходного германия  $p$ -типа имеет  $n$ -тип проводимости и без химического травления и других обработок в контакте с металлом обладает высоким детекторным качеством.

Во время роста игольчатого кристалла из висячей расплавленной капли германия на воздухе, который протекает с колоссальной скоростью (более 1 мм/сек), происходит захват значительной части водорода растущим кристаллом при температуре кристаллизации.

Опыты показали, что игольчатые кристаллы германия, выращенные методом электронного нагрева в электролите, имеют возрастающее вдоль кристалла распределение удельного электросопротивления: в области острия удельное электросопротивление больше, чем в начальной части выращенного игольчатого кристалла. Например, при исходном германии  $p$ -типа с удельным электросопротивлением  $\rho = 20$  ом·см выращенный игольчатый монокристалл  $n$ -типа имеет в начальной части  $\rho = 0,4$  м см, а в области острия  $\rho = 0,8$  ом·см.

Рост удельного электросопротивления кристалла связан с тем, что уменьшающаяся висячая капля на воздухе постепенно обедняется растворенным водородом.

Явление образования электрически активных комплексов водорода в германии исследовано недостаточно [2].

Таким образом, можно считать экспериментально установленным фактом, что при расплавлении германия методом электронного нагрева в электролите в массу расплавленного германия из высокотемпературной рубашки водорода диффундирует атомарный водород и образует водородные комплексы, которые являются донорами.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт физики

(Поступило 21.7.1978)

ფიზიკა

ი. კირვალიძე

ელექტროლიტში ელექტროგახურების დროს ბერმანიუმში  
 წყალბადის დიფუზიის შესახებ

რეზიუმე

ელექტროლიტში ელექტროგახურების მეთოდით გამდნარ გერმანიუმში მიმდინარეობს მაღალტემპერატურული წყალბადის პერანგიდან ატომარული წყალბადის დიფუზია, რაც ქმნის წყალბადის კომპლექსებს, რომლებიც დონორებს წარმოადგენენ.

I. D. KIRVALIDZE

ON HYDROGEN DIFFUSION IN GERMANIUM AT  
ELECTROHEATING IN AN ELECTROLYTE

Summary

It is shown that when germanium is melted by the electroheating method in an electrolyte atomic hydrogen diffuses into the melted mass of germanium from the high-temperature jacket, forming hydrogen complexes which constitute donors.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Д. Кирвалидзе. Сообщения АН ГССР, 89, № 1, 1978.
2. E. E. Haller, G. Sc. Hubbard, W. L. Hansen. "IEEE Trans. Nucl. Sci." 24, № 1, 1977, 48—52.

Л. А. СИГУА

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИИ ОТРАЖЕННОГО СВЕТА ПО ДИСКУ САТУРНА

(Представлено академиком Е. К. Харадзе 11.9.1978)

С помощью автоматического сканирующего электрополяриметра АСЭП74, установленного в главном фокусе 40-см рефрактора Абастуманской астрофизической обсерватории и относящегося к типу поляриметров, основанных на модуляционных методах [1, 2], впервые получены детальные поляриметрические разрезы Сатурна вдоль различных диаметров. Наблюдения проводились как в интегральном свете,

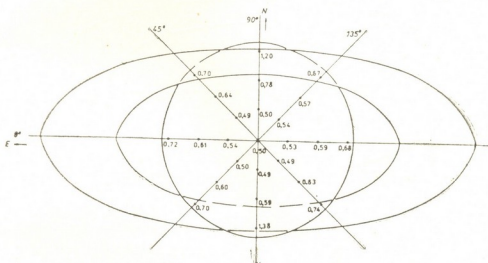


Рис. 1. Распределение средней поляризации в интервале фазовых углов  $2^{\circ}.4-6^{\circ}.3$  по видимому диску Сатурна. 1975 г.  $\lambda = 6420 \text{ \AA}$

так и через фильтры. На основе статистической обработки наблюдательного материала, полученного через фильтры  $\lambda = 6420, 6680, 6800, 7030 \text{ \AA}$  и в интегральном свете, сделаны следующие выводы:

- 1) степень поляризации меняется с расстоянием от центра, минимальна в центре и постепенно растет к лимбу;
- 2) угол поляризации радиален в каждой точке диска;
- 3) вдоль любой окружности с центром в центре планеты степень поляризации не меняется, а углы поляризации одни и те же вдоль данного диаметра диска планеты;
- 4) степень поляризации в области, где кольцо проецируется на диск Сатурна, меньше, чем на диаметрально противоположном участ-

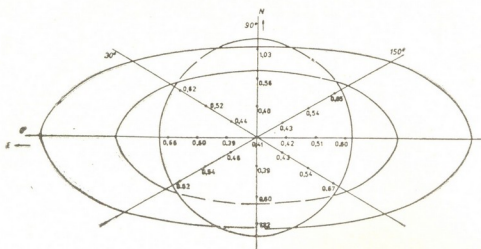


Рис. 2. Распределение средней поляризации по видимому диску Сатурна.

$$2^{\circ}.4 \leq \alpha \leq 6^{\circ}.3. \lambda = 6680 \text{ \AA}$$

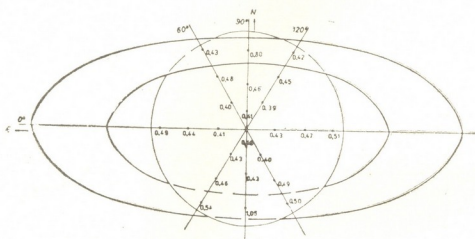


Рис. 3. Распределение средней поляризации в интервале фазовых углов

$$2^{\circ}.4 - 6^{\circ}.0 \text{ по диску Сатурна. 1975 г. } \lambda = 6800 \text{ \AA}$$

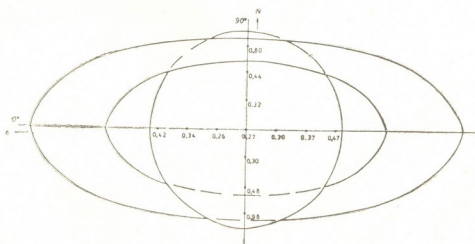


Рис. 4. Распределение поляризации по диску Сатурна. 1976 г.  $1^{\circ}.8 \leq \alpha \leq 5^{\circ}.8$   
 $\lambda = 7030 \text{ \AA}$



ке, и больше степени поляризации света, отраженного от части кольца, не проектирующейся на диск.

На рис. 1, 2, 3, 4 приводятся карты распределения поляризации по диску Сатурна.

В  $\lambda = 5500 \text{ \AA}$  и  $\lambda = 5350 \text{ \AA}$  поляризация на востоке и западе экваториальной зоны одна и та же и на 0,15% меньше, чем в центре диска. В таблице даются значения степени поляризации в участках спектра 4680, 4360, 4200  $\text{\AA}$ , усредненные в интервале фазовых углов  $2^\circ.4 - 6^\circ.4$  восточного, центрального и западного участков планеты.

$\lambda \text{ \AA}$	P %		
	Восток	Центр	Запад
4680	1,05	0,88	0,61
4360	1,09	1,22	0,61
4200	1,82	1,14	1,44

Интерпретация поляриметрических измерений привела нас к заключениям о характере облачного слоя Сатурна, которые будут изложены в последующей статье.

Академия наук Грузинской ССР  
Абастуманская астрофизическая обсерватория

(Поступило 15.9.1978)

ასტრონომია

ლ. სიგუა

არმაზილის სინათლის პოლარიზაციის განაწილება  
სატურნის დისკოზე

რეზიუმე

რამდენიმე ტალღის სიგრძეში გაზომილია სინათლის პოლარიზაციის ხარისხის ცვლილება პლანეტის დისკოზე სხვადასხვა მიმართულების გასწვრივ.

ASTRONOMY

L. A. SIGUA

THE DISTRIBUTION OF POLARIZATION OF REFLECTED  
LIGHT ON SATURN'S DISK

S u m m a r y

The variation of mean polarization degree at several wave-lengths is measured along different diameters of the planet's disk.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. А. Ощепков. Автореферат канд. дисс. Абастумани, 1975.
2. Л. В. Ксанфомалити Приборы и техника эксперимента, № 2, 1967, 167.



ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Н. В. МЗАРЕУЛИШВИЛИ, Е. Г. ДАВИТАШВИЛИ, В. П. НАТИДЗЕ,  
Е. Н. ЗЕДЕЛАШВИЛИ

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ СОВМЕСТНОГО ОСАЖДЕНИЯ  
КАРБОНАТОВ ЭРБИЯ И ЖЕЛЕЗА

(Представлено академиком Н. А. Ландия 29.6.1978)

В данной статье приведены результаты изучения процесса образования состава и некоторых свойств труднорастворимых соединений, получающихся при совместном осаждении ионов  $\text{Er}^{3+}$  и  $\text{Fe}^{3+}$  карбонатом аммония.

В качестве исходных веществ использовались нитраты эрбия, железа и карбонат аммония марки «х. ч.».

Методика эксперимента и анализа растворов и твердых фаз аналогична описанной ранее [1]. Исследование проводилось при постоянном исходном содержании ионов  $\text{Er}^{3+}$  и  $\text{Fe}^{3+}$  (0,025 г-ион/л) и переменной концентрации карбоната аммония методом остаточных концентраций в интервале отношений  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 : [\text{Er}(\text{NO}_3)_3 + \text{Fe}(\text{NO}_3)_3]$  (обозначаемых далее через  $n$ ) от 0,5 до 5,0. После перемешивания реакционной смеси при  $25^\circ\text{C}$  в равновесном растворе определялось содержание не выпавших в осадок ионов  $\text{Er}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  и  $\text{CO}_3^{2-}$  и на основании полученных данных производились вычисления состава твердой фазы. Состав образующихся в системе соединений определялся также непосредственным анализом воздушных твердых фаз, отделенных от маточного раствора и промытых сначала раствором карбоната аммония с концентрацией, близкой равновесному раствору, а затем спиртом. Полученные совместно осажденные карбонаты эрбия и железа подвергались также термогравиметрическому, ИК-спектроскопическому и рентгенографическому исследованию.

Результаты изучения процесса взаимодействия в системе  $\text{Er}(\text{NO}_3)_3 - \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 - (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 - \text{H}_2\text{O}$  методом остаточных концентраций, представленные на рис. 1, показывают, что в начале процесса при добавлении небольших количеств карбоната аммония — до  $n=0,5$  в системе осадок не выпадает. Далее, введение в систему осадителя, обеспечивающее значение  $n=1$ , приводит к количественному осаждению железа в виде основной соли и частичному выделению нормального карбоната эрбия. Согласно данным химического анализа равновесных растворов и воздушно-сухих осадков, состав твердых фаз, выделенных в интервале от  $n=1$  до  $n=1,25$ , отвечает формуле  $\text{Er}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 4\text{Fe}(\text{OH})_{0,6}(\text{CO}_3)_{1,2} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . Наличие гидроксильной группы в твердой фазе подтверждается и результатами ИК-спектроскопических измерений. ИК-спектры поглощения предварительно обезвоженной соли, снятые на спектрофотометре UR-20 в КВг, характеризуются полосой поглощения в области  $3400 \text{ см}^{-1}$ , отвечающей валентным колебаниям ОН-группы основной соли.

В эквивалентной точке при  $n=1,5$  основная соль железа переходит в нормальный карбонат и образуется смешанная соль состава  $\text{Er}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot \text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . Дальнейшее увеличение концентрации карбоната аммония до  $n=5,0$  не приводит к изменению состава осадка.

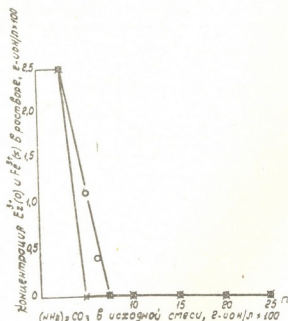


Рис. 1. Изменение концентрации  $\text{Er}^{3+}(\text{o})$  и  $\text{Fe}^{3+}(\text{x})$  в системе  $\text{Er}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 - (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 - \text{H}_2\text{O}$

На рис. 2 представлена термогравиграмма  $\text{Er}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot \text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , согласно которой в начале термического разложения до  $220^\circ\text{C}$  происходит потеря всей кристаллизационной воды, что на термограмме сопровождается резко выраженным эндотермическим эффектом. При дальнейшем нагревании до  $780^\circ\text{C}$  происходит декарбонизация соли с образованием конечного продукта термолитиза феррита эрбия.

Согласно данным химического анализа, составы осадков, прокаленных до температуры  $780\text{--}800^\circ\text{C}$ , выделенных при  $n=1, 0$  и  $n=1,5$ , отвечают формулам  $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{Er}_2\text{O}_3$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{Er}_2\text{O}_3$  соответственно. Штрих-диаграммы указанных смешанных окислов имеют линии, отличные от линий индивидуальных окислов железа и эрбия, что подтверждает образование нового соединения типа феррита. Следовательно, установлено, что ферромагнитными свойствами обладают соединения, где  $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{Er}_2\text{O}_3 \geq 1$ .

С целью установления полупроводниковых свойств полученных соединений проведено измерение удельной электропроводности одного из полученных ферритов эрбия состава  $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{Er}_2\text{O}_3$ . Измерения проводились на установке, собранной по схеме Уитсона. Во избежание электролиза и электрохимической поляризации, мост питался переменным током с частотой 200 гц. Точность измерения сопротивления составляла 5—10%. Электропроводность феррита измерялась в высоковакуумной кварцевой ячейке, нагреваемой нихромовым нагревателем. Вакуум в ячейке составлял  $10^{-6}$  мм рт. ст.

Кривая температурной зависимости удельной электропроводности феррита (рис. 3) имеет линейный характер в широкой температурной области (125—280°C) и хорошо подчиняется уравнению Аррениуса. Удельная электропроводность прессованного порошка феррита при комнатной температуре невысокая ( $\sim 3 \cdot 10^{-8}$  ом<sup>-1</sup> см<sup>-1</sup>), однако с повышением температуры она быстро растет и около 250°C уже составляет  $10^{-6}$  ом<sup>-1</sup> см<sup>-1</sup>. Привлекает внимание низкое значение энергии активации электропроводности исследованного феррита, равной 5,98 ккал/моль, которая, по-видимому, связана с низкой энергией отрыва носителя тока от равновесного состояния. Исходя из характера электропроводности, исследованный феррит  $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{Er}_2\text{O}_3$  следует отнести к классу высокоомных полупроводников.

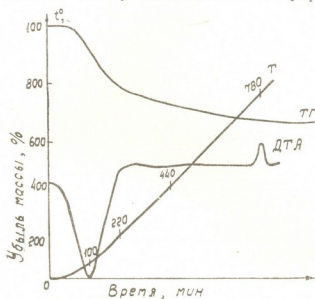


Рис. 2. Термогравиграмма  $\text{Er}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 2\text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

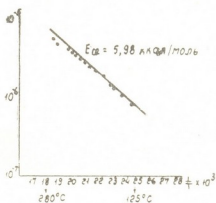


Рис. 3. Температурная зависимость удельной электропроводности феррита эрбия

Таким образом, на основании изучения реакции совместного осаждения карбонатов эрбия и железа удалось выделить и охарактеризовать железозэриевую смешанную соль и установить оптимальные условия получения феррита эрбия. Получение подобных соединений прокаливанием простой смеси окислов, как известно, затруднительно из-за высокой температуры плавления окислов, в то время как прокаливание карбонатов, в которых уже имеется высокая дисперсность компонентов, приводит к более быстрому и полному взаимодействию при сравнительно низких температурах.

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

(Поступило 28.7.1978)

ბ. მზარეულიშვილი, ე. დავითაშვილი, ვ. ნათიძე, ე. ზედელაშვილი

ერბიუმისა და რკინის კარბონატების ერთდროული  
დალექვის რეაქციის შესწავლა

რ ე ზ ი უ მ ე

კვლევის ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდების გამოყენებით შესწავლილია ერბიუმისა და რკინის კარბონატების ერთდროული დალექვის პროცესი.

დადგენილია, რომ  $\text{Er}(\text{NO}_3)_3\text{—Fe}(\text{NO}_3)_3\text{—}(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3\text{—H}_2\text{O}$  სისტემაში ურთიერთქმედების შედეგად თანმიმდევრულად წარმოიქმნება ერბიუმ-რკინის უხსნადი კარბონატები  $\text{Er}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 4\text{Fe}(\text{OH})_{0,6} \cdot (\text{CO}_3)_{1,2} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  და  $\text{Er}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot \text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , რომელთა თერმული დამუშავების შედეგად მიიღება ერბიუმის ფერიტები.

გაირკვა, რომ ფერომაგნიტური თვისებები ახასიათებთ ნაერთებს, სადაც  $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{Er}_2\text{O}_3 \geq 1$ .

---

 GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY
 

---

N. V. MZAREULISHVILI, E. G. DAVITASHVILI, V. P. NATIDZE,  
E. N. ZEDELASHVILI

STUDY OF SIMULTANEOUS PRECIPITATION OF ERBIUM AND  
FERRIC CARBONATES

Summary

The process of simultaneous precipitation of erbium and ferric carbonates has been studied by the physico-chemical methods of investigation.

It has been established that as a result of interaction in the system of  $\text{Er}(\text{NO}_3)_3\text{—Fe}(\text{NO}_3)_3\text{—NH}_4)_2\text{—CO}_3\text{—H}_2\text{O}$  the following sequence of insoluble erbium-ferric carbonates is formed:  $\text{Er}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 4\text{Fe}(\text{OH})_{0,6} \cdot (\text{CO}_3)_{1,2} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  and  $\text{Er}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot \text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , thermal treatment of which yields erbium ferrites.

The compounds in which  $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{Er}_2\text{O}_3 \geq 1$  were found to be characterized by ferromagnetic properties.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. В. Мзареулишвили, Е. Г. Давиашвили, В. П. Натидзе,  
Сообщения АН СССР, 75, № 3, 1974, 601.

А. И. НОГАЙДЕЛИ, Л. М. ХАНАНАШВИЛИ, Л. И. НАКАИДZE,  
 Т. В. ЧОГОВАДZE, В. С. ЦХОВРЕБАШВИЛИ, Р. В. ВОЛКОВА,  
 Г. А. НОГАЙДЕЛИ

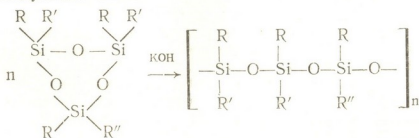
### СИНТЕЗ ПОЛИОРГАНОСИЛОКСАНОВ С ДИЦИКЛОПЕНТЕНИЛЬНЫМИ РАДИКАЛАМИ У АТОМА КРЕМНИЯ

(Представлено академиком Х. И. Арешидзе 15.9.1978)

Полиорганосилоксаны с дициклопентенильными радикалами у атома кремния сравнительно мало исследованы [1], хотя указанные соединения, на наш взгляд, могут иметь значительный теоретический и практический интерес.

Дициклопентенильный радикал, стоящий у атома кремния, придает полиорганосилоксанам некую ненасыщенность, что облегчает их переработку в изделия.

Полиорганосилоксаны с дициклопентенильными радикалами у атома кремния были синтезированы нами анионной полимеризацией пентаметилдициклопентенил-, 1,3,5-тетраметил-1,3-бис-(дициклопентенил)-, триметилтридициклопентенил- и 1,3,5-триметил-1,3-дифенил-5-дициклопентенилциклотрисилоксанов [2] в присутствии 0,1% КОН при температуре 80—90°C в блоке. Полимеризация указанных циклов идет довольно легко, и в результате образуются полимеры с  $\eta_{уд}$  от 0,09 до 1,36 по следующей схеме:



где

$R=R'=CH_3$ ,  $R''=C_{10}H_{13}$  (I);  $R=CH_3$ ,  $R'=C_6H_5$ ,  $R''=C_{10}H_{13}$  (II);  
 $R=R''=CH_3$ ,  $R'=C_{10}H_{13}$  (III);  $R=CH_3$ ,  $R'=R''=C_{10}H_{13}$  (IV).

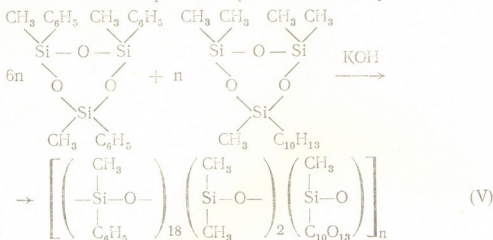
Синтезированные полимеры (I—IV) представляют собой прозрачные вещества, хорошо растворимые в органических растворителях и легко переосаждающиеся из бензольного раствора метиловым или этиловым спиртом.

Состав и строение синтезированных полимеров подтверждены данными элементного анализа и ИК-спектроскопии. В ИК-спектрах синтезированных полимеров наблюдаются полосы поглощения при 1260  $cm^{-1}$  (Si—CH<sub>3</sub>-связи), 3000—2900  $cm^{-1}$  (C—H-связи), 3045  $cm^{-1}$  (CH=C=C-связи), 1050—1045  $cm^{-1}$  (Si—O—Si-связи).



При повышении температуры реакционной смеси (от 160 до 180°C), происходит структурирование полимеров. При хранении они почти всецело превращаются в гель.

Нами была изучена также анионная сополимеризация смеси изомеров триметилтрифенилциклотрисилоксана с пентаметилдициклопентенилциклотрисилоксаном в присутствии 0,1% KOH в блоке, при температуре 80—90°C. Сополимеризация протекает по следующей схеме:



Аналогично протекает сополимеризация смеси изомеров триметилтрифенилциклотрисилоксана с 1,3,5-триметил-1,3-дифенил-5-дициклопентенилциклотрисилоксаном при молярном соотношении исходных циклов 1:1 (сополимер VI).

Синтезированные сополимеры имеют довольно высокие молекулярные массы — у полимера V  $\eta_{\text{уд}} = 0,65$ ,  $M \approx 550000$ ; у полимера VI  $\eta_{\text{уд}} = 0,50$ ,  $M \approx 420000$ . Они хорошо растворяются в различных органических растворителях и легко переосаждаются из толуольного раствора метиловым или этиловым спиртом.

Интересно отметить, что склонность к структурированию при стоянии сополимеров резко понижается. Из литературных данных [3] известно, что вторая двойная связь в дициклопентенильном радикале не остается инертной в процессе сополимеризации органических ненасыщенных мономеров и ее реакционность в значительной степени определяется условиями реакции. Протекание вторичных процессов по этой связи приводит к образованию разветвленных и сшитых сополимеров. Это дает нам основание считать, что ответственной за процесс сшивания полимеров является двойная связь в дициклопентенильном радикале.

Об этом свидетельствует и тот факт, что полимер VII, полученный анионной полимеризацией пентаметилдициклопентенилциклотрисилоксана с насыщенным дициклопентенильным радикалом —  $\text{C}_{10}\text{H}_{15}$ , в отличие от своего ненасыщенного аналога, не структурируется. Синтезированный полимер VII хорошо растворяется в органических растворителях и имеет  $\eta_{\text{уд}} = 0,40$ . Состав и строение полимера VII подтверждено данными элементами анализа и ИК-спектроскопией.

Термомеханические свойства синтезированных полимеров и сополимеров указывают на то, что они обладают достаточно низкой температурой стеклования (см. таблицу).

Согласно термогравиметрическим исследованиям, до 300°C потеря массы на воздухе как для полимера I, так и для полимера VII не превышает 3—4%. Затем для обоих образцов наступает резкое увеличе-

ние скорости деструкции, которое как в вакууме, так и на воздухе проходит в узком температурном интервале. Деструкция в вакууме идет почти полностью и достигает 91—98%, а на воздухе составляет ~ 75%.

Физико-химические свойства и элементный состав синтезированных полимеров

№	Выход, %	Найдено, %			Эмпирическая формула элементарного звена	Вычислено, %			$\eta_{уд}$ · 1% р-ра в бензоле	$T_{ст}$ °C
		C	H	Si		C	H	Si		
I	83	53,00 53,11	8,50 8,32	24,82 24,58	$C_{18}H_{28}O_3Si_3$	52,94	8,23	24,70	1,36	+45
II	92	64,90 64,82	7,00 7,00	18,93 18,55	$C_{25}H_{35}O_3Si_3$	64,65	6,89	18,10	0,40	+6
III	90	63,01 62,95	8,48 8,56	18,17 18,25	$C_{24}H_{38}O_3Si_3$	62,88	8,29	18,34	0,15	0
IV	85	68,92 69,01	8,54 8,28	14,62 14,85	$C_{33}H_{43}O_3Si_3$	68,74	8,33	14,58	0,09	—
V	91	60,57 60,15	6,20 6,40	21,52 21,45	$C_{139}H_{172}O_{21}Si_{21}$	60,38	6,22	21,27	0,63	-14
VI	87	63,28 63,36	6,15 6,23	19,34 19,50	$C_{46}H_{56}O_6Si_6$	63,30	6,42	19,26	0,50	-9
VII	95	52,85 52,76	8,55 8,68	25,00 24,85	$C_{15}H_{30}O_3Si_3$	52,63	8,77	24,56	0,40	-64

Полимеризация пентаметилдициклопентенилциклотрисилоксана [1]. В четырехгорлую колбу помещали смесь 4,24 г пентаметилдициклопентенилциклотрисилоксана и 0,0043 г. КОН (0,1% от массы цикла). Смесь при перемешивании в атмосфере азота нагревали при температуре 80—90°C. Через 2 часа вязкость образующегося полимера достигала 1,063. Полимер растворяли в 30 мл бензола, добавляли 4 мл чистого триметилхлорсилана и перемешивали раствор в течение 40 минут, затем бензольный раствор промывали несколько раз дистиллированной водой. Раствор сушили над  $Na_2SO_4$ . После отгонки бензола было получено 4,0 г полимера, который растворяли в бензоле и пересаждали метанолом, затем сушили в вакууме при температуре 40° до постоянной массы. Было получено 3,5 г (83% от теор.) полимера I с  $\eta_{уд} = 1,36$ .

Полимеризацию 1,3,5-тетраметил-1,3-бис-(дициклопентенил)-, триметилтридициклопентенил- и 1,3,5-триметил-1,3-дифенил-5-дициклопентенилциклотрисилоксанов проводили по аналогичной методике.

Сополимеризация смеси изомеров метилфенилциклотрисилоксанов с пентаметилдициклопентенилциклотрисилоксаном. В четырехгорлую колбу помещали 0,362 г пентаметилдициклопентенилциклотрисилоксана и 2,6 г метилфенилциклотрисилоксана, добавляли 0,0029 г КОН. Сополимеризацию проводили при температуре 80—90°C. Через 45 минут был получен продукт с  $\eta_{уд} = 0,42$ . После пересаживания из бензольно-метанольного раствора было получено 2,7 г (91% от теор.) полимера V с  $\eta_{уд} = 0,65$ .

Сополимеризацию метилфенилциклотрисилоксана и 1,3,5-триметил-1,3-дифенил-5-дициклопентенилциклотрисилоксана осуществляли в вышеуказанных условиях.

Молекулярные массы сополимеров определяли вискозиметрическим методом в вискозиметре типа Убеллода.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 15.9.1978)

ორგანული ქიმია

ა. ნოღაიდელი, ლ. ხანანაშვილი, ლ. ნაკაიძე, თ. ჩოგოვაძე,  
 ვ. სკხოვრეშვილი, რ. ვოლკოვა, გ. ნოღაიდელი

სილიციუმის ატომთან მდგომარეობის დიციკლოპენტენილის რადიკალის შემცველი პოლიორგანოსილოქსანების სინთეზი

რეზიუმე

შესწავლილია სილიციუმის ატომთან მდგომარეობის დიციკლოპენტენილის რადიკალის შემცველი პენტაჰეთილდიციკლოპენტენილ-, 1,3,5-ტეტრაჰეთილ-1,3-ბის-(დიციკლოპენტენილ)-, 1,3,5-ტრიმეთილ-1,3-დიფენილ-5-დიციკლოპენტენილ- და 1,3,5-ტრიმეთილ-1,3,5-ტრიდიციკლოპენტენილციკლოტრისილოქსანების პოლიმერიზაციის რეაქციები 0,1% KOH თანდასწრებით. ჩატარებულია აგრეთვე პენტაჰეთილდიციკლოპენტენილ- და 1,3,5-ტრიმეთილ-1,3-დიფენილ-5-დიციკლოპენტენილციკლოტრისილოქსანების თანაპოლიმერიზაციის რეაქციები მეთილფენილციკლოტრისილოქსანთან. შესწავლილია სინთეზირებული პოლიორგანოსილოქსანების თერმომექანიკური თვისებები და თერმოჟანგვითი დესტრუქცია.

ORGANIC CHEMISTRY

A. I. NOGAIDELI, L. M. KHANANASHVILI, L. I. NAKAIDZE,  
 T. V. CHOGOVDZE, V. S. TSKHOVREBASHVILI, R. V. VOLKOVA,  
 G. A. NOGAIDELI

## SYNTHESIS OF POLYORGANOSILOXANES WITH DICYCLOPENTENYL GROUPS AT THE SILICON ATOMS

### Summary

The reaction of polymerization and copolymerization of dicyclopentenyl groups containing some organocyclosiloxanes with methylphenylcyclotrisiloxane in the presence of 0.1% KOH has been studied. The thermo-mechanical properties and thermal-oxidative disintegration of the synthesized polymers were studied.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. А. Ногайдели. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1977.
2. А. И. Ногайдели, Т. В. Чоговадзе. Сообщения АН ГССР, 87, № 2, 1977, 365.
3. R. E. Cunningham. J. Polymer. Sci., A 3, 1965, 3197.

Ш. И. СИДАМОНИДЗЕ, Г. В. ЦИЦИШВИЛИ (академик АН ГССР),  
 Д. М. ШАВЛАДЗЕ, И. И. ИАШВИЛИ, К. М. МАРЧИЛАШВИЛИ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИРОДЫ АДсорбЦИОННЫХ ЦЕНТРОВ  
 ЦЕОЛИТА ТИПА ТМА-ОФФРЕТИТА (0)  
 ИК-СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Синтетические цеолиты типа ТМА-оффретита (0) из-за высокой термостабильности и кислотоупорности заслуживают внимания исследователей. В работах [1, 2] было установлено, что термическая обработка этого цеолита при 400° предопределяет разложение ТМА-катионов, декатионированная форма оффретита характеризуется повышенными адсорбционными свойствами, по сравнению с исходной формой.

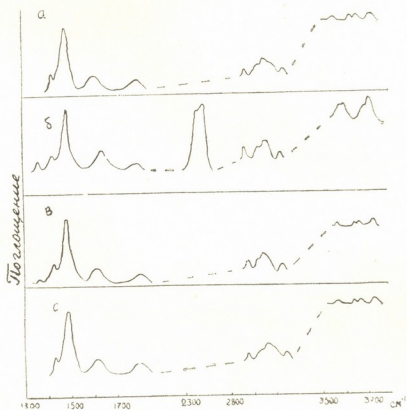


Рис. 1. ИК-спектры адсорбированного  $\text{CO}_2$  на катионной форме цеолита О: а—цеолит О, обработанный при 300° и  $10^{-4}$  тор; б — система  $\text{CO}_2$ —О,  $t=25^\circ\text{C}$ ,  $p=20$  тор; в— $t=25^\circ\text{C}$ ,  $p=10^{-4}$  тор; с) —  $t=100^\circ\text{C}$ ,  $p=10^{-4}$  тор

Целью настоящей работы являлось исследование роли ТМА-катионов в процессах сорбции и установление характера взаимодействия молекул сорбата с адсорбционно-активными центрами цеолита.

Для решения поставленной задачи нами был применен ИК-спектроскопический метод. Высокодиспергированные цеолиты прессовались под давлением  $75 \text{ кг/мм}^2$  в таблетки «толщиной»  $20 \text{ мг/см}^2$ . Термическая обработка образца и съемка спектра в вакууме на спектрофотометре UR-20 производились в кювете, конструкция которой неоднократно описывалась в литературе [3].

На рис. 1, а представлен ИК-спектр цеолита типа О, откачанного при  $300^\circ\text{C}$  и  $10^{-4}$  тор. В этих условиях в больших каналах цеолита и в его гмеллинитовых ячейках ТМА-катионы претерпевают частичное разложение, но образец все еще содержит достаточное количество ТМА-катионов. Напуск двуокиси углерода под давлением 20 тор ( $25^\circ\text{C}$ ) на обработанный в таких условиях ТМА-оффретит вызывает появление новой интенсивной полосы  $2350\text{--}2400 \text{ см}^{-1}$ , небольшая полоса поглощения образуется при  $1365 \text{ см}^{-1}$ , резко изменяются контуры полос в области  $3500\text{--}3730 \text{ см}^{-1}$  (рис. 1,б). Первые две полосы раньше были фиксированы при исследовании адсорбции  $\text{CO}_2$  на синтетическом фожазите [3]. Откачке цеолита при  $25^\circ\text{C}$  до  $10^{-4}$  тор сопутствуют полное исчезновение полосы поглощения  $2350\text{--}2400 \text{ см}^{-1}$  и возвращение полос  $3500\text{--}3730 \text{ см}^{-1}$  к исходному виду. Интенсивность полосы  $1365 \text{ см}^{-1}$  уменьшается (рис. 1,в). Она окончательно исчезает только при условиях  $100^\circ\text{C}$  и  $10^{-4}$  тор (рис. 1,с).

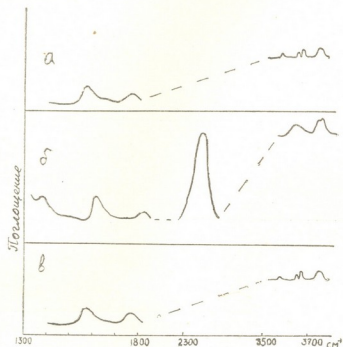


Рис. 2. ИК-спектры адсорбированного  $\text{CO}_2$  на водородной форме цеолита О: а—цеолит О, обработанный при  $500^\circ\text{C}$  и  $10^{-4}$  тор; б—система  $\text{CO}_2\text{—O}$ ,  $t=25^\circ\text{C}$ ,  $p=20$  тор; в— $t=25^\circ\text{C}$ ,  $p=10^{-4}$  тор

По ИК-спектру адсорбированной двуокиси углерода на декационированном оффретите видно, что его характер качественно полностью совпадает с вышеописанным спектром адсорбции  $\text{CO}_2$  на ТМА-оффретите (рис. 2). Результаты этого сопоставления позволяют высказать предположение, что молекулы  $\text{CO}_2$ , имеющие квадрупольный момент, взаимодействуют с ионами калия и натрия, имеющимися в цеолите, значительно сильнее, чем с ТМА-катионами. Слабое вза-



взаимодействие молекул  $\text{CO}_2$  с большими ТМА-катионами, по-видимому, объясняется рассредоточением заряда в последних.

На рис. 3,а представлены результаты измерений дифференциальных теплот адсорбции  $\text{CO}_2$  на декатионированном оффретите. Кривая, соответствующая зависимости  $Q=f(a)$ , показывает, что при малых заполнениях ( $a \approx 0,1$  ммоль/г) она характеризуется резким спадом — значение дифференциальной теплоты уменьшается на 5,5 ккал/моль. По распространенному в литературе мнению, высокие значения дифференциальных теплот адсорбции, соответствующие весьма малым величинам заполнения, обусловлены присутствием в цеолите примесных (особенно поливалентных) катионов. После «погашения примесной активности» блокированием этих катионов молекулами адсорбата кривая  $Q=f(a)$  выходит на плато. Из рисунка видно, что в большом интервале заполнения ( $a \approx 0,1 \div 2,5$  ммоль/г) дифференциальная теплота адсорбции не изменяется — образуется широкое плато. Обычно наблюдение последнего объясняется энергетической гомогенностью цеолита. Величина дифференциальной теплоты адсорбции  $Q_a = 10,3$  ккал/моль, соответствующая этому плато, превышает значения, полученные авторами ранее [4] для системы KL—цеолит— $\text{CO}_2$ .

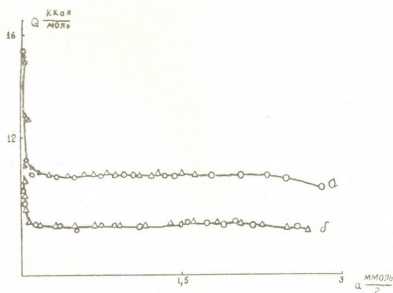


Рис. 3. Дифференциальные теплоты адсорбции  $\text{CO}_2$  на: а—водородной форме цеолита О; б—KL (Linde)

Сопоставление соотношений  $\frac{Si}{Al}$  с целью выявления причины различия  $Q_a$ , соответствующих Н-оффретиту и цеолиту KL, показывает, что концентрации катионов в исходных образцах этих цеолитов незначительно различаются, т. е. высокие значения  $Q_a$ , соответствующие цеолиту Н-оффретиту, не могут быть объяснены только взаимодействием катион- $\text{CO}_2$ . Это соображение дополнительно подкрепляется еще тем фактом, что исходная форма цеолита оффретита в процессе декатионирования теряет значительное количество ТМА-катионов и тем самым по содержанию катионов уступает KL-цеолиту. Неодинаковость величин  $Q_a$  для этих цеолитов значительно обусловлена

различием их структуры. Взаимодействие молекул  $\text{CO}_2$  с атомами кислорода решетки более сильно проявляется в случае цеолита оффретита.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 14.7.1978)

ფიზიკური ქიმია

შ. სიდამონიძე, გ. ციციშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი),  
 დ. შავლაძე, ი. იაშვილი, კ. მარჩილაშვილი

ТМА-ოფრეტიტის ტიპის ცეოლიტის ადსორბციული  
 ცენტრების ბუნების გამოკვლევა იწ-სპექტროსკოპიის მეთოდით

რეზიუმე

იწ-სპექტროფოტომეტრის გამოყენებით შევისწავლეთ ოფრეტიტის (O) ტიპის ცეოლიტის ადსორბციული ცენტრების ბუნება. მიღებული შედეგებიდან ჩანს, რომ  $\text{CO}_2$ -ის ურთიერთქმედება O ცეოლიტის კათიონირებულ ფორმასთან უფრო ძლიერია, ვიდრე ამავე ცეოლიტის წყალბადურ ფორმასთან.  $\text{CO}_2$ -ის მოლეკულები სუსტად ურთიერთქმედებენ ТМА-კათიონებთან, რაც შეიძლება აიხსნას ამ დიდი ზომის კათიონში მუხტის ვანდერვალდის დაფერეციალური სიბოჭების შედარებამ ოფრეტიტის და KL ცეოლიტების შემთხვევაში დაგვანახა, რომ ადსორბციის სიბოჭის მნიშვნელობის განმსაზღვრელად კათიონებთან ერთად გვევლინება ცეოლიტის სტრუქტურა.

PHYSICAL CHEMISTRY

Sh. I. SIDAMONIDZE, G. V. TSITSISHVILI, D. M. SHAVLADZE,  
 I. I. IASHVILI, K. M. MARCHILASHVILI

## IR-SPECTROSCOPY STUDY OF THE NATURE OF ADSORPTION CENTRES OF TMA-OFFRETITE (O) TYPE ZEOLITE

### Summary

The  $\text{CO}_2$  adsorption on the cationed and hydrogen forms of zeolite O has been investigated by IR-spectroscopy. The results show that the interaction of  $\text{CO}_2$  with cationed forms is stronger than is the case with the hydrogen form.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. L. Wu, T. E. Whyte, P. B. Venuto. J. Catal., 21, 1971, 384—393.
2. T. E. Whyte, Jr. E. L. Wu, G. T. Kerr, P. B. Venuto. J. Catal. 20, 1971, 88—96.
3. А. В. Киселев., В. И. Лыгин. Инфракрасные спектры поверхностных соединений. М., 1972.
4. Г. В. Цицишвили и др. Сообщения АН ГССР, 87, № 1, 1977, 93—96.

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Г. Д. ЧАЧАНИДЗЕ, Т. Е. МАЧАЛАДЗЕ, Т. А. ПАВЛЕНИШВИЛИ,  
Д. И. ТУРАШВИЛИ

ТЕРМОГРАВИМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СО-Zn ФЕРРИТОВ  
И ИСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

(Представлено академиком Н. А. Лавдия 29.6.1978)

Твердые растворы Со-Zn ферритов, благодаря их ценным магнитным свойствам, представляют большой интерес для современной науки и техники. Эти ферриты особо чувствительны к нюансам технологии, и присутствие примесей, в особенности  $Co^{3+}$ , даже в незначительных количествах сильно меняет их тепловые и магнитные свойства.

В литературе имеются противоречивые данные относительно содержания  $Co^{3+}$  в ферритах, полученных магнитной керамикой [1—3]. Заметно различаются между собой также данные о диссоциации различных окислов кобальта, являющихся исходным Со-содержащим сырьем при синтезе ферритов [4].

В данной работе указанные вопросы уточнены термогравиметрическим анализом, проведенным на дериватографе фирмы «Метримпекс» (Венгрия), скорость нагревания  $10^{\circ}/мин$ , чувствительность гальванометра, включенного в цепь ДТА, 1:10. С целью выявления магнитных превращений термографически сняты также дериватограммы изготовленных керамическим методом (из  $Co_3O_4$ ,  $Fe_2O_3$  и ZnO марки ч.д.а.) твердых растворов Со-Zn ферритов с общей формулой  $Co_{1-x}Zn_xFe_2O_4$ , где  $x=0,0; 0,2; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8$ .

Спекание смесей проводилось при  $1200^{\circ}C$  в атмосфере воздуха в продолжение 24 часов. Образцы охлаждались вместе с печью. Чистота полученных ферритов и полнота процесса ферритизации контролировались химическим, рентгеноструктурным<sup>1</sup> и магнитным (измерение  $\theta_K$ ) анализами.

Рентгенограммы сняты на установке УРС-70 (в излучении  $FeK_{\alpha}$  в фильтре Mn-20 мк, в режиме U 30 кв, J 14 мА). На их основе определялись параметры решетки ферритов. Температура Кюри ( $\theta_K$ ) измерялась баллистическим методом [5]. Данные химического, рентгеноструктурного и магнитного анализов подтверждают шпинельную структуру и удовлетворительную полноту процесса ферритизации во всех образцах. Результаты анализов приведены в таблице. Последняя дополнена данными о магнитных моментах насыщения ( $\sigma_B$ ), взятых из [6]. Зависимость параметра решетки от состава феррита явно иллюстрирует

<sup>1</sup> Химические и рентгеноструктурные анализы проводились в аналитической лаборатории ИНХЭЛ АН ГССР, железо определялось трилонометрическим методом, цинк—ферроцианидным (метод Файнберга), кобальт—потенциометрическим.

соблюдение правила аддитивности Вегарда (таблица). Концентрационная зависимость  $\theta_K$  линейна (таблица).

Из всех исследованных образцов ферритов отклонение на кривой ДТА имеется лишь у образца состава с  $x=0,0$  (т. е. у чистого феррита кобальта <sup>(1)</sup> при  $T=500^\circ\text{C}$ , что связано с ферромагнитной точкой Кюри.

Данные химического, рентгеноструктурного и магнитного анализов Co-Zn ферритов

Общая формула феррита $\text{Co}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$	CoO, % вес.		$\text{Fe}_2\text{O}_3$ , % вес.		ZnO, % вес.		Параметр решетки а	$\theta_K$ °C	$\sigma_B$ $\mu\text{B}$
	теор.	хим. анализ	теор.	хим. анализ	теор.	хим. анализ			
$x=0,8$	6,25	5,82	66,60	67,38	27,15	26,7	8,425	—	4
$x=0,6$	12,57	12,05	66,96	67,38	20,47	19,92	8,414	83	5,9
$x=0,5$	18,95	17,83	67,32	67,38	13,72	14,32	8,402	150	6,2
$x=0,4$	15,75	15,92	67,14	67,38	17,11	16,20	8,401	276	6,0
$x=0,2$	25,41	24,58	67,69	67,38	6,9	7,41	8,364	386	4,5
$x=0,0$	31,94	32,72	68,06	67,38	—	—	8,376	500	3,3

На остальных дериватограммах заметных отклонений в области ферромагнитных превращений нет, несмотря на довольно высокие значения  $\sigma_B$ . Причина этого, видимо, заключается в том, что  $\theta_K$  этих составов (по аналогии с твердыми растворами Ni-Zn ферритов) лежат в той области температур (от комнатной до  $\sim 350\text{--}380^\circ\text{C}$ ), в которой кривая ДТА несколько отклоняется от нулевой линии по причине различной теплопроводности исследуемого материала и эталона (корунда), и эффекты ферромагнитных превращений при этом ступеньваются. Таким образом,  $\theta_K$  твердых растворов Co-Zn ферри-

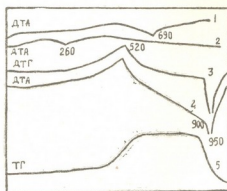


Рис. 1. Дериватограммы  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (1) по [8], NiO (2) и CoO (3, 4, 5)

тов в указанных выше условиях термографически не выявляются. Дериватограммы  $\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$  и NiO приводятся на рис. 1, где отмечены отклонения при  $690$  и  $260^\circ\text{C}$ , соответствующие  $\theta_M$   $\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$  и температуре Нееля NiO соответственно.

На этом рисунке представлена также дериватограмма высушенного при  $150^\circ\text{C}$  CoO; кривая ДТА примерно с  $200^\circ\text{C}$  начинает откло-

<sup>(1)</sup> Дериватограмма  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  не отличается от термограммы, снятой нами ранее [7], поэтому соответствующий рисунок опущен. По этой же причине опущена и дериватограмма ZnO (отклонений нет).

няться от нулевой линии, достигая максимума при  $520^\circ\text{C}$ , что, вероятно, связано в окислением  $\text{CoO}$  до  $\text{Co}_3\text{O}_4$  (либо до  $\text{Co}_2\text{O}_3$ ). Затем идет диссоциация препарата с выделением кислорода, которая заканчивается при  $950^\circ\text{C}$ . Сказанное подтверждается кривыми ТГ и ДТГ.

На кривой ДТА  $\text{Co}_3\text{O}_4$  (рис. 2) первый эндотермический эффект относится, по-видимому, к удалению плотно адсорбированной влаги, а затем начинается постепенная диссоциация  $\text{Co}_3\text{O}_4$  до  $\text{CoO}$ , которая заканчивается при  $950^\circ\text{C}$ .

Дериватограмма высушенного  $\text{Co}_3\text{O}_4$  ничем не отличается от предыдущей термограммы, за исключением того, что на ней отсутствует эффект удаления влаги (рисунок опущен).

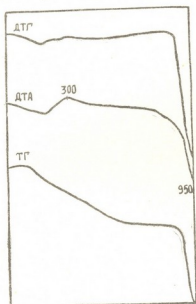


Рис. 2. Дериватограмма  $\text{Co}_3\text{O}_4$

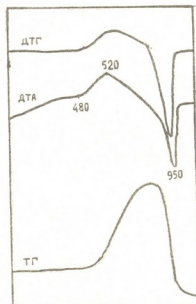


Рис. 3. Дериватограмма прокаленной при  $1170^\circ\text{C}$   $\text{Co}_3\text{O}_4$

Дериватограмма прокаленного при  $1175^\circ\text{C}$   $\text{Co}_3\text{O}_4$  (рис. 3) несколько отличается от предыдущих термограмм, поскольку после прокаливания образец долго лежал в эксикаторе (который частично предохранил его от окисления). На кривой ДТА имеется резкое отклонение вправо в области  $480\text{--}520^\circ\text{C}$ , соответствующее окислению (раскисленной части препарата) до  $\text{Co}_3\text{O}_4$  (либо до  $\text{Co}_2\text{O}_3$ ). Выше  $520^\circ\text{C}$  начинается диссоциация высших окислов  $\text{Co}$  до  $\text{CoO}$ , которая заканчивается при  $950^\circ\text{C}$ . Это подтверждается кривыми ДТГ и ТГ. Незначительная разность между начальным и конечным весами препарата, отмеченная на ТГ, подтверждает то, что исходный материал представляет собой смесь  $\text{CoO} + \text{Co}_3\text{O}_4$ . Таким образом, термогравиметрическое изучение окислов кобальта показало, что в воздушной среде при относительно невысоких температурах  $\text{CoO}$  может окисляться до  $\text{Co}_3\text{O}_4$  или  $\text{Co}_2\text{O}_3$ . Последние диссоциируют до  $\text{CoO} \sim 950^\circ\text{C}$ . Следовательно, вероятность наличия трехвалентного кобальта в готовом феррите мала, так как при синтезе образец длительное время



выдерживается при гораздо более высокой температуре (1150°C). Однако, так как кислородная среда все же способствует образованию высших окислов кобальта, рекомендуется проводить синтез ферритов, содержащих кобальт, в инертной среде.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт неорганической химии  
и электрохимии

(Поступило 27.7.1978)

ფიზიკური ქიმია

ბ. ჩაჩანიძე, თ. მაჩალაძე, თ. შავლენიშვილი, დ. ტურაშვილი

Co—Zn ფერიტების და გამოსავალი მასალების  
თერმოგრავიმეტრიული ანალიზი

რეზიუმე

კერამიკული მეთოდით (1150°C) დამზადებულია Co-Zn მყარი ხსნარები  $Co_{1-x}Zn_xFe_2O_4$ , სადა  $x=0,0; 0,2; 0,4; 0,5; 0,6$  და  $0,8$ . ფიზიკურ-ქიმიურმა კვლევამ გვიჩვენა, რომ მათ არ აქვთ გარდაქმნა გარდა ფერომაგნიტულისა, დერივატოგრაფებზე შესამჩნევი გადახრა ამ მიდამოებში აღინიშნება მხოლოდ მყარი ხსნარისათვის  $x=0,0$ .

PHYSICAL CHEMISTRY

G. D. CHACHANIDZE, T. E. MACHALADZE, T. A. PAVLENISHVILI,  
D. I. TURASHVILI

THERMOGRAVIMETRIC ANALYSIS OF Co-Zn FERRITES AND  
INITIAL MATERIALS

Summary

The solid solutions,  $Co_{1-x}Zn_xFe_2O_4$ , where  $x=0.0, 0.2, 0.4, 0.5, 0.6, 0.8$  were synthesized by the ceramic method.

Physico-chemical studies have shown that they have no transformation but ferromagnetic; an appreciable shift on the derivatogram is noted only for the solid solution,  $x=0.0$  (with  $\theta_K=500^\circ C$ ).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. И. Рабкин и др. Ферриты. Л., 1968.
2. Г. И. Чуфаров и др. Физические и физико-химические свойства ферритов. Минск, 1966.
3. J. Robin, J. Renard. Compt. Rend. Ac. Sci 234, 1952.
4. Ю. Д. Третьяков. Термодинамика ферритов. Л., 1967.
5. Т. Е. Мачаладзе и др. Сообщения АН ГССР, 62, № 2, 1971.
6. Ch. Guiland, H. Creveaux. Compt. Rend. 1950, 230.
7. Г. Д. Чачанидзе и др. Сообщения АН ГССР, XLV, 2, 1967.
8. Н. А. Ландия и др. Изв. АН ГССР, сер. хим., т. I, № 1, 1975.

Д. Г. НАДИРАДЗЕ

## КИНЕТИКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЦЕЛЕСТИНОВОГО КОНЦЕНТРАТА ГАЗООБРАЗНЫМИ ВОССТАНОВИТЕЛЯМИ В КИПЯЩЕМ СЛОЕ

(Представлено академиком Н. А. Ландия 13.7.1978)

Основным узлом технологии переработки целестинового концентрата в различные стронциевые соединения является высокотемпературный процесс восстановления исходного материала.

Для интенсификации этого процесса в последнее время предлагается проводить восстановление целестина с применением газообразных восстановителей [1, 2]. Литературные данные по изучению кинетики восстановления целестина газообразными восстановителями в условиях КС до сульфида стронция отсутствуют.

В данной статье сопоставлены результаты исследований, поставленных с целью выяснения кинетических закономерностей процесса восстановления целестинового концентрата в условиях кипящего слоя, влияния на него температуры, состава восстановительного газа и градиентного состава исходного материала.

Методика проведения эксперимента и описание установки даны в работе [2].

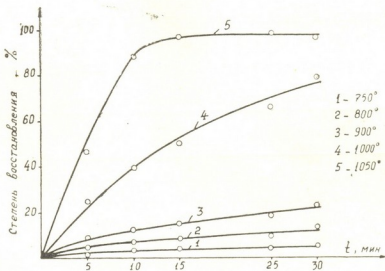


Рис. 1

Влияние температуры на процесс восстановления целестина исследовалось в интервале температур, исключающем возможность термохимической диссоциации сульфата стронция.

На изотермах (рис. 1) отсутствует инкубационный период. Это обстоятельство в значительной мере обусловлено неконтролируемостью начального момента процесса.

Характер изотерм (рис. 1) указывает, что образование сульфида стронция происходит во всей изученной области температур, но с разной интенсивностью.

В интервале температур 750—900°C степень перехода сульфата стронция в сульфид за 30 мин составляет 4—22%; за этот же промежуток времени при температуре 1000°C степень восстановления целестина доходит до 80%, однако максимальной скорости процесс достигает при 1050°C, когда степень восстановления составляет 97—98%; в этом случае процесс фактически заканчивается за 10—12 мин.

Судя по изотермам, в интервале 900—1000°C с увеличением продолжительности процесса можно достигнуть высокой степени восстановления целестина.

Такая высокая чувствительность процесса к температуре говорит о том, что в условиях проведения опыта диффузия газообразных агентов восстановителя как в ядре газового потока, так и в порах зерен концентрата развивалась настолько успешно, что не оказывала обременяющего действия на суммарный процесс образования сульфида стронция.

Показатели скорости перехода сульфата стронция в водорастворимые соединения стронция выражаются обобщенным уравнением химической кинетики [3]:

$$\alpha = 1 - e^{-kt^n},$$

где  $\alpha$  — степень восстановления сульфата стронция до сульфида,  $\tau$  — время,  $k$  — константа,  $n$  — коэффициент, величина которого изменяется в зависимости от кинетического характера процесса. Вычисление константы скорости процесса восстановления производится по уравнению

$$\lg K = \lg n + \frac{\lg k}{n}.$$

Значения констант  $k$  и  $n$  определяются из графической зависимости

$$\lg [-\lg(1 - \alpha)] \div \lg \tau.$$

Результаты расчета скорости процесса приводятся в таблице.

Результаты расчета константы скорости реакции

T°C	$\lg \alpha = n$	$\lg n$	$\lg k$	$\frac{\lg k}{n}$	$\lg K$	$\frac{1 \cdot 10^4}{T}$	$K \text{ сек}^{-1}$
750	0,4245	-0,3721	-1,79	-4,2165	-4,5886	9,76	0,000026
800	0,7265	-0,1388	-1,93	-2,6566	-2,7954	9,32	0,001602
900	0,8098	-0,0917	-1,60	-1,9760	-2,0687	8,53	0,006781
1000	0,8693	-0,0608	-0,79	-0,9088	-0,9696	7,86	0,1072
1050	1,6003	0,2041	-0,82	-0,5124	-0,3083	7,56	0,6190

Из данных таблицы видно, что чем выше температура процесса, тем выше максимальная скорость восстановления сульфата стронция и тем раньше она достигается.

С помощью уравнения Аррениуса из угла наклона прямой  $\lg K \div \frac{1}{T}$  (рис. 2) рассчитана величина энергии активации — 65300 кал/моль.

Таким образом, в рассмотренном интервале температур процесс восстановления целестинового концентрата протекает в кинетической области.

Восстановление целестина происходит на границе раздела фаз, поэтому физическое состояние и топография поверхности исходного материала и полученных продуктов в значительной мере определяют кинетику процесса.

Анализируя данные кривых рис. 3, можно заключить, что величины скорости процесса восстановления целестина заметно изменяются в начальный период (до 10 мин) процесса. Далее разница в степени восстановления в зависимости

от исходной крупности целестинового концентрата сохраняется, но скорость процесса значительно замедляется. Это явление можно объяснить свойством целестина декрипитиваться при нагревании [4], что приводит к возвращению истинной удельной поверхности материала, а следовательно, и к ускорению процесса восстановления.

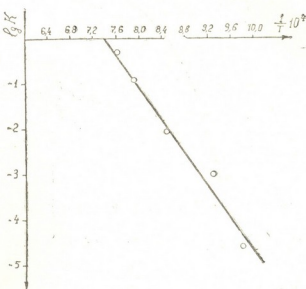


Рис. 2

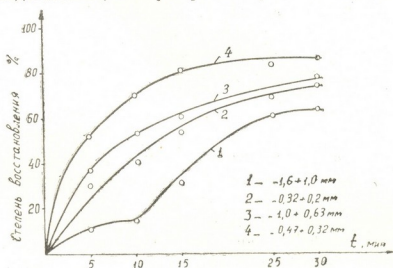


Рис. 3

Полученные данные (рис. 3) указывают на то, что выгоднее подвергать восстановлению целестиновый концентрат с крупностью зерен  $-0,4 + 0,3$  мм; при этом обеспечивается высокий выход сульфида стронция.

На скорость образования сульфида стронция в значительной степени влияет состав газовой фазы, точнее процентное соотношение водорода и окиси углерода. Чем выше это соотношение в исходном газовом потоке, где суммарное содержание ( $H_2 + CO$ ) составляет  $\sim 50\%$ , тем больше скорость процесса (рис. 4).

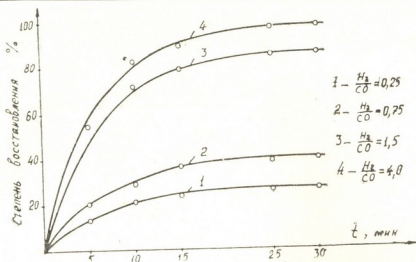


Рис. 4

Удовлетворительные результаты по степени восстановления целестина достигаются при соотношении в газовом потоке  $\frac{H_2}{CO} = 1,5$  и выше.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт неорганической химии  
 и электрохимии

(Поступило 27.7.1978)

ფიზიკური ქიმია

ჯ. ნადირაძე

ცელესტინის კონცენტრატის ალდგენის კინეტიკა მღულარე  
 ფენაში აირადი ალდგენელებით

რეზიუმე

დადგენილია, რომ ცელესტინის კონცენტრატის ალდგენაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ტემპერატურა და ალდგენელი აირის ფაზური შედგენილობა.

PHYSICAL CHEMISTRY

J. G. NADIRADZE

### KINETICS OF CELESTINE CONCENTRATE REDUCTION BY GASEOUS REDUCTANTS IN BCLING BED

Summary

Celestine concentrate reduction was found to be strongly influenced by the temperature and phase composition of the gaseous reductant.

Reduction of celestine concentrate in the temperature range 750—1050°C proceeds in the kinetic region. The activation energy has been calculated to be about 65 300 cal per mole.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Печковский, А. Н. Кетов. Сб. научных трудов Пермского политех. ин-та, № 10, 1961, 15—20.
2. В. Н. Гаприндашвили, О. А. Джаошвили, Д. Г. Надирадзе. Изв. АН ГССР, сер. хим., I, № 1, 1975, 91—93.
3. В. В. Болдырев. Методы изучения кинетики термического разложения твердых веществ. Томск, 1958.
4. В. Н. Гаприндашвили, Т. Д. Багратишвили, О. А. Джаошвили, Д. Г. Надирадзе. Сообщения АН ГССР, 73, № 2, 1974, 401—404.



УДК 541.1+663.252+535.6

## ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Т. Г. СИХАРУЛИДZE, О. К. ДАРАХВЕЛИДZE, Е. Н. ЮСТОВА,  
К. А. АЛЕКСЕЕВАОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦВЕТА ВИНОПРОДУКТОВ В СИСТЕМЕ XYZ  
ПРИ ПОМОЩИ ЦВЕТОВОГО АТЛАСА

(Представлено академиком Н. А. Ландиа 28.8.1978)

Органолептическая оценка винодельческих продуктов производится по системе баллов [1—3] с указанием следующих характеристик: прозрачность, цвет, букет, вкус, типичность (для шампанского—мусс). Визуальная характеристика прозрачности и цвета подразделяется по баллам на следующие категории: прозрачность — кристально чистая, с блеском (0,5 б); чистая, без блеска (0,3 б); мутная (0,1 б); цвет — полное соответствие типу и возрасту вина (0,5 б); небольшое отклонение от цвета, свойственное типу и возрасту (0,4 б); значительное отклонение от нормального (0,3 б); несоответствие цвету, свойственному типу и возрасту (0,2 б); грязные тона (0,1 б).

В настоящее время в области виноделия употребляется ряд других методов определения цвета винопродуктов, в частности, с применением трихроматической системы установления окраски вин [1]. Суть этого метода заключается в том, что при помощи спектрофотометра получают кривую пропускания образцов вин и затем расчетным путем определяют трехцветные характеристики: коэффициент пропускания (яркость)  $Y$ , доминирующую длину волны  $\lambda_{\text{дом}}$ , чистоту цвета  $Pe$ . Коэффициент пропускания характеризует светлоту вина и выражается в %, пределы его изменения — от 0 (абсолютно черное) до 100% (совершенно прозрачное). Параметры — доминирующая длина волны ( $\lambda_{\text{дом}}$  нм) и чистота ( $Pe$  %) определяют соответственно цветовой тон и насыщенность окраски вина. При применении этого метода предполагается соблюдение определенной толщины измеряемого слоя жидкости. Однако метод является весьма трудоемким, так как связан с выполнением большого объема измерений и расчетов. Поэтому для практики он неудобен.

Для определения цвета винопродуктов нами был использован Атлас стандартных образцов цвета (АЦ-1000), разработанный ВНИИМ им. Д. И. Менделеева [4, 5] и принятый также в качестве единой цветовой меры странами-членами СЭВ (РС 4484-74).

Для изучения и проверки этого метода были использованы грузинские марочные вина типа Мукузани (красное) разных годов выдержки — 1907, 1918, 1930, 1954 из фонда коллекции уникальных вин НИИСВиВ Грузинской ССР, а также полусладкое вино Оджалеши (красное) урожая 1978 г. Вино типа Мукузани приготавливается из сорта винограда Саперави, а вино типа Оджалеши — из сорта винограда Александроули и Муджуретули.

Анализ проводился в условиях равномерной освещенности. Наблюдения велись у северного окна. Для сравнения цвета образцов с

цветами атласа на белую полированную поверхность молочного стекла марки МС-20 (6,7) нанесился слой приблизительно одинаковой толщины (1 мм). Спектральный коэффициент отражения этого стекла высокий и почти постоянный в области видимого спектра. Полированные плоскости стекла МС-20 обеспечивают идентичность и неизменность отражательных свойств. Нормировка толщины слоя достигалась с помощью мерной бюретки и локализации заливаемой площадки.

Атлас цветов ВНИИМ состоит из отдельных карт планшетного альбома, содержащего 1000 образцов цвета размером 40×40 мм. Визуальная равноступенность интервалов между соседними цветами атласа соблюдается приближенно, с достаточной для практической цели точностью. Цветные образцы атласа приготовлены из светопрочных пигментов Ленинградского завода художественных красок, НИОПИК и Дублевского красочного завода.

Цветовые характеристики вин в системе МКО по атласу

Образец	Сорт винограда	Год урожая	Цвет по атласу, № карты	Координаты цвета при источнике С М К О			Координаты цветности		Цветовой тон, λ нм	Чистота цвета, Ре %	Коэффициент пропускания Y, %	
				X	Y	Z	X	Y				
Марочное вино Мукузани (красное)	Саперави	1907	3,5—6/8	19,3	16,1	7,1	0,454	0,379	588	63	16,1	
		1918	3,5—8/8	24,4	20,4	8,9	0,454	0,380	588	63	20,4	
	"	"	1918	4,0—6/8	28,7	24,3	10,7	0,451	0,382	578	64	24,3
			1930	4,0—4/8	25,5	21,4	7,7	0,468	0,392	575	70	21,4
Полусладкое вино Оджалеш	Александрови Муджуретули	1954	3,3—10/6	28,3	25,1	16,0	0,408	0,361	578	46	25,1	
		1954	3,5—4/8	20,1	16,3	7,0	0,463	0,375	595	64	16,3	
		1978	1,3—8/4	16,9	11,0	12,4	0,420	0,273	λ <sub>доп.</sub> 496	28	11,0	

Во время визуальных сравнений из атласа подбирался образец по цвету, соответствующему цвету испытуемого образца. Затем определялись номер карты и местоположение образца на карте. При помощи аттестата определялись координаты цвета  $\bar{X}$ ,  $\bar{Z}$ ,  $\bar{Y}$ , а также координаты цветности образцов X, Y. Эти данные позволяют перейти по графику МКО [8] к характеристикам по координатной системе: цветовой тон (λ нм), чистота цвета (Ре %) и коэффициент пропускания Y (яркость %). Результаты исследований приведены в таблице.

Образцы Мукузани (к.) урожая 1930 и 1954 гг. по образцам атласа характеризовались однозначно (карта 3,3—10/6 и карта 3,5—4/8): соответственно λ=578 нм, Ре=46%, Y=25,1% и λ=595 нм, Ре=64%, Y=16,3%.

Затруднение встретилось при определении цвета образца Мукузани (к.) урожая 1907 и 1918 гг., так как в атласе не оказалось образцов точно таких цветов. В этом случае было выбрано соответственно по два образца, заключающих цвета испытуемых вин «в вилку»: для Мукузани урожая 1907 г. — карта 3,5—6/8; 8/8, а для Му-

კუზანი уроჯაი 1918 გ. — კარტა 4.0—6/8; 4/8. В этих случаях были усреднены характеристики соответствующих парных образцов атласа.

Цветовой тон полусладкого вина типа Оджалеша характеризовался по графику дополнительной длины волны ( $\lambda=496$  нм). Как и предполагалось, по годам выдержки наблюдается изменение цветовой гаммы, в данных случаях от темно-коричневатого до светло-коричневатого оттенка, что обусловлено выпадением дубильных и красящих веществ во время старения вина. Соответственно изменяется  $\lambda$  нм каждого образца, характерно изменяются  $P_e$  и  $Y$ .

Данный метод анализа цвета продуктов винодельческой промышленности является более точным, удобным и простым, по сравнению с другими методами, применяемыми на практике. Будучи колориметрически правильным, он удовлетворяет основным принципам цветных измерений установленным Международной организацией по стандартизации и Международной комиссией по освещению. Его следует использовать в научно-исследовательских работах, а также на практике при дегустации вин, для контроля цвета разных винодельческих концентратов и порошков антоциановых красителей.

Дальнейшая стандартизация цветовых шкал обеспечит унифицированный контроль показателей цвета при оценке качества вин.

Метод с применением цветового атласа имеет ряд преимуществ, по сравнению с ранее существующими методами. Он может сыграть важную роль для сохранения типизации при создании новых марок вин и стандартизации продуктов винодельческой промышленности.

НИИСВиВ ГССР  
г. Тбилиси

НПО ВНИИМ  
им. Д. И. Менделеева  
г. Ленинград

(Поступило 15.9.1978)

ფინიკური პინია

თ. სიხარულიძე, ო. დარასხელიძე, მ. იუსტოვა, კ. ალექსანია

ღვინოპროდუქტების ფეროკონების განსაზღვრა XYZ სისტემაში  
ფერთა ატლასის მეშვეობით

რეზიუმე

პირველად ფერთა ატლასის (AII-1000) მეშვეობით ღვინის ნიმუშებში განისაზღვრა ფერის კოორდინატები  $\bar{X}$ ,  $\bar{Y}$ ,  $\bar{Z}$ . დადგინდა ფეროვნება  $X$ ,  $Y$ ; ღვინის ნიმუშების ფერის ხარისხი დახასიათდა განზომილებით  $\lambda_{\text{min}}$  (ფერის ტონი),  $P_e\%$  (ფერის სიწმინდე, გამჭვირვალობა),  $Y\%$  (გამტარებლობის კოეფიციენტი) — სიკაქაშე, ლაზლაპი.

შესწავლილ იქნა კოლექციის უნიკალური ღვინის 1907, 1918, 1930, 1954 წლის მოსავლის მუკუზნის (წითელი) ტიპის ნიმუშები, აგრეთვე ნახევრად ტკბილი ღვინო ოჯალეში (წითელი).

T. G. SIKHARULIDZE, O. K. DARAKHVELIDZE, E. N. YUSTOVA,  
K. A. ALEKSEEVA

DETERMINATION OF THE COLOUR OF WINE PRODUCTS IN THE  
X, Y, Z COORDINATE SYSTEM USING THE COLOUR ATLAS

Summary

The colour coordinates  $\bar{X}$ ,  $\bar{Y}$ ,  $\bar{Z}$ , have been determined for the first time in wine samples, using the colour atlas (АЦ—1000). X, Y colour was specified. Quality of colour in wine samples was characterized by the following parameters:  $\lambda_{\text{тм}}$  (tint), Pe% (clarity, limpidity), Y% transmissivity (lustre, brightness).

Samples taken from the collection of Georgian wines — Mukuzani (red, dry) and Odjaleshi (red, semisweet) of 1907, 1918, 1930, 1954 vintages— were studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Химико-технологический контроль виноделия. М., 1972.
2. З. Н. Кишковский, И. М. Скуржихин. Химия виноделия. М., 1975.
3. Г. И. Беридзе, Т. Г. Сихарулидзе. Физико-химический состав и качество коллекционных вин. Тбилиси, 1972.
4. Е. Н. Юстова и др. Изм. техника, № 7, 1972, 12.
5. Е. Н. Юстова и др. Изм. техника, № 6, 1974, 18.
6. Е. Н. Юстова и др. Изм. техника, № 8, 1966, 18.
7. Н. А. Воншвилло. ОМП, 39, № 5, 1972, 63.
8. М. М. Гуревич. Цвет и его измерение. М.—Л., 1950.



Э. Г. ЖИЖИЛАШВИЛИ

## ЗАВИСИМОСТЬ ЭЛЕКТРОКАТАЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ РЕДОКС-ЭЛЕКТРОДОВ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ РАСТВОРЕННОГО В ВИНОВАТЕРИАЛАХ КИСЛОРОДА

(Представлено академиком Г. В. Цицишвили 14.7.1978)

С целью регулирования параметров, характеризующих процессы созревания вина в крупных герметических резервуарах, требуется вести наблюдение как за концентрацией растворенного кислорода (подаваемого в вино через дозатор), так и за изменением окислительного потенциала вин. Как известно, вино является слабобуферным раствором, содержащим различные по характеру редокс-системы. В таких системах измерение окислительного потенциала с помощью применяемых в настоящее время электродов наталкивается на ряд трудностей, связанных с невоспроизводимостью результатов.

Целью настоящего исследования явились изучение электрокаталитического свойства электродов в винах, содержащих различные количества кислорода, и выявление более чувствительного к редокс-превращениям индикаторного электрода. В качестве объекта исследований было взято крепленое вино типа «портвейн», в котором предварительно растворялся очищенный кислород в количествах, соответствующих разовой дозе кислорода, подаваемого в процессе созревания вина (7—9 мг/л). В качестве контрольной редокс-системы использовался тот же вино материал, обескислороженный полностью с помощью продувания аргона. Для устранения проникновения в вино кислорода воздуха контрольная ячейка в процессе опыта периодически продувалась слабым током аргона. Эксперименты проводились при 20—60°C в термостатированных ячейках. Количество растворенного кислорода определялось полярографическим методом.

Были испытаны электроды из разных материалов: тонкослойные платиновые, типа ЭТПП-1, стеклянные типа ЭО-01, станнатные (из пленки двуокиси олова), золотые и платиновые (проволочные). Перед вмонтированием в ячейку электроды подвергались тщательной обработке. После обработки и промывки электродов проверялись их потенциалы в разбавленном растворе (0,002 М + 0,002 М) ферриферрицианидной системы. Затем электроды снова промывались и выдерживались перед опытом не менее 2—3 часов в бидистилляте.

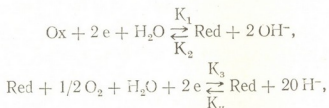
Электрокаталитическая активность приготовленных таким образом электродов в винах изучалась измерениями э. д. с. гальванического элемента, составленного из данного электрода и вспомогательного проточного хлорсеребряного электрода. В качестве измерительного прибора применялся высокоомный потенциометр постоянного тока Р-307, класса точности 0,01, в качестве нульиндикатора использовался рН-метр ЛПУ-01.

Исследование показало, что в вине, которое не содержало растворенного кислорода (контрольная ячейка), все перечисленные выше



электроды характеризовались близкими значениями потенциалов. Потенциал сохранял постоянное значение в течение всего времени измерения. Однако, когда электроды помещались в вино, предварительно насыщенное молекулярным кислородом, изменялась кинетика электрокаталитических процессов и электроды принимали разные значения стационарного потенциала, отличающиеся друг от друга более чем на 60—70 мв. Растворенный в вине молекулярный кислород электродам из разных материалов сообщал разные значения потенциалов.

На основании данных [1—3] можно предположить, что в редокс-системах вина окислительно-восстановительные процессы протекают по схеме



где Ox — окисленные и Red — восстановленные формы системы или веществ;  $K_1$  и  $K_2$  — константы скорости отщепления кислорода;  $K_3$  и  $K_{\text{II}}$  — константы скорости ионизации кислорода.

На рис. 1, 2 приведены кинетические и потенциометрические кривые, полученные в виде типа «портвейн» в присутствии растворенного кислорода (7—9 мг/л) при различных температурах. Как видно из рис. 1, при 20°C кинетическая кривая 1, показывающая изменение количества кислорода во времени, и потенциометрические кривые 2 и 3, соответствующие изменению потенциала электродов, имеют одинаковый вид. Наблюдается четкая корреляция между величинами потенциалов этих электродов и редокс-превращениями с участием кислорода в вине. Это свидетельствует о том, что количество адсорбированного на поверхности указанных электродов кислорода, определяющего величину потенциала, следует за изменением количества кислорода в объеме раствора. Характер кривых 4, 5, 6 показывает, что на массивных электродах из платины и золота, а также на стантатном электроде величина потенциала не коррелирует с содержанием кислорода в объеме раствора, что, возможно, обусловлено медленностью процесса ионизации адсорбированного на поверхности указанных электродов кислорода. Поэтому потенциал этих электродов не соответствует концентрации растворенного в вине кислорода. Следовательно, эти электроды не могут передать интенсивность окислительно-восстановительных процессов, протекающих в виноматериалах с участием кислорода. Оказалось, однако, что когда в вине концентрация кислорода уменьшается приблизительно до 1—2 мг/л, все испытываемые электроды принимают значения потенциалов, близкие по величине. Возможно, что сближение потенциалов обусловлено также достижением во времени некоторого близкого состояния поверхности разных электродов по степени окисленности.

Аналогичные результаты получены при 30°C. Однако дальнейшее повышение температуры (40—60°C) оказывает влияние на каталитическую активность всех испытываемых электродов и их стационарные потенциалы смещаются только в катодную сторону. При 60°C потенциалы всех испытываемых электродов имеют весьма близкие значения (рис. 2), и, кроме того, эти значения изменяются симбатно с количеством поглощенного вином кислорода (кривая 1 рис. 2).

Для выявления пассивации электродов продуктами гетерогенных реакций проводились серии опытов при выдерживании электродов (без повторной химической обработки) в одном и том же вине, содержащем разные количества растворенного кислорода. При этом количество кислорода менялось в пределах, допускаемых в технологии вин.

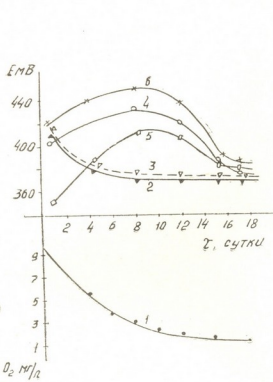


Рис. 1. Изменение потенциала различных электродов во времени в виноматериалах при 20°C: 1—растворенный  $O_2$ , мг/л; электроды: 2—ЭТПП-1, 3—ЭО-01, 4—станный, 5—Au, 6—pt

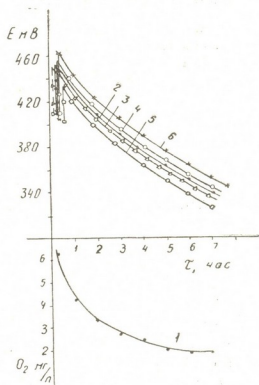


Рис. 2. Изменение потенциала различных электродов во времени в виноматериалах при 60°C: 1—растворенный  $O_2$ , мг/л; электроды: 2—ЭТПП-1, 3—ЭО-01, 4—станный, 5—Au, 6—pt

Оказалось, что за время усвоения вином кислорода в количестве 7–9 мг/л потенциалы свежеприготовленных электродов менялись согласно описанной выше картине, приведенной при 20°C. Однако, когда те же электроды после работы без предварительной обработки помещались в новую пробу вина, на золотом, массивном, платиновом и станным электродах значительно снижалась степень обратимости к окислительно-восстановительным системам вина. Отклонение значений потенциалов упомянутых электродов в повторном опыте составляло 9–22 мВ, отрицательных по знаку. Электрод из тонкослойной платины типа ЭТПП-1 давал воспроизводимые значения потенциалов при повторных опытах и без предварительной обработки.

Как видно из рис. 1, 2, стеклянные электроды ЭО-01 ведут себя аналогично тонкослойному платиновому электроду типа ЭТПП-1. Однако замечено, что после неоднократного выдерживания в разных пробах одного и того же вина потенциал стеклянного электрода типа ЭО-01, в отличие от потенциала тонкослойного платинового электрода, отклоняется от равновесных значений. Необходимо отметить, что величина отклонения не носила систематического характера.

На основании повторения описанных выше закономерностей в неоднократных сериях опытов нами сделан вывод, что тонкослойный платиновый электрод типа ЭТПП-1 (который до эксплуатации предварительно подвергался катодной поляризации), по сравнению с остальными испытанными нами электродами, обладает электрокаталитическим свойством, позволяющим измерять потенциалы окислительно-восстановительных процессов, обусловленных освоением молекулярного кислорода виноматериалов.

Научно-исследовательский институт  
 автоматизации производственных  
 процессов в промышленности

(Поступило 27.7.1978)

ფიზიკური ქიმია

ე. ჯიჟილაშვილი

ზომიერები რედოქს-ელექტროდის ელექტროკატალიზური  
 აქტივობის დამოკიდებულება ღვინომასალაში  
 გახსნილ ჟანგბადზე

რ ე ზ ი მ ე

პოტენციომეტრიული მეთოდით შესწავლილია მოპლათინირებული პლატინის (ტიპი ЭТПП-1), მინის (ტიპი ЭО-01), სტანუმის (კალის ორქანგის), მასიური პლატინის და ოქროს ელექტროკატალიზური თვისებები როგორც მოლეკულური ჟანგბადისაგან განთავისუფლებული, ისე ჟანგბადიან ღვინოებში, 20—60°C ტემპერატურის ინტერვალში.

PHYSICAL CHEMISTRY

E. G. ZHIZHILASHVILI

## CHANGE DEPENDENCE OF THE ELECTROCATALYTIC ACTIVITY OF SOME REDOX-ELECTRODES ON THE CONCENTRATION OF OXYGEN DISSOLVED IN WINE MATERIALS

Summary

Using the potentiometric method, the electrocatalytic properties of the following electrodes were studied: platinum electrode (type ЭТПП-1) glass (type ЭО-01), stannum, solid platinum and gold. The experiments were conducted in oxygen-free wines as well as in wines with oxygen in the temperature range 20°—60°C.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. С. Захарьевский. Сб. „Термодинамика растворов“. Л., 1964, 167.
2. А. И. Шлягин. Сб. „Каталитические реакции в жидкой фазе“. Алма-Ата, 1963, 185.
3. В. И. Нилов, М. М. Скурихин. Химия виноделия. М., 1967, 370.



УДК 66.097.3.094.3

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Л. П. КИКНАДЗЕ, В. Ш. БАХТАДЗЕ

АКТИВНОСТЬ И НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА  
 ПРОМОТИРОВАННОГО ПАЛЛАДИЕМ МАРГАНЦЕВОГО  
 КАТАЛИЗАТОРА ПРИ ОКИСЛЕНИИ СО

(Представлено академиком Н. А. Ландия 28.9.1978)

Ранее [1] отмечалось, что активными катализаторами для окисления СО выхлопных автомобильных газов могут быть марганцевые и марганец-медные катализаторы без носителя и на активированном носителе. Было показано, что при оптимальных условиях работы марганец-медного катализатора — объемной скорости исходной смеси 45—55 тыс. час<sup>-1</sup> и в температурном интервале 350—500°C глубина превращения СО достигает 80—98%. Некоторые образцы марганец-медных катализаторов были испытаны на стенде для дожигания выхлопных газов автотранспорта и рекомендованы для промышленного испытания.

Требования, предъявляемые в настоящее время к параметрам, определяющим пригодность катализаторов для дожигания выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания, более жесткие. В частности, катализатор должен начинать работать при возможно низких температурах (ниже 200°C) и, вместе с тем, быть достаточно термостабильным, чтобы интервал рабочих температур превышал 800°C. Повышение активности марганецсодержащих катализаторов в окислительных реакциях достигается промотированием их малыми добавками металлов платиновой группы [2]. Указывается [3], что добавка палладия приводит к увеличению стойкости марганецсодержащих катализаторов к отравляющему действию паров воды.

Некоторые физико-химические характеристики носителя ШН-2 и марганец-палладиевого катализатора

Наименование	Условия термообработки		Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /г	Прочность на раздавливание, кг/м <sup>2</sup>	Общая пористость, см <sup>3</sup> /г
	t °C	Время, час			
Носитель ШН-2	—	—	95	68	0,42
Марганец-палладиевый катализатор	—	—	57,7	70	0,29
МПК-0,05% Pd/ШН-2	600	10	47,3	—	0,37
	800	5	39,8	—	0,39
	900	10	9,67	32	0,52

Ниже рассмотрены активность и некоторые свойства промотированного палладием марганцевого катализатора на носителе из γ-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (марки ШН-2) в реакции окисления СО.

Активность образцов МПК на ШН-2 определялась на лабораторной проточной установке по ранее описанной методике [1].

Некоторые физико-химические характеристики носителя ШН-2 и палладий-марганцевого катализатора на данном носителе приведены в таблице.

Как видно из приведенных в таблице данных, удельная поверхность готового катализатора несколько меньше, чем у чистого носителя: 95 и 57,7 м<sup>2</sup>/г соответственно. После термообработки при 600 и 800°C (10 часов) удельная поверхность катализатора уменьшается до 47,3 и 39,8 м<sup>2</sup>/г.

Продолжительная термообработка при 900°C (10 часов) приводит к значительному снижению удельной поверхности, которая составляет 9,67 м<sup>2</sup>/г. При этом снижается и механическая прочность — от 70 до 32 кг/см<sup>2</sup>.

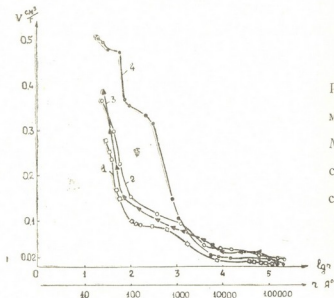
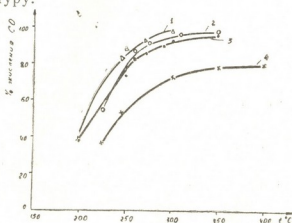


Рис. 1. Интегральные программы марганец-палладиевого катализатора МПК на носителе ШН-2 до (1) и после термообработки при 600°C, 10 часов (2), 800°C, 5 часов (3) и 900°C, 10 часов (4)

На рис. 1 приведены интегральные порограммы марганец-палладиевого катализатора после различной стадии термообработки. Как видно, порограммы катализатора до и после прогрева при 600 и 800°C почти идентичны. Причем после термообработки наблюдается некоторое увеличение общей пористости, по сравнению с исходным катализатором. Пористая структура значительно ухудшается после термообработки катализатора при 900°C. При этом исчезают мелкие и средние поры и увеличивается общая пористость. Катализатор приобретает весьма неоднородную пористую структуру.

Рис. 2. Зависимость степени превращения 1% СО от температуры на катализаторе МПК/ШН-2 до (1) и после термообработки при 600°C, 10 часов (2), 800°C, 5 часов (3) и 900°C, 10 часов (4).  $W=30$  тыс. час<sup>-1</sup>,  $V_{кат}=5$  мл, размеры гранул 4—5 мм



Уменьшение удельной поверхности и ухудшение структурной характеристики после термообработки приводят к соответствующему из-

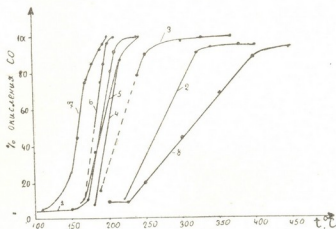


менению активности катализатора в реакции окисления CO, что видно из приведенных на рис. 2 данных.

На рис. 3 представлены данные активности марганцевого катализатора на носителе ШН-2, промотированного от 0,005 до 0,1% вес. палладия в реакции окисления CO.

Полученные данные показывают, что промотирующий эффект палладия наблюдается уже при добавке 0,005% вес. Pd к марганцевому катализатору (кривая 2). При добавке 0,015—0,05% вес. палладия этот эффект несколько выравнивается. По-видимому, необходимое количество палладия для промотирования марганцевых катализаторов находится в интервале от 0,02 до 0,05% вес. Эти результаты вполне согласуются с имеющимися в литературе данными [2].

Рис. 3. Зависимость степени превращения 1% CO от температуры на катализаторе МПК/ШН-2, промотированном различным количеством палладия: 1—Pd—0,02%, 2—MnO<sub>2</sub>+0,005% Pd, 3—MnO<sub>2</sub>+0,01 Pd, 4—MnO<sub>2</sub>+0,015% Pd, 5—MnO<sub>2</sub>+0,02% Pd, 6—MnO<sub>2</sub>+0,05% Pd, 7—MnO<sub>2</sub>+0,1% Pd, 8—MnO<sub>2</sub>+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. W=45 тыс. час<sup>-1</sup>, V<sub>кат</sub>=2 мл, размеры гранул 1,5—2 мм



Исходя из данных изменения активности и поверхностно-структурной характеристики в зависимости от температуры, следует ограничить верхний предел рабочей температуры катализатора МПК/ШН-2 в реакции окисления CO до 600°C при кратковременном ее повышении до 800°C.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт неорганической химии  
 и электрохимии

(Поступило 29.9.1978)

ქიმიური ტექნოლოგია

ლ. კიკნაძე, ვ. ბახტაძე

პალადიუმით პრომოტირებული მანგანუმისანი  
 კატალიზატორის აქტივობა და ზომიერობის თვისება  
 ნახშირჟანგის დაჟანგვის რეაქციაში

რეზიუმე

გამდინარე ტიპის ლაბორატორიულ დანადგარზე ნახშირჟანგის დაჟანგვის რეაქციაში შესწავლილია შნ-2 მარკის  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ის სარჩულზე დაფენილი პალადიუმის მცირე დანამატებით (0,05% წნ) პრომოტირებული მანგანუმისანი კატალიზატორის მპკ/შნ-2 აქტივობა აირნარევის 30 ათასი სმ<sup>-1</sup> მოცულო-

ბითი სიჩქარისა და  $210^{\circ}$ — $250^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურულ ინტერვალში. მპტ/შნ-2 კატალიზატორის საწყის ნიმუშზე მიიღწევა CO-ს 55—90%-იანი გარდაქმნა.

განსაზღვრულია შნ-2 სარჩელის და სხვადასხვა ტემპერატურაზე გადახურებული მპტ/შნ-2 კატალიზატორის სიმტკიცე, ფეროვნება და ხვედრითი ზედაპირი.

## CHEMICAL TECHNOLOGY

L. P. KIKNADZE, V. Sh. BAKHTADZE

### THE ACTIVITY AND SOME PROPERTIES OF MANGANESE CATALYST PROMOTED BY PALLADIUM IN THE REACTION OF CARBON MONOXIDE OXIDATION

#### Summary

The activity of manganese catalyst (MPC) ShN—2 promoted by addition of small amounts of palladium (0.05% of w) laid on the lining has been studied in the carbon monoxide reaction on a continuous flow type laboratory installation. At the volume velocity of gas mixture  $30.000\text{h}^{-1}$  and temperature range  $210^{\circ}$ — $250^{\circ}$  55—90% transformation of initial catalyst pattern was attained. The porosity, strength and specific surface of ShN—2 lining and different Sh.N/ShN—2 overheated catalysts have been defined.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Т. Чагунава, В. Ш. Бахтадзе. Переработка марганцевых и полиметаллических руд Грузии. Тбилиси, 1974, 101.
2. Д. В. Сокольский, Н. М. Попова. Каталитическая очистка выхлопных газов. Алма-Ата, 1970, 137.
3. M. Naybar, K. Ruchynka, K. Klier. Collect. Czechoslov. Chem. Com. 31, № 3, 1966, 556.



Г. И. НАСИДЗЕ

## ПЕРЕСЧЕТ ПИРОКСЕНОВ НА МИНАЛЫ И ВОПРОСЫ ИХ КОРРЕЛЯЦИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. М. Заридзе 14.7.1978)

Существующие методы пересчета химических составов пироксенов на миналы требуют усовершенствования [1, 2]. Ниже приводится один из вариантов пересчета пироксенов силовых тел, пирокластических пород и секущих их жил палеогеновой вулканогенной формации Боржомского района [2]. В отличие от других методов, нами принято во внимание, что в пироксенах имеют место широкие взаимные замещения ионов, причем между некоторыми минералами этой группы существует непрерывная и полная смешимость. В нашем варианте пересчета эгирин рассчитывается первым, так как он является главным минералом вулканических пород [3] — эгириновый компонент входит почти во все пироксены в том или ином количестве. Далее рассчитывается молекула Чермака; к ней отнесены оставшееся количество алюминия и расчетное количество кальция. Далее высчитывается количество геденбергитовой молекулы, исходя из суммы двухвалентного железа и марганца с соответствующим количеством кальция. Остаток последнего с равным количеством магния служил основанием для выделения диопсидовой молекулы, а оставшийся магний легко пересчитывается на клиноэнстатитовую молекулу. После пересчета получается остаток в виде молекулы  $\text{SiO}_2$ , реже  $\text{MgO}$  с водой, что, видимо, вызвано либо неточностью химического анализа, либо примесями.

Результаты пересчета приведены в табл. 1, где для миналов следованных пироксенов с помощью классового интервала вычислены основные статистические величины. Как видно из таблицы, миналы эгирина, молекулы Чермака и диопсида с омоложением пород количественно возрастают. Что касается геденбергита и клиноэнстатита, то здесь мы имеем обратную картину.

Для характеристики связей между миналами исследованных пироксенов был использован метод корреляционного анализа [4]. Полученные данные приведены в табл. 2, они в полной мере согласуются с данными табл. 1. На это указывают отрицательные связи эгирина, молекулы Чермака и диопсида с геденбергитом и клиноэнстатитом, а также положительные связи миналов внутри выделенных групп.

Известно, что на конечный состав расплава влияют различные факторы, в том числе физико-химическая обстановка — состав, температура, давление, водонасыщенность вмещающих пород и другие их свойства. Как отмечают А. С. Остроумова и др. [5], магмы, возникшие в относительно близких условиях в ходе эволюции, могут дать различные конечные продукты, состав которых зависит также от глубины залегания, скорости и механизма подъема расплава

из области его генерации на земную поверхность, условий остывания и др. Поэтому обращает на себя внимание то обстоятельство, что пироксены из разных пород характеризуются различными линиями эволюции, на что указывает закономерное изменение состава пироксенов от силовых тел к секущим пирокласты жилам.

Таблица 1  
 Основные статистические характеристики распределения миналов (%) пироксенов  
 вулканогенных образований Боржомского района

Миналы	Границы совокупности	Mo	Me	As	E
Для пироксенов секущих жил					
Эгирин	2,12—5,11	3,06	2,81	+0,25	0,62
Молекула Чермака	6,48—15,54	13,35	14,67	-1,32	2,92
Геденбергит	14,50—22,93	16,53	16,45	+0,08	1,41
Диопсид	44,11—70,10	58,58	58,85	-0,27	6,87
Клиноэнстатит	1,60—16,66	4,82	4,51	+0,31	2,82
Остаток	0,70—7,95	2,81	2,56	-0,15	1,05
Для пироксенов пирокластических пород					
Эгирин	1,73—8,98	3,61	3,52	+0,09	0,92
Молекула Чермака	6,17—25,52	9,85	9,99	-0,14	1,67
Геденбергит	10,08—30,30	16,72	16,72	0,00	2,32
Диопсид	30,24—68,54	51,00	51,00	0,00	6,29
Клиноэнстатит	4,50—26,78	13,07	13,10	-0,03	3,02
Остаток	0,00—12,03	4,05	3,76	+0,29	1,68
Для пироксенов силовых тел					
Эгирин	2,04—3,39	2,45	2,50	-0,05	0,39
Молекула Чермака	3,07—6,13	4,38	4,64	-0,26	1,08
Геденбергит	27,71—34,22	30,50	30,61	-0,11	2,12
Диопсид	20,16—36,57	28,66	28,78	-0,12	5,62
Клиноэнстатит	21,98—37,09	24,57	24,57	0,00	2,07
Остаток	1,25—5,08	3,09	3,28	-0,19	1,38

Таким образом, в пироксенах из палеогеновой вулканогенной формации Боржомского района установлено, что с омоложением пород при постоянном количестве  $MgSiO_3$  происходит увеличение содержания миналов трехвалентного железа и глинозема при относительно постоянном количестве кальцийсодержащего компонента.

Таблица 2  
 Коэффициенты корреляции между миналами пироксенов

№	Пары миналов	r	t
1	Эгирин—молекула Чермака	+0,296	2,18
2	Эгирин—геденбергит	-0,314	2,32
3	Молекула Чермака—геденбергит	-0,660	5,66
4	Молекула Чермака—диопсид	+0,144	1,04
5	Молекула Чермака—клиноэнстатит	-0,216	1,57
6	Геденбергит—диопсид	-0,624	5,23
7	Геденбергит—клиноэнстатит	+0,508	4,00
8	Диопсид—клиноэнстатит	-0,969	14,82

При кристаллизации определенную роль играет парциальное давление кислорода, определяющее степень окисленности железа в пироксенах. Из табл. 1 видно, что во время формирования силовых

თელ პარციალური წნეუნი კისლორუი ბილუ ნუვუსოკი, ო ჟემ სვიდუტულუვუტუ ნუვუსონი სოდურჯანი ვ ნიხ გედენბერგიტოვო კომპონუნი. კრომე თოგო, კოლიკუთუ ოკისოგო ჟელუზა ვ კაკოი-ტო სტუენი ივლუილუი ტაკი ინდიკატორი კოლიკუთუ ლუტუიხი ვ მაგმე [6]. ნა ზოთ ონოვანი მი დოპუსკაემ, ჟო ნაიბოლუე «სუხუმი» ბილუ რასპლავი, დავშიე პლასტოვუ ჟილუ, ა ობოგაშენი ლუტუიხი რასპლავი ობრავოვალ სეკუიხი პიროკლასტოლიტუ ჟილუ [7].

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

(Поступило 14.7.1978)

მინერალოგია

ბ. ნასიძე

პიროქსენების მინალებზე გადათვლა და მათი  
 კორელაციის საკითხები

რეზიუმე

მოცემულია ბორჯომის რაიონის პალეოგენური ვულკანოგენური ფორმაციის ქანებში შემავალი პიროქსენების შემადგენელ ნაწილებად გადათვლის ერთ-ერთი ვარიანტი და ამ გადათვლის შედეგები. სტატისტიკური მეთოდის დახმარებით გამოთვლილია მინალებს შორის კორელაციის კოეფიციენტები. დადგინდა, რომ ქანების გაახალგაზრდავებასთან დაკავშირებით მათში ევირიონის, ჩერმაკის მოლეკულის და დიოპსიდის რაოდენობა იზრდება, ხოლო ჰედენბერგიტისა და კლინოენსტატიტისა მცირდება. გამოთქმულია მოსაზრება პიროქსენების წარმოშობის პირობების შესახებ.

MINERALOGY

G. I. NASIDZE

RECALCULATION OF PYROXENES ACCORDING TO  
 MINALS AND QUESTIONS OF THEIR INTERCORRELATION

Summary

One of the possible variants of recalculation of pyroxenes of Borjomi district paleogene volcanic complex into their constituent parts and the results of this recalculation are presented. According to the statistic method correlation coefficients between minals are calculated and assumptions made on the origin of the pyroxenes under study.



## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Л. Добрецов, Ю. И. Кочкин, Н. Л. Кривенко, В. А. Кутонин. Породообразующие пироксены. М., 1971.
2. Г. И. Насидзе, Р. А. Ахвледиани. Сообщения АН ГССР, 83, № 2, 1976.
3. И. Костов. Минералогия. М., 1976.
4. В. В. Магаровский. Геохимия, № 9, 1976.
5. А. С. Остроумова, И. Я. Ценгер, А. Г. Сысоев. ЗВМО, ч. CV, вып. 2, 1976.
6. Ю. Н. Кочкин, А. П. Кривенко, В. Ф. Фролова. ДАН СССР, т. 176, № 5, 1976.
7. Г. И. Насидзе. Сообщения АН ГССР, 92, № 1, 1978.

Н. С. ВАРДЗЕЛАШВИЛИ, Ш. М. ЧХЕНКЕЛИ

## РАДИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДЗЕМНЫХ ВОД РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА ИНГУРИГЭС (Западная Грузия)

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. М. Буачидзе 25.9.1978)

Подземные воды в результате взаимодействия с горными породами, в которых они циркулируют, обогащаясь радиоактивными элементами, дают богатую информацию о процессах, происходящих в верхних слоях земной коры.

С целью выявления радиоактивных показателей для прогнозирования эффекта воздействия на степень сейсмичности района при наполнении водой плотины ИнгуриГЭС нами были изучены подземные воды в районе строительства.

Исследуемые воды приурочены к Мегрельскому артезианскому бассейну, представляющему собой крупную чашеобразную синклиналь, где выходят карбонатные отложения мела, обладающие хорошей пористостью и водопроницаемостью. Значительное выпадение атмосферных осадков и фильтрация речных вод создают весьма благоприятные гидрогеологические условия для образования в них мощных водоносных горизонтов.

Водоносные горизонты нижнемеловых отложений перекрыты водопорными слоями верхнемеловых и третичных отложений, чем и обуславливается напор подземных вод.

Проходя длительный путь циркуляции, подземные воды метаморфизуются и благодаря погружению на значительные глубины повышают свою температуру [1].

Нами в процессе исследования термальных и грунтовых вод, кроме химического состава, температуры и дебита, были определены концентрации радиоактивных элементов — урана-238, радия-226 и радона-222 как в воде, так и в нерастворимом осадке.

Уран-238 после соосаждения на гидроксид железа [2], отделения от мешающих элементов карбонатным переосаждением и экстрагированием диэтиловым эфиром [3] количественно определялся колориметрированием с арсеназо-III. Точность метода  $\pm 5\%$ .

Радий-226 после предварительного соосаждения сульфатом бария и растворения осадка в сильнощелочной среде в присутствии манита и трилона-Б [4] определялся эманационным методом [5]. Точность метода  $\pm 8\%$ .

Количество радона-222 измерялось на  $\alpha$ -радиометре типа РАЛ-1 [5]. Точность измерения  $\pm 3\%$ .

Как явствует из таблицы, изучаемые слабощелочные воды при одинаковом содержании урана-238 различаются как химическим составом, так и содержанием радия-226 и радона-222. Изучаемые воды, предполагая их одинаковый генезис формирования, метаморфизуются по-разному, чем и обуславливается разный химический состав, од-

нако создавшиеся гидрохимические условия одинаково влияют на выпадение урана в осадок совместно с глинистыми минералами. Эти минералы образуются при сложных физико-химических взаимодействиях твердой, жидкой и газообразной фаз в подземных бассейнах, откуда с высоким давлением и температурой выходят исследуемые термальные воды. Обогащение ураном-238 осадка глинистых минералов, видимо, обусловлено как адсорбцией, так и образованием труднорастворимых соединений четырехвалентного урана. Этому способствует и восстановительная сероводородная среда в случае зугдидского термального источника. Поэтому изучаемые воды характеризуются низким содержанием урана —  $6,5 \cdot 10^{-8}$  г/л, тогда как основное количество его —  $1,3 \cdot 10^{-6}$  г/г сконцентрировано в осадке.

Высокие радий-урановые отношения (равновесные единицы) в изучаемых водах свидетельствуют о благоприятных условиях удержания радия-226 в растворе, но последний по своим химическим свойствам также неустойчив и поэтому в карбонатной и сульфатной средах легко выпадает в осадок. В связи с этим в изучаемых термальном (с. Речхи) и грунтовом источниках основная часть радия (70—90%) сконцентрирована в осадке, тогда как в термальном источнике г. Зугдиди содержится всего 4% его. Высокая концентрация радия в воде обусловлена наличием восстановительной сероводородной среды, которая способствует удержанию радия в растворе.

Изучаемые воды отличаются по содержанию радона-222. Такое отличие, по-видимому, легко объяснить разными содержаниями радия и временем циркуляции.

В исследуемых водах с помощью отношения тяжелых радиоактивных и радиогенных изотопов — радий-радоновым методом [6] были также рассчитаны радиологические возрасты (см. таблицу).

Следует отметить, что методы оценки времени подземной циркуляции или возраста подземных вод только начинают внедряться в практику гидрогеологии. Сложность изучения воды, как весьма динамичного объекта, обусловила определенное отставание методов датирования подземных вод.

В последнее время для оценки возраста природных вод наиболее широко применяются космогенные изотопы (углеродный и гритиевый методы), а в ряде лабораторий мира ведутся работы по использованию изотопов хлора-36 и кремния-32 [6]. В настоящее время также успешно применяются радиогенные изотопы, в частности радий-радоновый метод [6—8], предложенный В. В. Чердынцевым [9] на основе теоретических соображений И. Е. Старика [10].

Как следует из таблицы, низкие величины отношения  $Rn/Ra$  (в равновесных единицах) в изучаемых водах говорят о том, что коэффициенты эманирования радона-222 и выделения радия-226 сопоставимы. Следовательно, можно рассчитать изотопный возраст, т. е. время длительности контакта подземной воды с горной породой, поставляющей в воду используемый изотоп или продукт его распада. Правда, на точность полученных результатов возраста будут влиять разные условия потерь радия и радона, но, тем не менее, это даст возможность уверенно отличать «молодые» воды от «старых», что, безусловно, представит интерес для гидрогеологов.

Полученные данные по изотопному возрасту (таблица) дают основание считать, что изучаемые термальные источники питаются из разных бассейнов, время поступления радиоэлементов составляет 100 и 200 лет. Изотопный возраст грунтовой воды дает величину возраста порядка 4 — 5 лет, что указывает на непродолжительность

времени циркуляции. Можно полагать, что в генезисе формирования последнего, кроме атмосферных осадков, принимают участие и речные воды, которые, по-видимому, со своей стороны, «удревляют» возраст изучаемой воды за счет поступления речного радия.

Радиологическая характеристика вод района строительства ИнгуриГЭС

№ п/п	Место взятия пробы	Химический состав воды	Глубина скважи- ны, м	Температура, С°	рН	Содержание радио- активных элементов в воде		
						U <sup>238</sup> . ·10 <sup>-6</sup> г/л	Ra <sup>226</sup> . ·10 <sup>-11</sup> г/л	Rn <sup>222</sup> . ·10 <sup>-10</sup> кюри/л
1	г. Зугдиди	H <sub>2</sub> SM <sub>0.77</sub> $\frac{SO_4^{*40} Cl'34 HCO_3'26}{Ca \cdot 46 Na \cdot 36}$	1220— 2644	91	8,00	6,50	5,90	12,40
2	с. Речхи	M <sub>0.34</sub> $\frac{HCO_3'60 Cl'40}{Ca \cdot 40 Na \cdot 34 Mg \cdot 26}$	3125	87	7,60	6,50	1,07	1,70
3	ЛД туннель	M <sub>0.30</sub> $\frac{HCO_3'51 SO_4^{*26} Cl'23}{Ca \cdot 44 Na \cdot 40}$	—	16	7,00	6,80	0,05	2,70

№ п/п	Содержание радиоактивных элементов в осадке			Отношение в равнове- сных единицах				Суммарное содер- жание		Возраст, годы
	U <sup>238</sup> . 10 <sup>-6</sup> г/г	Ra <sup>226</sup> . ·10 <sup>-11</sup> г/г	Rn <sup>222</sup> . ·10 <sup>-13</sup> кюри/г	в воде		в осадке		U <sup>238</sup> . 10 <sup>-6</sup> г/л	Ra <sup>226</sup> . ·10 <sup>-11</sup> г/л	
				Ra/U 10 <sup>3</sup>	Rn/U 10 <sup>4</sup>	Rn/Ra 10 <sup>2</sup>	Ra/U 10 <sup>2</sup>			
1	1,30	0,24	<5	2,20	6,00	0,20	0,05	1,40	6,20	100
2	1,00	2,40	<5	0,40	0,70	0,10	0,70	1,07	3,47	200
3	1,30	2,20	<5	2,20	1,00	7,00	0,50	1,40	2,30	4,60

Результаты исследования позволяют отметить, что изучаемые радиоактивные показатели в случае изменения физико-химических условий в горных породах после наполнения водой плотины ИнгуриГЭС дадут богатую информацию об этих изменениях. Для получения более достоверной информации об изотопном составе урана и радия в связи с низким содержанием этих элементов в изучаемых водах нужно пользоваться осаждаемыми в воде осадками, а в случае содержания сероводорода для радия — водой.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт геофизики

(Поступило 29.9.1978)

6. ვარდელაშვილი, შ. ჩხენკელი

ენგურჰესის მშენებლობის რაიონის მიწისქვეშა წყლების რადიოლოგიური დახასიათება (დასავლეთი საქართველო)

რეზიუმე

მოცემულია ენგურჰესის მშენებლობის რაიონის მიწისქვეშა წყლების რადიოლოგიური კვლევის შედეგები.

შესწავლილი რადიოაქტიური მახასიათებლები, კაშხლის წყლით ავსების შემდეგ ქანების ფიზიკურ-ქიმიური მდგომარეობის შეცვლის შემთხვევაში, მოგვცემს მდიდარ ინფორმაციას ამ ცვლილებათა შესახებ.

საკვლევ წყლებში ურანისა და რადიუმის დაბალი შემცველობის გამო, აღნიშნული ელემენტების იზოტოპური შედგენილობის შესახებ დამაჯერებელი ინფორმაციის მიღების მიზნით, უნდა ვისარგებლოთ წყალში დაღეჭილი ნალექით, ხოლო გოგირდწყალბადის შემცველობის შემთხვევაში, რადიუმისათვის — წყლით.

HYDROBIOLOGY

N. S. VARDZELASHVILI, Sh. M. CHKHENKELI

### RADIOLOGIC CHARACTERISTICS OF UNDERGROUND WATERS OF THE AREA OF THE INGURI HYDRO POWER PLANT CONSTRUCTION (WESTERN GEORGIA)

Summary

A radiologic investigation of the underground waters of the area of the Inguri hydro plant construction was carried out with the purpose of revealing the radioactive indices for forecasting the effect of the filling with water of the dam on the seismicity degree of the area.

The results obtained show that the radioactive indices will give rich information on the changes in the physico-chemical conditions of rocks after the filling of the dam with water. To obtain trustworthy information on the isotopic content of uranium and radium, in view of the small content of these elements in the waters under study, it is necessary to use sediments precipitable in water, and in the case of sulphuretted hydrogen water must be used to identify radium.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Гидрогеология СССР, т. 10. М., 1970.
2. Н. С. Вардзелашვილი, Ш. М. Чхенкელი. Раднационные исследования, т. 2. Тбилиси, 1975.
3. Н. С. Вардзелашვილი, Г. Н. Бондаренко, Э. В. Собонович. Проблемы космохимии. Киев, 1974.
4. Методы определения радиоактивных элементов в минеральном сырье. М., 1961.
5. В. И. Баранов. Радиометрия. М., 1961.
6. Природные изотопы гидросферы. М., 1975.
7. А. Е. Бабинец, В. В. Гудзенко. Сб. «Радиоизотопные методы исследований в гидрогеологии». Киев, 1975.
8. И. Ф. Вовк. Там же.
9. В. В. Чердынцев. Труды III сессии Комиссии по определению абсолютного возраста геологических формаций. М., 1955.
10. И. Е. Старик. Ядерная геохронология. М.—Л., 1961.



СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

З. А. МЕЛҚАДЗЕ, Т. Д. СИХАРУЛИДЗЕ

РАСЧЕТ МНОГОВОЛНОВЫХ ПОЛОГИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ  
 ОБОЛОЧЕК ПОКРЫТИЯ, ОСЛАБЛЕННЫХ ОЧЕНЬ МАЛЫМ  
 КРУГОВЫМ ОТВЕРСТИЕМ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 11.9.1978)

Рассмотрим трехволновое покрытие, состоящее из трех пологих цилиндрических оболочек, жестко заземленное на прямоугольный контур, под действием сосредоточенных силовых факторов. Допустим, что средняя оболочка имеет круговое отверстие.

Граничные условия, выраженные в перемещениях и соответствующие принятым условиям опирания и сопряжения краев и оболочек, проведены на рис. 1.

Рассмотрим среднюю оболочку  $b$ .

Оболочку с круговым отверстием рассчитаем путем наложения прогибов. Обозначим через  $W_p$  прогиб, вызванный нагрузкой  $P$ . На контуре отверстия приложим распределенные поперечные усилия и распределенные изгибающие моменты произвольного очертания. В данном случае они представляются в виде [1]

$$Q_k^* = \sum_{k=1}^{\infty} Q_k \sin \left( \text{karctg} \frac{y}{x} \right);$$

$$M_k^* = \sum_{k=1}^{\infty} M_k \sin \left( \text{karctg} \frac{y}{x} \right). \quad (1)$$

Прогибы, вызванные силой  $Q_k^*$  и моментом  $M_k^*$ , обозначим соответственно  $W_{Q_k^*}$  и  $W_{M_k^*}$ .

Как известно [2], расчет пологой цилиндрической оболочки сводится к интегрированию дифференциального уравнения

$$\nabla^4 \nabla^4 \Phi + \frac{12(1-\nu^2)R^2}{h^2} \frac{\partial^4 \Phi}{\partial x^4} = \frac{R^4}{D} Z; \quad (2)$$

$$W = \nabla^2 \nabla^2 \Phi, \quad \varphi = REh \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2}, \quad \nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}.$$

Общий интеграл дифференциального уравнения (2) обозначим через  $W_0$ . Прогиб оболочки для рассмотренной двусвязной области будет иметь вид

$$W = W_0 + W_p + W_{Q_k^*} + W_{M_k^*}. \quad (3)$$

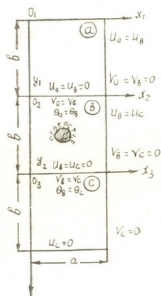


Рис. 1

Для вычисления  $W_p$  задачу представим как совокупность двух задач: 1) свободно опертая по контуру полая цилиндрическая оболочка под действием радиальных нагрузок; 2) свободно опертая по контуру полая цилиндрическая оболочка, нагруженная по краям распределенными моментами.

Граничные условия отверстия запишем следующим образом [1]:

$$\frac{\partial^3 W}{\partial r^3} + \frac{R}{r} \left[ \frac{1}{R} \frac{\partial^2 W}{\partial r^2} - \frac{(1-\nu^2)}{r^2} \frac{\partial^2 W}{\partial \theta^2} \right] + \frac{[1+R(1-\nu)]}{r^2} \frac{\partial^3 W}{\partial r \partial \theta^2} = 0,$$

$$\frac{\partial^2 W}{\partial r^2} + \frac{\nu}{r} \left( \frac{\partial W}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial^2 W}{\partial \theta^2} \right) = 0. \quad (4)$$

Краевые условия задачи 1 имеют вид

$$\text{при } x=0 \text{ и } x=a: V=W=N_1=M_1=0;$$

$$\text{при } y=0 \text{ и } y=b: U=W=N_2=M_2=0. \quad (5)$$

Запишем граничные условия в следующем виде:

$$\text{при } x=0 \text{ и } x=a: \Phi = \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} = \frac{\partial^4 \Phi}{\partial x^4} = \frac{\partial^6 \Phi}{\partial x^6} = 0;$$

$$\text{при } y=0 \text{ и } y=b: \Phi = \frac{\partial^2 \Phi}{\partial y^2} = \frac{\partial^4 \Phi}{\partial y^4} = \frac{\partial^6 \Phi}{\partial y^6} = 0. \quad (6)$$

Этим условиям удовлетворяет функция  $\Phi(x,y)$ , взятая в виде двойного тригонометрического ряда:

$$\Phi = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} A_{mn} \varphi_{mn} = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} A_{mn} \sin \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi y}{b}. \quad (7)$$

Для задачи 2 вопрос приводится к интегрированию дифференциального уравнения полой цилиндрической оболочки при граничных условиях

$$\text{когда } x=0, x=a, V=W=N_1 = \frac{\partial W}{\partial x} = 0; \quad (8)$$

$$\text{когда } y=0, y=b, U=W=N_2 = \frac{\partial W}{\partial y} = 0.$$

Чтобы удовлетворить условиям

$$\frac{\partial W}{\partial x} = 0 \text{ при } x=0; x=a; \quad (9)$$

$$\frac{\partial W}{\partial y} = 0 \text{ при } y=0; y=b$$

приложим по краям свободно опертой оболочки изгибающие моменты

$$M_1 = \sum_{k=1,3,\dots}^{\infty} F_1^{(n)} \sin \frac{n\pi y}{b}, \text{ по краю } x=0, x=a, \quad (10)$$

$$M_2 = \sum_{k=1,3,\dots}^{\infty} F_2^{(m)} \sin \frac{m\pi x}{a}, \text{ по краю } y=0, y=b.$$

При совместном действии изгибающих моментов  $M_1$  и  $M_2$  функция  $\Phi$  будет иметь вид

$$\Phi = \frac{4a^6}{\pi^2 D} \sum_{m=1,3,\dots}^{\infty} \sum_{n=1,3,\dots}^{\infty} \frac{mF_1^{(n)} + \lambda^2 n F_2^{(m)}}{(m^2 + \lambda^2 n^2)^4 + lm^4} \sin \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi y}{b}, \quad (11)$$

где

$$\lambda = \frac{b}{a}; \quad l = \frac{12(1-\nu^2)}{\pi^4} \frac{\lambda^4 b^4}{R^2 h^2}.$$

Аналогично вычисляются  $W_{Q_k^*}$  и  $W_{M_k^*}$ .

Общий интеграл  $W_0$  имеет вид [3]

$$V = e^{h_0 x} [D_n(k_0 r) + iT_n(k_0 r)] e^{i(h_0 x \pm n\varphi)} + e^{-h_0 x} [D_n(k_0 r) + iT_n(k_0 r)] e^{-i(h_0 x \pm n\varphi)};$$

$$k = \frac{[12(1-\nu^2)]^{1/4}}{2\sqrt{Rh}}, \quad \varphi = \arg z$$

$$T_\mu(X) = \left(\frac{X}{2}\right)^\mu S_\mu\left(\frac{X^2}{4}\right), \quad D_\mu(X) = \left(\frac{X}{2}\right)^\mu C_\mu\left(\frac{X^2}{4}\right).$$

$$W_0 = \frac{V + \bar{V}}{2}, \quad V = W_0 + \frac{i\sqrt{12(1-\nu^2)}}{Eh^2} \varphi.$$

Аналогично вычисляются статические факторы для смежных пологих цилиндрических оболочек  $a$  и  $c$ .

Республиканский вычислительный центр  
Главснаб СМ ГССР

(Поступило 15.9.1978)

საბუნებისმეტყველო მეცნიერება

ზ. მელაქაძე, თ. სინარულიძე

ძალიან მცირე წრიული ხვრეტით შესუსტებული მრავალტალღიანი დამრეცი ცილინდრული გარსებისაგან შედგენილი გადახურვის ანგარიში (კერძოდ, სამტალღიანი გადახურვის ანგარიში). ცალკეული გარსების საანგარიშოდ გამოყენებულია ნ. ბულიას მეთოდი.

რ ე ზ ი მ ე

განხილულია წრიული ხვრეტით შესუსტებული მრავალტალღიანი დამრეცი ცილინდრული გარსებისაგან შედგენილი გადახურვის ანგარიში (კერძოდ, სამტალღიანი გადახურვის ანგარიში). ცალკეული გარსების საანგარიშოდ გამოყენებულია ნ. ბულიას მეთოდი.

Z. A. MELKADZE, T. D. SIKHARULIDZE

CALCULATIONS OF MULTIWAVE SLOPING CYLINDRICAL SHELLS  
WEAKENED BY A VERY SMALL CIRCULAR ORIFICE

## Summary

Calculations of multiwave sloping cylindrical roof shells weakened by very small circular orifice are presented. The calculations of three-wave roofings are discussed in particular. The method of N. P. Bulia was used in calculating the separate shells.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. П. Булия. ДАН СССР, 1978, 239, № 3.
2. В. З. Власов. Общая теория оболочек, Л.—М., 1949.
3. И. Н. Векуа. Новые методы решения эллиптических уравнений. Л.—М., 1949.

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Н. П. БУЛИЯ

ОБ ОДНОЙ ЗАДАЧЕ РАСЧЕТА ИЗГИБА ОДНОСЛОЙНЫХ  
 ПОЛОГИХ ОБОЛОЧЕК ДВОЙКОЙ КРИВИЗНЫ,  
 ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ ТРАНСВЕРСАЛЬНО-ИЗОТРОПНОГО  
 МАТЕРИАЛА, ОСЛАБЛЕННЫХ ОЧЕНЬ МАЛЫМ КРУГОВЫМ  
 ОТВЕРСТИЕМ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 13.9.1978)

Рассмотрим прямоугольную в плане однослойную пологую оболочку двойкой кривизны, изготовленную из трансверсально-изотропного материала, ослабленную очень малым круговым отверстием. Допустим, что на оболочке действует сосредоточенная сила  $P$  (точка приложения силы  $P$  не расположена на контуре отверстия).

Решим задачу изгиба. Для этого рассмотрим данную пологую оболочку без отверстия (отверстие заполним пространственной поверхностью), как основную, которую назовем «фиктивной» оболочкой. На контуре отверстия «фиктивной» оболочки приложим распределенные поперечные усилия и распределенные изгибающие моменты произвольного очертания.

В данном случае их представим следующим образом [1]:

$$Q_k^* = \sum_{k=1}^{\infty} Q_k \sin \left( k \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{y}{x} \right); \quad (1)$$

$$M_k^* = \sum_{k=1}^{\infty} M_k \sin \left( k \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{y}{x} \right).$$

Граничные условия отверстия будут иметь вид [1]

$$\begin{aligned} a_{mn} \frac{\partial^2 W}{\partial r^2} - \frac{b_{mn}}{r} \frac{\partial^2 W}{\partial r \partial \theta} + \frac{b_{mn}}{r^2} \frac{\partial W}{\partial \theta} + \frac{c_{mn}}{r} \frac{\partial W}{\partial r} + \frac{d_{mn}}{r^2} \frac{\partial^2 W}{\partial \theta^2} = 0; \\ a_{mn} \frac{\partial^3 W}{\partial r^3} - \frac{(b_m - b_n)}{r} \frac{\partial^3 W}{\partial r^2 \partial \theta} + \frac{(c_m - c_n)}{r^2} \frac{\partial^2 W}{\partial r \partial \theta} - \frac{3(d_m - f_n)}{r^3} \frac{\partial W}{\partial \theta} - \\ \frac{2(l_m - d_n)}{r^3} \frac{\partial^2 W}{\partial \theta^2} + \frac{(l_m - l_n)}{r^2} \frac{\partial^3 W}{\partial r \partial \theta^2} - \frac{(l_m - l_n)}{r^2} \frac{\partial W}{\partial r} + \frac{(a_n + l_n)}{r} \frac{\partial^2 W}{\partial \theta^2} - \\ - \frac{(f_m - g_n)}{r^3} \frac{\partial^3 W}{\partial \theta^3} = 0; \end{aligned} \quad (2)$$



где

$$\begin{aligned}
 a_{mn} &= D_{11} \cos^2 \theta + D_{12} \sin^2 \theta + D_{16} \sin 2 \theta; \\
 b_{mn} &= D_{11} \sin 2 \theta - D_{12} \sin 2 \theta - 2 D_{16} \cos 2 \theta; \\
 c_{mn} &= D_{11} \sin^2 \theta + D_{12} \cos^2 \theta - D_{16} \sin 2 \theta; \\
 d_{mn} &= D_{11} \sin^2 \theta + D_{12} \cos^2 \theta - r D_{16} \sin 2 \theta; \\
 a_m &= (D_{11} \cos^3 \theta + D_{26} \sin^3 \theta) + 3 D_{16} \cos^2 \theta \sin \theta + (D_{12} + 2 D_{66}) \sin^2 \theta \cos \theta; \\
 b_m &= D_{11} (\sin 2 \theta \cos \theta + \cos^2 \theta \sin \theta) - D_{26} (\sin 2 \theta \sin \theta + \sin^2 \theta \cos \theta) + \\
 &\quad + 3 D_{16} (\sin 2 \theta \sin \theta - \cos^3 \theta) - (D_{12} + 2 D_{66}) \sin 2 \theta \cos \theta - \sin^3 \theta; \\
 c_m &= D_{11} (2 \sin 2 \theta \cos \theta + 2 \cos 2 \theta \sin \theta - \sin^3 \theta) - D_{26} (2 \sin 2 \theta \sin \theta - \\
 &\quad - 2 \cos 2 \theta \cos \theta - \cos^3 \theta) + 3 D_{16} (2 \sin 2 \theta \sin \theta - 2 \cos 2 \theta \cos \theta + \sin^2 \theta \cos \theta) - \\
 &\quad - (D_{12} + 2 D_{66}) (2 \sin 2 \theta \cos \theta + 2 \cos 2 \theta \sin \theta + \cos^2 \theta \sin \theta); \\
 d_m &= D_{11} (\sin 2 \theta \cos \theta + \cos 2 \theta \sin \theta) - D_{26} (\sin 2 \theta \sin \theta - \cos 2 \theta \cos \theta) + \\
 &\quad + 3 D_{16} (\sin 2 \theta \sin \theta - \cos 2 \theta \cos \theta) - (D_{12} + 2 D_{66}) (\sin^2 \theta \cos \theta + \cos 2 \theta \sin \theta); \\
 e_m &= D_{11} (\sin^2 \theta \cos \theta + \sin 2 \theta \sin \theta) + D_{26} (\cos^3 \theta \sin \theta + \sin 2 \theta \cos \theta) + \\
 &\quad + 3 D_{16} (\sin^3 \theta - \sin 2 \theta \cos \theta) + (D_{12} + 2 D_{66}) (\cos^3 \theta - \sin 2 \theta \sin \theta); \\
 f_m &= (D_{11} \sin 2 \theta \sin \theta - D_{26} \cos^3 \theta) - 3 D_{16} \sin^2 \theta \cos \theta - (D_{12} + 2 D_{66}) \cos^2 \theta \sin \theta; \\
 a_n &= D_{26} \sin 2 \theta - D_{16} \sin 2 \theta + 2 D_{66} \cos 2 \theta; \\
 b_n &= D_{16} \cos^2 \theta + D_{26} \sin^2 \theta + D_{66} \sin 2 \theta; \\
 c_n &= D_{16} (\sin^2 \theta + 2 \cos 2 \theta) + D_{26} (\cos^2 \theta - 2 \cos 2 \theta) + 3 D_{66} \sin 2 \theta; \\
 d_n &= D_{16} \sin 2 \theta - D_{26} \sin 2 \theta - (r + 1) D_{66} \cos 2 \theta; \\
 e_n &= D_{16} \sin 2 \theta - D_{26} \sin 2 \theta - 2 D_{66} \cos 2 \theta; \\
 f_n &= D_{16} \cos 2 \theta - D_{26} \cos 2 \theta + 2 D_{66} \sin 2 \theta; \\
 g_n &= D_{16} \sin^2 \theta + D_{26} \cos^2 \theta - r D_{66} \sin 2 \theta.
 \end{aligned}$$

Так как оболочка изготовлена из трансверсально-изотропного материала так, что в каждой точке оболочки главные направления упругости совпадают с направлениями линии, то поэтому

$$B_{16} = B_{26} = 0; C_{16} = C_{26} = 0; D_{16} = D_{26} = 0;$$

$$E_x = E'; E_y = E; G_{xy} = G'; \nu_{xy} = \nu'; \nu_{xy} = \frac{E}{E'} \nu'; \quad (4)$$

$E_x, E_y, E_z$ —модули Юнга соответственно по направлениям  $x, y, z$ ;  $G_{yz}, G_{zx}, G_{xy}$ —модули сдвига, характеризующие изменения углов между главными направлениями  $y$  и  $x, x$  и  $z, x$  и  $y$ ;  $\nu_{xy}, \nu_{yx}, \nu_{xz}, \nu_{yz}, \nu_{zy}$ —коэффициенты Пуассона, характеризующие сокращение (расширение) при растяжении (сжатии) в направлении координатных линий;  $E$ —модуль Юнга для направления в плоскости изотропии;  $E'$ —модуль Юнга для направлений, перпендикулярных плоскости изотропии;  $\nu'$ —коэффициент Пуассона, характеризующий сокра-

щение в плоскости изотропии при растяжении, перпендикулярном к этой плоскости,  $G'$ —модуль сдвига для плоскостей нормальных плоскости изотропии.

Как известно [2], расчет пологих оболочек сводится к интегрированию следующих дифференциальных уравнений:

$$D_1 \frac{\partial^4 W}{\partial x^4} + D_2 \frac{\partial^4 W}{\partial x^2 \partial y^2} + D_3 \frac{\partial^4 W}{\partial y^4} + k_2 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + k_1 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} Z = 0; \quad (5)$$

$$C_1 \frac{\partial^4 \varphi}{\partial x^4} + C_2 \frac{\partial^4 \varphi}{\partial x^2 \partial y^2} + C_3 \frac{\partial^4 \varphi}{\partial y^4} - k_2 \frac{\partial^2 W}{\partial x^2} - k_1 \frac{\partial^2 W}{\partial y^2} = 0,$$

где

$$D_1 = D_{11}; \quad D_2 = 2(D_{12} + 2D_{66}); \quad D_3 = D_{22}$$

$$C_1 = \frac{C_{11}}{C_{11}C_{22} - C_{12}^2}; \quad C_2 = \frac{C_{11}C_{22} - C_{12}^2 - C_{12}C_{66}}{C_{66}C_{11}C_{22} - C_{12}^2C_{66}}; \quad C_3 = \frac{C_{22}}{C_{11}C_{22} - C_{12}^2}; \quad (6)$$

$$C_{11} = \frac{E_x h}{1 - \nu_{xy} \nu_{yx}}; \quad C_{22} = \frac{E_y h}{1 - \nu_{yx} \nu_{xy}}; \quad C_{66} = G_{xy} h;$$

$$C_{12} = \frac{\nu_{xy} E_x h}{1 - \nu_{yx} \nu_{xy}}; \quad D_{11} = \frac{E_x h^3}{12(1 - \nu_{xy} \nu_{yx})}; \quad D_{22} = \frac{E_y h^3}{12(1 - \nu_{yx} \nu_{xy})};$$

$$D_{12} = \frac{\nu_{xy} E_x h^3}{12(1 - \nu_{xy} \nu_{yx})}; \quad D_{66} = G_x \frac{h^3}{12}; \quad k_1 = \frac{1}{R_1}; \quad k_2 = \frac{1}{R_2}.$$

Рассмотрим оболочку с круговым отверстием путем наложения прогибов. Обозначим через  $W_{p*}$  прогиб, вызванный  $P$ ; прогибы, вызванные силой  $Q_k^*$  и моментом  $C_k^*$ , обозначим соответственно через  $W_{Q_k^*}$  и  $W_{M_k^*}$ . Общий интеграл дифференциальных уравнений (5) обозначим через  $W_0$ . Прогиб оболочки будет иметь вид

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

Частные интегралы дифференциальных уравнений (7) вычисляются аналогично [3], а общий интеграл — аналогично [4].

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 15.9.1978)

სამშენებლო მეცნიერება

#### 6. ბულია

წერილი ხვრებით შესუსტებული, ერთფენიანი,  
ტრანსვერსალურ-იზოტროპული ორმაგი სიმრუდის მქონე  
ღამრეცი გარსის ლუნვის ერთი ამოცანის ანბარის შესახებ

რეზიუმე

განხილულია წრიული ხვრეტით შესუსტებული, ერთფენიანი, ტრანსვერსალურ-იზოტროპული ორმაგი სიმრუდის მქონე ღამრეცი გარსის ლუნვის ამოცანა. გარსის ჩაღუნვა წარმოდგენილია ჩაღუნვათა სუპერპოზიციის მე-  
თოდით.

N. P. BULIA

ON ONE PROBLEM OF CALCULATING THE BENDING OF  
SINGLE-PLY DOUBLE-CURVE SLOPING SHELLS OF TRANSVERSAL-  
ISOTROPIC MATERIAL WEAKENED BY A VERY SMALL  
CIRCULAR ORIFICE

## Summary

The problem of calculation of the bending of single-ply double-curve sloping shells prepared from transversal-isotropic material and having a very small circular orifice is discussed in the paper. The sag of shell is presented by the method of superposition.

## ՆՈՇՈՂԱԾՁՁՆԵՐ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. П. Булия. Сообщения АН ГССР, 89, № 2, 1978.
2. С. А. Амбарцумян. Теория анизотропных оболочек. М., 1961.
3. Н. П. Булия. Сообщения АН ГССР, 87, № 3, 1977.
4. Н. П. Булия. ДАН СССР, 242, № 4, 1978.

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Г. Г. МСХИЛАДЗЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА КОНЦЕНТРАЦИИ  
НАПРЯЖЕНИЙ В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТАХ,  
ОСЛАБЛЕННЫХ КРУГОВЫМИ ОТВЕРСТИЯМИ,  
РАБОТАЮЩИХ НА ОСЕВОЕ УСИЛИЕ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 14.9.1978)

В изделиях, ослабленных отверстиями, как известно, около последних возникают местные максимальные напряжения, определению величин которых посвящается предлагаемая работа.

Как показано в теории упругости, на величину напряжений влияет соотношение ширины листа на диаметр отверстия. Например, если соотношение ширины листа на диаметр отверстия в 5 раз больше и интенсивность растягивающей силы есть  $P$ , то значение тангенциального нормального напряжения на контуре отверстия  $\sigma_\theta = 3P$ . В том же случае по элементарным расчетам сопротивления материалов получается, что  $\sigma_\theta = 1,25P$ , т. е. коэффициент концентрации напряжений

$$K = \frac{3,0P}{1,25P} = 2,4 \text{ есть теоретический коэффициент концентраций.}$$

Вообще определение напряжений в конструкциях, ослабленных отверстиями, требует решения задачи для многосвязных областей с применением теории упругости. Решение этой задачи и доведение ее до расчетного вида представляет математическую сложность. Но если границы областей представляют простые контуры кругов, то задача значительно упрощается.

Для решения поставленной задачи применяем метод акад. Н. И. Мухелишвили с использованием функций комплексного переменного [1].

Для круга имеем граничное условие

$$\varphi(z) + z\varphi'(z) + \psi(z) = ib \int_0^\theta (P_{xn} + iP_{yn}) d\theta, \quad (1)$$

где  $P_{xn}$  и  $P_{yn}$  — составляющие силы главного вектора на оси  $x$  и  $y$ .

Радиальную нагрузку, действующую на круг, представим в виде

$$P(\theta) = P_0 + P_2 \cos 2\theta + q_2 \sin 2\theta. \quad (2)$$

Тогда тангенциальная нагрузка есть

$$t(\theta) = t_0 + t_2 \cos 2\theta + \tau_2 \sin 2\theta. \quad (3)$$

Составляющие силы главного вектора представляются

$$P_{xn} = (P_2 \cos 2\theta + q_2 \sin 2\theta) \cos \theta, \quad P_{yn} = (P_2 \cos 2\theta + q_2 \sin 2\theta) \sin \theta. \quad (4)$$

Н. И. Мухелишвили правую сторону уравнения (1) представляется в виде [1]:

$$ib \int_0^{\theta} (P_{x_n} + iP_{y_n}) d\theta = \sum_{-\infty}^{\infty} A_n e^{n i \theta}, \quad (5)$$

$$\varphi(z) = \sum_1^{\infty} a_n r^n e^{n i \theta}, \quad \psi(z) = \sum_0^{\infty} b_n r^n e^{i n \theta}. \quad (6)$$

Если внесем эти значения в граничные условия (1), то получим с помощью известных нам  $b$ ,  $P_2$  и  $q_2$  выражения коэффициентов  $a_n$  и  $b_n$ . С нахождением аналитических функций  $\varphi(z)$  и  $\psi(z)$  определяем выражения напряжений. Аналогично можно выразить напряжения, когда на круговое отверстие элемента действуют радиальные и тангенциальные напряжения. Если в элементе несколько отверстий, то при определении коэффициента концентрации имеет значение шаг отверстия. Обозначим шаг через  $d_1$ . Например, если  $\frac{d}{d_1} = 0,15$ , то коэф-

фициент концентрации напряжений  $K = 2,54$ , а если  $\frac{d}{d_1} = 0,25$ , то  $K = 2,16$ .

Рассмотрим пластинку с круговым отверстием, испытывающую одностороннее растяжение.

На поверхность отверстия должны приложить нагрузки, противодействующие напряжениям  $\sigma'_r$  и  $\tau'_{r\theta}$ . До вырезания отверстий от действия растягивающих сил в произвольном сечении возникнут соответствующие напряжения. Раз должны вырезать отверстие, то до вырезки вычислим напряжения на контуре вырезаемого отверстия. Это и есть  $\sigma'_r$  и  $\tau'_{r\theta}$  напряжения. Затем вырезаем отверстие; здесь, разумеется, внешних нагрузок нет, поэтому на контур отверстия должны приложить напряжения, противодействующие  $\sigma'_r$  и  $\tau'_{r\theta}$  напряжениям;

$$\sigma'_r = -\frac{P}{2} (1 + \cos 2\theta) = -0,5P - 0,5P \cos 2\theta, \quad \tau'_{r\theta} = \frac{P}{2} \sin 2\theta. \quad (7)$$

По этим нагрузкам вычислим напряжения, которые дадут дополнительное напряженное состояние. Вот именно тут и пользуемся методами Г. В. Колосова [2] и Н. И. Мухелишвили [1]. На основе этих методов и при их использовании Г. Н. Савиным проведены большие исследования [3].

Напряженное состояние элемента разделим следующим образом: 1) напряженное состояние без отверстий; 2) напряженное состояние, получаемое от действия  $-0,5P$ , приложенного на контуре отверстия; 3) напряженное состояние, получаемое от действия  $-0,5P \cos 2\theta$ , приложенное на контуре; 4) напряженное состояние, получаемое от  $0,5P \sin \theta$ . Вычислим  $\sigma_\theta$ .

В первом случае, при отсутствии отверстий, по сопротивлению материалов напряжения по наклонным сечениям выражаются в виде

$$\sigma_x = \sigma_1 \cos^2 \theta + \sigma_2 \sin^2 \theta; \quad \sigma_y = \sigma_1 \sin^2 \theta + \sigma_2 \cos^2 \theta; \quad \tau_{xy} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \sin 2\theta. \quad (8)$$

Так как ось  $r$  совпадает с осью  $x$ , а ось  $\theta$  с  $y$ , то  $\sigma_\theta = 0$ ,  $\sigma_1 = P$  и напряжения примут вид





$$\sigma_r = \frac{P}{2} (1 + \cos 2\theta); \quad \sigma_\theta = \frac{P}{2} (1 - \cos 2\theta); \quad \tau_{r\theta} = \frac{P}{2} \sin 2\theta. \quad (9)$$

Теперь рассмотрим второй случай, когда на контуре отверстия действует  $-0,5P$ . Вычислим напряжения, для чего понадобятся формулы Ламе.

$$\sigma_r = \frac{P_1 a^2 - P_2 b^2}{a^2 - b^2} - \frac{a^2 b^2 (P_1 - P_2)}{(a^2 - b^2) r^2}; \quad (10)$$

$$\sigma_\theta = \frac{P_1 a^2 - P_2 b^2}{a^2 - b^2} + \frac{a^2 b^2 (P_1 - P_2)}{(a^2 - b^2) r^2}.$$

В нашем случае  $P_1 = 0$ ,  $a = \infty$ ,  $P_2 = -0,5P$ ,

$$\sigma_\theta = \frac{a^2 \left( P_1 - P_2 \frac{b^2}{a^2} \right)}{a^2 \left( 1 - \frac{b^2}{a^2} \right)} + \frac{a^2 b^2 (P_1 - P_2)}{a^2 \left( 1 - \frac{b^2}{a^2} \right) r^2} = -\frac{b^2 P_2}{r^2}. \quad (11)$$

Но нас интересует напряжение на контуре, когда  $r = b$

$$\sigma_\theta = -\frac{b^2}{b^2} \cdot -0,5P = 0,5P. \quad (12)$$

Рассмотрим третий случай, когда на контуре действует  $-0,5P \cos 2\theta$ . Воспользуемся формулами Н. И. Мухелишвили, где нагрузки разложены по рядам Фурье. Берем  $K=2$ .

$$\sigma_\theta = \frac{b^4}{r^4} (P_2 \cos 2\theta + q_2 \sin 2\theta). \quad (13)$$

Для нашего примера  $P_2 = -0,5P$ ;  $q_2 = 0$ ;  $r = b$  (на контуре)

$$\sigma_\theta = -0,5P \cos 2\theta. \quad (14)$$

Далее рассмотрим четвертый случай, когда действует тангенциальная нагрузка  $0,5P \sin 2\theta$ . Н. И. Мухелишвили рассматривает тангенциальную нагрузку  $t_2 \cos 2\theta + \tau_2 \sin 2\theta$  и для этого случая получает

$$\sigma_\theta = \frac{2b^4}{r^4} (t_2 \sin 2\theta - \tau_2 \cos 2\theta). \quad (15)$$

В нашем случае  $t_2 = 0$ ;  $\tau_2 = 0,5P$ ;  $r = b$  (на контуре), т. е.

$$\sigma_\theta = -2 \cdot 0,5P \cos 2\theta = -P \cos 2\theta. \quad (16)$$

Получили четыре случая распределения напряжений: 1)  $0,5(1 - \cos 2\theta) = 0,5P - 0,5P \cos 2\theta$ ; 2)  $0,5P$ ; 3)  $-0,5P \cos 2\theta$ ; 4)  $-P \cos 2\theta$ .

Просуммируем все эти четыре напряженные состояния для  $\sigma_\theta$ , получим

$$\sigma_\theta = 0,5P - 0,5P \cos 2\theta + 0,5P - 0,5P \cos 2\theta - P \cos 2\theta = P(1 - 2\cos 2\theta). \quad (17)$$

Применение методов строительной механики дает какие-то средние значения напряжений. Они значительно отличаются от тех максимальных значений напряжений, которые имеются в некоторых точках.

Для установления точной картины напряженного состояния ослабленного сечения применяем метод Н. И. Мухелишвили.

Возьмем простой пример: рассмотрим пластинку шириной  $b$ , ослабленную круговым отверстием диаметром  $d$ , на которую действует

односторонняя растягивающая сила  $P$ , и вычислим напряжения по сечению отверстия.  $\frac{b}{d} = 5$ .

1. По обыкновенным формулам сопротивления материалов имеем

$$\sigma_0 = \frac{bP}{b-d} = \frac{bP}{b-\frac{b}{5}} = \frac{5}{4}P = 1,25P.$$

2. По теории упругости же, когда  $\theta = \frac{\pi}{2}$  и  $\theta = \frac{3\pi}{2}$ ,

$$\sigma_0 = P(1 - 2 \cos 2\theta) = P(1 + 2) = 3P.$$

а если  $\theta = 0$  и  $\theta = \pi$ , то  $\sigma_0 = -P$ .

Результат предлагаемой работы заключается в том, что в элементах, ослабленных круговым отверстием и подвергающихся изгибу или другим видам деформации, напряженное состояние разделить на такие напряженные состояния, которые изучены, и их комбинациями установить коэффициент концентрации напряжений на контуре отверстия. Но какое напряженное состояние подойдет к поставленной задаче, это должно быть подобрано в каждом конкретном случае.

Грузинский политехнический институт

им. В. И. Ленина

(Поступило 15.9.1978)

საგუბინალო მემბრანა

ბ. მსხილაძე

ღერძულ ძალაზე მოკუმავი წრიული კვეთებით

შესუსტებული ლითონის ელემენტებში კავშირის კონცენტრაციის  
კოეფიციენტის განსაზღვრა

რეზიუმე

ამოცანის ამოსახსნელად გამოყენებულია გ. კოლოსოვის, ნ. მუსხელიშვილის და გ. სავინის მეთოდები კომპლექსური ცვლადი ფუნქციის გამოყენებით.

STRUCTURAL MECHANICS

G. G. MSKHILADZE

DETERMINATION OF THE REDUCED FACTOR OF STRESS  
CONCENTRATION IN METAL MEMBERS WEAKENED BY  
CIRCULAR HOLES AND EXPOSED TO AXIAL STRESS

Summary

In order to solve the title problem the methods of G. V. Kolosov, N. I. Muskhelishvili, and G. N. Savin are used in conjunction with the function of a complex variable. It is suggested that in members weakened by circular holes and subjected to bending or other types of deformation the stressed state be resolved into such stressed states that have been studied and the reduced factor of stress concentration be found through their combinations. However, the stressed state relevant to the given task should be chosen for each particular case. An example is considered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. И. Мусхелишвили. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М., 1976.
2. Г. В. Колосов. Об одном приложении теории функций комплексного переменного к плоской задаче математической теории упругости. Юрьев, 1909.
3. Г. Н. Савин. Концентрация напряжений около отверстий. М.—Л., 1951.

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Л. Г. МУХАДЗЕ

РАВНОПРОЧНОСТЬ И ЕДИНСТВЕННОСТЬ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ  
 ОЧЕРТАНИЙ ПОВЕРХНОСТЕЙ ФОРМИРУЕМЫХ ВАНТОВЫХ  
 СИСТЕМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 25.7.1978)

Пространственные висячие покрытия отрицательной гауссовой кривизны, составленные из семейства ортогонально направленных вант, принадлежат к классу мгновенно-жестких систем. Устойчивое равновесие таких систем возможно лишь при наличии в них начальных усилий [1], что обуславливает необходимость их расчета по предельному состоянию с точки зрения выключения напрягающих вант [2]. Следовательно, должно быть подобрано необходимое усилие преднапряжения, при котором в процессе эксплуатации в напрягающих вантах сохраняется определенный запас начальных усилий. Оно находится с помощью энергетического принципа, приравнивающего потенциальную энергию, накопленную в системе в процессе преднапряжения, работе внешних сил [3]. В то же время, для повышения экономичности вантовых систем целесообразно произвести выравнивание этого запаса для всего семейства напрягающих вант. Это достигается путем формирования пространственной вантовой системы с поиском ее начальной поверхности и очертания контура заданной подъемности [4]. С другой стороны, с целью лучшего использования расходуемого материала, сечения вант не назначаются, а определяются в процессе решения задачи [5].

Таким образом, указанным путем достигается формирование и расчет равнопрочных вантовых систем при заданном очертании плана покрытия  $K$  и подъемности контура  $f$ , а также модулей упругости вант  $E_1$  и  $E_2$  и их расчетных напряжений  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  (рис. 1). Метод расчета разработан для пологих вантовых систем с использованием уравнений равновесия и физико-геометрических соотношений, основанных на законе Гука.

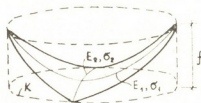


Рис. 1

Для формирования начальной геометрии пространственного висячего покрытия используется следующее уравнение:

$$\zeta_{xx} + \beta \zeta_{yy} = 0, \quad (1)$$

где  $\zeta_{xx}$  и  $\zeta_{yy}$  — нормальные кривизны поверхности  $\zeta(x, y)$ ,  $\beta = T_{20}/T_{10}$  — отношение начальных усилий в несущих и напрягающих вантах.

Это уравнение решается при дополнительных условиях для приконтурной полосы, попарно связывающих в узлах вертикальные реакции преднапряжения, приравняемые внешней нагрузке  $q_i$ :

$$\frac{\Delta \zeta_i}{\Delta S_i} = \frac{q_i}{q_{i+1}} \frac{\Delta \zeta_{i+1}}{\Delta S_{i+1}}, \quad (2)$$

где  $\Delta \zeta$  — разность аппликат в приконтурной зоне,  $\Delta S$  — длина ванты на том же участке.

Деформированная поверхность ищется из уравнения равновесия:

$$T_1 Z_{xx} + T_2 Z_{yy} = q, \quad (3)$$

где  $Z_{xx}$  и  $Z_{yy}$  — кривизны поверхности  $Z(x, y)$ ,  $T_1$  и  $T_2$  — усилия, развивающиеся в несущих и напрягающих вантах при действии внешней нагрузки.

Две формы равновесия системы связаны между собой двумя физико-геометрическими соотношениями для несущих и стягивающих вант:

$$\frac{T_0 - kT_0}{k\eta_1 T_0} L_i = \Delta L_i, \quad \frac{\beta T_0 - T_2}{\eta_2 \beta T_0} L_j = \Delta L_j, \quad (4)$$

где  $L_i$  и  $L_j$  — начальные длины вант,  $\Delta L_i$  и  $\Delta L_j$  — изменения этих длин,  $\eta_1 = E_1/\sigma_1$ ;  $\eta_2 = E_2/\sigma_2$ ,  $k = T_1/T_0$ . В случае упругой деформируемости системы исчерпание усилия преднапряжения в напрягающих вантах происходит при значении  $k=2$  [6].

Уравнений (2) и (3) недостаточно для определения всех неизвестных, поэтому вводится дополнительное условие в виде вышеупомянутого энергетического принципа, откуда находится усилие преднапряжения:

$$T_0 = \frac{2\eta_1\eta_2 \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n qh_x h_y (\zeta - Z)}{\eta_2 \sum_{i=1}^m L_i + 2\beta\eta_1 \sum_{j=1}^n L_j}. \quad (5)$$

Подставляя (5) в (4), а затем в (3), после некоторых преобразований получаем уравнение для определения деформированной поверхности:

$$4\eta_1\eta_2 Z_{xx} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n qh_x h_y (\zeta - Z) = qh_y \left( \eta_2 \sum_{i=1}^m L_i + 2\beta\eta_1 \sum_{j=1}^n L_j \right). \quad (6)$$

Как видно из (1), (2) и (6), начальная и деформированная поверхности формируемых равнопрочных вантовых систем единственны для определенного очертания нагрузки и не зависят от ее интенсивности. Они определяются при минимальном количестве задаваемых параметров: закона распределения расчетной нагрузки, механи-

ческих характеристик материала и объема, в который вписывается покрытие. Интенсивность нагрузки определяет величины усилия пред-напряжения и сечений вант. В качестве расчетной нагрузки принимается либо обычная расчетная нагрузка, либо статическая составляющая ветровой нагрузки.

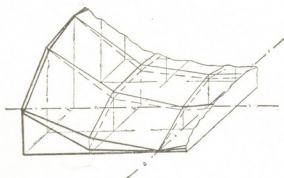


Рис. 2

При равномерно распределенной нагрузке начальная поверхность характеризуется постоянной кривизной (рис. 2 — сплошная линия). Каждая из несущих и стягивающих вант находится в одинаковых условиях работы. Поэтому в предлагаемых системах после формирования начальной геометрии дальнейший расчет сводится лишь к расчету одной ванты.

В случае неравномерной нагрузки, например, при действии ветрового отсоса, с интенсивностью, возрастающей от центра к контуру, возрастает и кривизна поверхности (рис. 2 — пунктирная линия). Ее значения в обоих направлениях приконтурной зоны больше чем в средней части, что создает благоприятные условия для работы сооружения при повышенных ветровых нагрузках.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт строительной механики  
и сейсмостойкости

(Поступило 27.7.1978)

საგანმანათლებლო მმართველობა

ლ. მუხამბე

ფორმირებადი მანქანის სისტემების თანაბარსიმბაძისა და  
და ზედაპირის გეომეტრიული მოხაზულობების ერთდერტობა

რეზიუმე

ვანტური სისტემების საწყისი და დეფორმირებადი ზედაპირებისა და კონტურის მოხაზულობა განისაზღვრება მინიმალური მონაცემების საფუძველზე, როგორცა დატვირთვისა და გადასახური გეგმის მოხაზულობები, კონტურის შემადგენელი და ვანტების მასალის მექანიკური მახასიათებლები. დატვირთვის ინ-



ტენსივობა გავლენას ახდენს მხოლოდ ვანტებში განვითარებულ ძალებზე და მათი კვეთების სიდიდეებზე, რითაც ვალწევთ თანაბარსიმტკიცეობასა და მასალის სრულად გამოყენებას. ზედაპირებისა და კონტურის მოხაზულობები კი ერთადერთია დატვირთვის ამა თუ იმ სახისათვის. დახასიათებულია თანაბრად და არათანაბრად განაწილებული დატვირთვის შესაბამისი ზედაპირები.

## STRUCTURAL MECHANICS

L. G. MUKHADZE

### EQUAL-STRENGTH AND UNIQUENESS OF THE GEOMETRIC OUTLINES OF THE SURFACES OF CABLE SYSTEMS UNDER FORMATION

#### Summary

Having the minimum number of given parameters, such as: the outline, of load and roofing plan, the contour rise and mechanical factors of the cable material, the initial and strained surfaces, together with the contour outline, are defined, which are unique for the taken load, on the intensity of which depend only the forces in the cables and their sections.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. М. Рабинович. Вопросы теории статического расчета сооружений с односторонними связями. М., 1975.
2. Рекомендации по проектированию висячих конструкций. М., 1973.
3. Л. Г. Мухадзе. Сб. «Строительная механика пространственных конструкций». Тбилиси, 1972.
4. Л. И. Кахшвили, Л. Г. Мухадзе. Сообщения АН ГССР, 76, № 3, 1974.
5. Л. Г. Мухадзе. Сб. «Пространственные конструкции зданий и сооружений», вып. 2, М., 1975.
6. Л. Г. Мухадзе. Сообщения АН ГССР, 83, № 1, 1976.



УДК 669.546.536.7

МЕТАЛЛУРГИЯ

А. З. КАНДЕЛАКИ, В. Г. РЦХИЛАДЗЕ, Д. Ш. ЦАГАРЕИШВИЛИ,  
 А. Г. ХВЕДЕЛИДЗЕ

НЕКОТОРЫЕ ТЕРМОУПРУГИЕ СВОЙСТВА ОКСИДОВ ЖЕЛЕЗА,  
 НИКЕЛЯ И КОБАЛЬТА

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 2.9.1978)

В настоящей статье сообщаются результаты экспериментального исследования теплового расширения магнетита ( $Fe_3O_4$ ), оксидов никеля (NiO) и кобальта (CoO) в интервале температур 350—1100 К; приводятся также приближенные значения некоторых термоупругих свойств указанных оксидов при 298 К.

В опытах использовались монокристаллы магнетита, оксидов никеля и кобальта, полученные методом переноса материала в электрической дуге постоянного тока [1, 2]. Линейное расширение монокристаллов исследуемых оксидов измерялось на вакуумном dilatометре с емкостным датчиком [3]. Полученные экспериментальные значения относительного удлинения ( $\Delta l/l$ %) оксидов железа, никеля и кобальта при различных температурах (Т) представлены в табл. 1. На основа-

Таблица 1  
 Экспериментальные значения относительного удлинения  $\Delta l/l$  (%) монокристаллов  $Fe_3O_4$ , NiO и CoO в интервале 350—1100 К

$Fe_3O_4$		NiO		CoO	
ТК	$\Delta l/l$ , %	ТК	$\Delta l/l$ , %	ТК	$\Delta l/l$ , %
388	0,042	353	0,028	373	0,045
483	0,124	453	0,142	413	0,090
523	0,166	513	0,257	453	0,135
573	0,208	538	0,314	493	0,180
603	0,250	573	0,371	523	0,225
638	0,292	598	0,428	563	0,270
673	0,333	638	0,485	603	0,315
703	0,375	668	0,542	633	0,360
723	0,416	698	0,599	673	0,405
753	0,458	728	0,656	708	0,450
773	0,500	763	0,713	743	0,495
798	0,542	808	0,770	773	0,540
813	0,583	853	0,827	813	0,585
833	0,625	888	0,884	838	0,630
853	0,666	928	0,941	878	0,675
893	0,708	963	0,998	913	0,720
923	0,750	998	1,055	943	0,765
943	0,795	1043	1,112	983	0,810
993	0,833	1073	1,169	1013	0,855
1023	0,875	—	—	1043	0,900
1053	0,916	—	—	1073	0,945
1093	0,958	—	—	—	—

нии данных таблицы строились графики зависимости  $\Delta l/l$  от  $T$ , проводились сглаженные кривые, с помощью которых определялись значения коэффициента линейного расширения по соотношению

$$\alpha_1 \cong \frac{l_{T_2} - l_{T_1}}{l_{T_1}(T_2 - T_1)} \cong \frac{(\Delta l/l)_{T_2} - (\Delta l/l)_{T_1}}{T_2 - T_1}, \quad (1)$$

где разность  $T_2 - T_1 = 20^\circ$ , а вычисленное по (1) значение  $\alpha_1$  соответствует средней температуре  $T_{cp} = 0,5(T_1 + T_2)$ . Так как  $Fe_3O_4$ ,  $NiO$  и  $CoO$  имеют кубическую структуру [4], то объемный коэффициент термического расширения ( $\alpha$ ) вычислялся из соотношения  $\alpha = 3\alpha_1$ . Экспериментальные кривые  $\alpha = \alpha(T)$  исследуемых оксидов даны на рис. 1, 2 и 3. Тепловое расширение  $Fe_3O_4$ ,  $NiO$  и  $CoO$  экспериментально

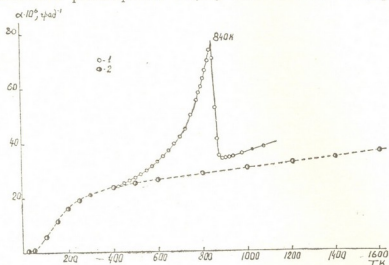


Рис. 1. Зависимость термического коэффициента объемного расширения магнетита от температуры: 1 — экспериментальные данные настоящей работы, 2 — теоретическая кривая

определялось ранее авторами работ [5, 6], результаты которых удовлетворительно согласуются с данными настоящего исследования.

С использованием уравнений, приведенных в [7—9], а также данных по грамм-атомному объему [4, 9] и грамм-атомной стандартной энтропии [10] исследуемых оксидов рассчитаны приближенные значения их некоторых термоупругих свойств при 298 К (см. табл. 2). Найдена также теоретическая функция  $\alpha = \alpha(T)$  для  $Fe_3O_4$ ,  $NiO$  и  $CoO$  от ОК до температуры плавления ( $T_{пл}$ ) (причем эти кристаллы рассматриваются как идеальные) на основании следующего квазитермодинамического уравнения [7]:

$$\alpha = \frac{3C_v}{\gamma E} \exp\left(\frac{U_T - U_0}{2C_{vm}T_m}\right), \quad (2)$$

где  $C_v$  — изохорная теплоемкость при температуре  $T$ , а  $C_{vm}$  — при  $T = T_{пл}$ ;  $(U_T - U_0)$  — приращение колебательной энергии кристалла в интервале температур  $0 - T$ ; при этом  $C_{vm}$  принималась равной 5,96 кал/г-атом·градус, а  $C_v$  и  $(U_T - U_0)$  для исследуемых окислов вы-

числялись в приближении Дебая [11] с использованием  $\Theta$ , приведенных в табл. 2. Полученные теоретические кривые  $\alpha = \alpha(T)$  представ-

Таблица 2  
Приближенные значения некоторых термоупругих свойств оксидов железа, никеля и кобальта при 298 К

Термоупругое свойство	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>		NiO	CoO
	расч.	эксп. [9]		
Характеристическая температура Дебая $\Theta$ К	642	642	706	478
Модуль сдвига G, кбар	945	914	1396	587
Адиабатический модуль объемной упругости $B_s$ , кбар	1674	1616	1699	1292
Коэффициент Пуассона $\sigma$	0,262	0,262	0,177	0,303
Модуль Юнга Y, кбар	2385	2306	3286	1530
Средняя скорость звука C, км/сек	4,736	4,659	4,845	3,568
Энергия сцепления E, ккал/моль	4306	—	1042	951
Параметр Грюнайзена $\gamma$	1,06	—	1,06	1,10
Параметр Андерсона—Грюнайзена $\delta_s$	2,12	—	2,12	2,21
$(\partial B_s / \partial P)_T$	3,18	—	3,18	3,30

лены на рис. 1, 2 и 3. Из этих рисунков видно, что теоретические кривые хорошо согласуются с экспериментальными (особенно для

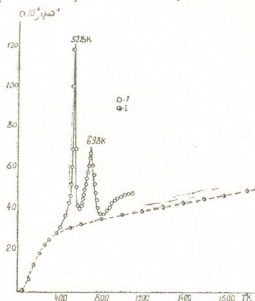


Рис. 2. Зависимость термического коэффициента объемного расширения оксида никеля от температуры: 1—экспериментальные данные настоящей работы, 2—теоретическая кривая

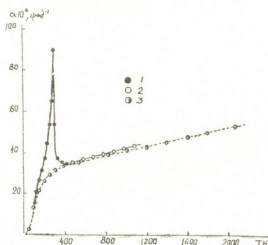


Рис. 3. Зависимость термического коэффициента объемного расширения оксида кобальта от температуры: 1—экспериментальные данные по [6], 2—экспериментальные данные настоящей работы, 3—теоретическая кривая

CoO), если представить  $\alpha$  реального кристалла как сумму  $\alpha_{\text{нор}} + \alpha_{\text{ан}}$ , где  $\alpha_{\text{нор}}$ —„нормальная“, т. е. вычисленная по уравнению (2), а  $\alpha_{\text{ан}}$ —„ано-

мальная", обусловленная фазовыми превращениями, части полного термического коэффициента объемного расширения.

Академия наук Грузинской ССР

Институт металлургии

им. 50-летия СССР

(Поступило 9.9.1978)

მეტალურგია

ა. კანდელაკი, ვ. რცხილადე, დ. ცაგარეიშვილი, ა. ხვედელიძე

რკინის, ნიკელის და კობალტის ოქსიდების

ზოგიერთი თერმოდრეკადი თვისებები

რეზიუმე

დილატომეტრიული მეთოდით გაზომილია მაგნეტიტის, ნიკელის და კობალტის ოქსიდების მონოკრისტალების თერმული გაფართოება 350—1100 K ტემპერატურულ ინტერვალში. მოცემულია აღნიშნული ოქსიდების ზოგიერთი თერმოდრეკადი თვისებების მიახლოებითი სიდიდეები 298 K ტემპერატურაზე. კვაზითერმოდინამიკური განტოლების საშუალებით გათვლილია მათი თერმული გაფართოების კოეფიციენტის მნიშვნელობები OK-დან დნობის ტემპერატურამდე.

METALLURGY

A. Z. KANDELAKI, V. G. RTSKHLADZE, D. Sh. TSAGAREISHVILI,

A. G. KHVEDELIDZE

## THE THERMOELASTIC PROPERTIES OF MAGNETITE, NICKEL AND COBALT OXIDES

### Summary

The thermal expansion of single crystals of magnetite, nickel and cobalt oxides has been measured between 350K and 1100K by the dilatometer method. The estimated values of some thermoelastic properties of  $Fe_3O_4$ , NiO and CoO are given at 298K. The coefficient of thermal expansion of the above oxides has been calculated from OK to the melting temperatures by means of the quasithermodynamic equation.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. R. Drable, A. W. Palmer. J. Appl. Phys., 37, 1966, 1778.
2. Г. Г. Гвелесиანი, В. Г. Рцхილადзе, А. З. Канделаки. Изв. АН СССР, Неорганические материалы II, № 10, 1975, 1852.
3. Г. В. Цагарейшвили. Передовой научно-технический и производственный опыт, вып. 9, тема 32, М., 1961, 8—12.
4. Физико-химические свойства окислов (справочник) Под ред. Г. В. Самсонова. М., 1969.
5. J. B. Austin. J. Am. Ceram. Soc., 35, № 10, 1952, 243.
6. M. Mark Fox. Compt., rend., 227, № 3, 1948, 193.
7. Д. Ш. Цагарейшвили. Методы расчета термических и упругих свойств кристаллических неорганических веществ. Тбилиси, 1977.
8. А. И. Лурье. Теория упругости. М., 1970.
9. О. Андерсон. В кн. «Физическая акустика», т. 3, ч. Б, Динамика решетки, М., 1968.
10. В. А. Киреев. Методы практических расчетов в термодинамике химических реакций. М., 1970.
11. P. A. Giguère, M. Boisvert. Tables des fonction thermodynamiques de Debye., L'Universite Laval Quebec, 1962.





ა. ვაშლიანი

სხვადასხვა ტექნოლოგიით მოწყობილი ტერასების  
 ეკონომიური ეფექტურობა

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. შვაცაბაიამ 15.7.1978)

წინამდებარე გამოკვლევის მიზანი იყო ტერასმოწყობის სხვადასხვა ტექნოლოგიის შედარებითი მაჩვენებლების შესწავლა. ამისათვის დამუშავდა ტერასმოწყობის ტექნოლოგიური რუკები, რომლებშიც თაშმომდევრობით განხილულია ცალკეული პროცესები — მათდამი წაყენებული აგრომომთხოვნები, ტერასების პარამეტრები, აგრეგატის შედგენილობა, სამუშაოს მოცულობა და სხვ.

აღნიშნული სამუშაოს შესრულებაში ჩვენთან ერთად მონაწილეობას იღებდა ჩვენი ინსტიტუტის ტექნიკურ-ეკონომიური კვლევის ლაბორატორია.

ტექნოლოგიური რუკები შედგენილია შემდეგი ტიპის ტერასებზე:

1. ხნულ მიკროტერასებზე, რომელიც მოწყობილია გუთან-ტერასიორით და აგრეგატირდება ტრაქტორ ტ-82კ-ზე (გამოყენებულია გუთანი პნ-3-35).

2. ხნულ ტერასებზე, რომელიც მოწყობილია გუთან-ტერასიორით და აგრეგატირდება ტრაქტორ „დტ-75მ“-ზე (გამოყენებულია გუთანი პნ-4-35 ან პლს-5-35).

3. საფეხურებიანი ტერასების მოწყობაზე 3 ტონა ძალის კლასის ტრაქტორზე (დტ-75) დააგრეგატირებული აქტიური მუშაორგანოებიანი ტერასიორით.

4. იგვევ, ტრაქტორ ტ-130-ზე დამაგრებელი პასიური მუშაორგანოებიანი ტერასიორით (ტ-3 ან ტ-4) ან უნივერსალური ბულდოზერით.

ფერდობზე ტერასმოწყობის ტექნოლოგიური პროცესის მთელი ციკლი დაყოფილია სამ ჯგუფად.

პირველ ჯგუფს მიეკუთვნება ყველა სახის სამუშაოები, რომლებიც საჭიროა ნაკვეთის მოსამზადებლად დატერასებისათვის.

მეორე ჯგუფში შევიდა სამუშაოები მხოლოდ ტერასების მოწყობაზე საჭირო ტექნოლოგიითა და შესაბამისი პარამეტრებით.

მესამე ჯგუფის სამუშაოებში შეტანილია ტერასის ვაკისის გაკულტურების სამუშაოები.

ტექნოლოგიურ რუკებში დაზუსტებულია შესაბამისი პროცესებისათვის საჭირო აგრეგატების ოპტიმალური შედგენილობა, მათი მწარმოებლობა, პროცესის შესრულებაზე გაწეული პირდაპირი დანახარჯები (მან), ასევე შრომის დანახარჯები კაც/სთ-ში.

ტექნოლოგიურ რუკებში წარმოდგენილია ტერასის ძირითადი პარამეტრები, ტერასის საერთო სიგრძე ჰექტარზე, ვაკისის განი; ბერმისა და მიწაპრილის ფერდის ფართი, ვაზის საერთო რაოდენობა დატერასებულ ფართის ერთეულზე (აღნიშნული პარამეტრები გაანგარიშებულია მშმ-ზე წინასწარ შედგენილი მეთოდის შესაბამისად). ვაზის სრული საშუალო მოსავლიანობა ერთ ძირზე განისაზღვრა რესპუბლიკის მრავალი წლის მოსავლიანობიდან საშუალო სიდიდის

მიხედვით, რომელიც ყველა ტექნოლოგიური პროცესებისათვის შეადგენს 1,4 კვ ძირზე.

კონკრეტული მონაცემების ტექნოლოგიურ რუკებში შეტანისა და სამუშაოთა გზაფარების მიხედვით შეჯამებისა და გაანალიზების შედეგად შედგენილია სხვადასხვა ტიპის ტერასების მოწყობის შედარებითი ტექნიკურ-ეკონომიური მაჩვენებლები, რომელიც მოტანილია ცხრილში.

ცხრილის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ფერდობის ტერასებად რაციონალური ათვისების შემთხვევაში ძირითადი ფულადი და შრომითი დანახარავები მოდის დასატერასებელ ფერდობის დატერასების წინ ჩატარებულ მოსამზადებელ და დატერასებულ, ფერდობის ვაკისის გაკულტურების სამუშაოებზე.

ფერდობის დატერასების ხარჯები ყველა შემთხვევაში თითქმის მინიმალურია, მაშინაც კი, როდესაც გამოყენებულია ტერასმოწყობის არასრულყოფილი, მოძველებული ტექნოლოგია.

მაგალითად ერთი ჰა ფერდობის დატერასების საერთო ხარჯები, ყველა სახეობების სამუშაოების გათვალისწინებით მოსამზადებელ სამუშაოებზე, დატერასებასა და ტერასის ვაკისის გაკულტურებაზე იცვლება 557—967 მან. ფარგლებში, აქედან დასატერასებელი ნაკვეთის მოსამზადებელ სამუშაოებზე მოდის 367—485 მან.

ტერასის ვაკისის გაკულტურებაზე ხარჯები შეადგენს 119—201 მან., ხოლო დანახარავები ერთი ჰა ფერდობის დატერასებაზე ცვალებადობს 14—281 მანეთის ფარგლებში.

ტერასმოწყობაზე შრომითი დანახარავები თითქმის ექსპლოატაციური დანახარავების მსგავსი კანონზომიერებით იცვლება.

მაგალითად, ერთა ჰა ფერდობის დატერასებისას შრომითი დანახარავების საერთო ჯამი მოსამზადებელ სამუშაოზე, დატერასებაზე და დატერასებული ტერასის ვაკისის გაკულტურებაზე 150-დან 276 კაც/სთ-მდე ცვალებადობს, აქედან მოსამზადებელ სამუშაოებზე მოდის 83—111, ტერასის ვაკისის გაკულტურებაზე 32—128, ხოლო უშუალოდ დატერასებაზე 5—74 კაც/სთ.

ცნობილია, რომ ტერასმოწყობის სამუშაოებიდან ეფექტურობის თვალსაზრისით ძირითადს წარმოადგენს ფერდობის ის სასარგებლო ფართი, რომელიც გამოყენებულია ტერასის ვაკისის სახით. რამდენადაც ეს ფართი დიდია, იმდენად ეფექტურია ფერდობის სასარგებლო ფართის გამოყენების პროცენტი.

ჩვენ შემთხვევაშიც ტერასმოწყობის სხვადასხვა ტექნოლოგიით შესრულების გამო ეს მაჩვენებელიც ურთიერთგანსხვავებულია და ცხრილში მოცემული ტექნოლოგიური პროცესების შესაბამისად 1 ჰა ფერდობისათვის შეადგენს 0,475; 0,51; 0,897 და 0,63 ჰა.

როგორც ფულადი, ისე შრომითი ხარჯები მოყვანილია ცხრილის მე-6 და მე-10 სვეტში.

საექსპლუატაციო დანახარავები შესაბამისად შეადგენს 1398, 1182, 607 და 1534 მან. 1 ჰა ტერასის ვაკისაზე.

შრომითი დანახარავები კი შესაბამისად იცვლება 520, 376, 163 და 422 კაც/სთ-ში.

ცხრილის შესაბამისად, 1 ჰა ფერდობის დატერასებისათვის ფულადი და შრომითი დანახარავების შედარებითი მონაცემებით შეგვიძლია ნათელი წარმოდგენა ვიქონით ამა თუ იმ ტექნოლოგიური პროცესის ეფექტურობაზე.

სკადამბა ტიპის ტერასების გეომორფოლოგიური მაჩვენებლები (დამრეკლებულია 0,5 მანტაშედ)

ტერასების სახეები და ფერეკატის შედგენილობა	პირდაპირი სექსპლოატაციო დანახარჯები 1 ჰა ფერდობის დატერასებაზე, მან					შრომითი დანახარჯები კაცით				სულ დანახარჯები მან/ჰა	მომცემი წლიური ფასი, მან/ჰა	სულ მოგება, მან/ჰა			
	მოსამზადებელ სამუშაოებზე	დატერასებაზე	ტერასის ეკისის გაყვანილობაზე	სულ ხარჯები		1 ჰა ფერდობზე			ს				ი	ლ	
				მან/ჰა	ფერდობზე	1 ჰა ტერასის ეკისზე	მოსამზადებელ სამუშაოებზე	ტერასირებაზე							ტერასის ეკისის გაყვანილობაზე
1. ხელი შიკრიტერასების მოწყობა ვეთან-ტერასითი თელიანი ტრაქტორი ტ-82 კ+ვეთანი 35-3-35	482	38	144	664	1398	$\frac{108}{226}$	$\frac{11}{25}$	$\frac{128}{268}$	$\frac{247^*}{520}$	**					
2. ხელი ტერასების მოწყობა ვეთან-ტერასითი 3 ტ. ძ. კლასის ტრაქტორზე დტ-75 მ+პნ-4-35	450	14	139	603	1182	$\frac{-111}{217}$	$\frac{5}{10}$	$\frac{71}{139}$	$\frac{187}{366}$	612	2706	2094			
3. საფეხურებიანი ტერასების მოწყობა აქტიური შემორგებების ტერასითი 3 ტ. ძ. კლასის ტრაქტორზე ტერასის ეკისზე შემშენის შენახვით (კომპლექსური)	367	71	119	557	607	$\frac{88}{95}$	$\frac{20}{22}$	$\frac{42}{46}$	$\frac{150}{163}$	573	3458	2901			
4. საფეხურებიანი ტერასის მოწყობა პასიური შემორგებების ტერასითი ტრაქტორი ტ-130+უნდაფრსალური ბულდოზერით დ-492 ა	485	281	201	967	1534	$\frac{109}{173}$	$\frac{74}{117}$	$\frac{83}{132}$	$\frac{266}{422}$	976	2079	1103			

შენიშვნა: \* პრიცველში მოცემულია 1 ჰა ფერდობის, ხოლო მნიშვნელში 1 ჰა ტერასის ეკისის მაჩვენებლები.

\*\* რიგთშორების სიხშირის გამო ვაზი არ ირეგება.



პირობითი წლიური ეფექტი (სრული მსხმოიარობის შემთხვევაში) 1 ჰა დატერასებული ფართობიდან, ვარიანტების შესაბამისად, შეადგენს 2706, 3453 და 2078 მანეთს (მე-12 სვეტი). მაშინ სუფთა მოგება ვარიანტების მიხედვით იქნება 2094, 2901 და 1103 მან.

ტერასმოწყობის დამუშავებული ტექნოლოგიური პრინციპებიდან ტექნიკურ-ეკონომიური და აგროტექნიკური უზრუნველყოფის თვალსაზრისით ყველაზე ეფექტურია მესამე ვარიანტი — აქტიური მუშაორგანოებიანი ტერასიორი 3 ტ. დ. კლასის ტრაქტორზე, ტერასის ვაკისზე ჰუმუსოვანი ფენის შენარჩუნებით.

საქართველოს სსრ ს/მ მექანიზაციისა და  
 ელექტროფიკაციის სამეცნიერო-კვლევითი  
 ინსტიტუტი

(შემოვიდა 15.7.1978)

МАШИНОВЕДЕНИЕ

А. П. ВАШАЛОМИДЗЕ

## ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ТЕРРАС СООРУЖЕННЫХ ПО РАЗЛИЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Резюме

Целью предыдущих исследований было изучение сравнительных показателей террас, сооруженных по различной технологии. Для этого были составлены технологические карты сооружения террас, в которых последовательно рассмотрены отдельные процессы, а также агропотребности, параметры террас, состав агрегата, объем работ и др.

MACHINE BUILDING SCIENCE

A. P. VASHALOMIDZE

## THE ECONOMIC EFFECTIVENESS OF TERRACES MADE BY USE OF DIFFERENT TECHNOLOGIES

Summary

The paper deals with the economic effectiveness of different types of terraces made by passive as well as active working members.

The technological process of terrace making falls into three main types of work, of which the first involves all kinds of work towards preparing the site for terracing, the second deals with terracing proper, and the third with the planting of the terrace platform.

Of these three types of work the first and third proved to be most labor-consuming and costly, while the costs of terracing were very small thanks to the implementation of a new technology of terrace making, with the preservation of the main humus layer on the surface of the terrace platform, at a single run of the terracer.



А. Ш. КВИНТРАДЗЕ

## ВЛИЯНИЕ УЧЕТА ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ РЯДОВ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСЧЕТОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. И. Гомелаури 17.7.1978)

При выполнении водохозяйственных (водноэнергетических) расчетов емкость регулирующего водохранилища определяется обобщенными статистическими методами, которые базируются на балансовых расчетах, выполняемых с помощью искусственных гидрологических рядов, смоделированных методом статистических испытаний (методом Монте-Карло) [1—3].

При моделировании этих рядов предполагается, что последовательность годовых величин стока является стационарной марковской цепью. Более общая модель предполагает нестационарность ряда, т. е. допускает возможность наличия тренда.

Анализ данных по 90 рекам СССР показывает, что примерно в 60% случаев условия стационарности выполняются, в 10% случаев учет периодической составляющей является обязательным, а в остальных случаях учет тренда зависит от глубины регулирования [4].

Нами был разработан итерационный метод определения оптимальной модели процесса колебаний годовых величин стока [5], который позволяет учитывать наличие периодических составляющих.

На примере исследованных рек мы постараемся показать в какой мере учет тренда отражается на результатах водохозяйственных расчетов. Сравнение полученных данных производится в виде графиков связи многолетней составляющей емкости водохранилища ( $\beta_m$ ) постоянной отдачи ( $\alpha$ ) в относительных величинах и обеспеченности отдачи  $p, \%$ .

На рис. 1 даны кривые связи  $\beta = f(\alpha, p)$  для р. Сож (у Славгорода, построенные: 1) по предлагаемому методу, который показал наличие тренда в виде суммы трех гармоник и случайной составляющей; 2) в случае отсутствия тренда. Разница между ними получилась существенной. Например, при  $p=90\%$  и  $\alpha=0,8$  потребная емкость водохранилища в 1,33 раза отличается в сторону уменьшения потребного объема ( $\beta_1=0,21, \beta_2=0,28$ ).

На рис. 2 даны такие же кривые для р. Зeya (у Зейских ворот). Например, при  $p=90\%$  и  $\alpha=0,9$  потребная емкость составила  $\beta_1=0,60$  и  $\beta_2=0,72$ , т. е. разница в 1,2 раза в сторону увеличения потребного объема. С другой стороны, при  $\alpha=0,8 \div 0,6$  кривые совпадают.

Таким образом, учет тренда в одних случаях требует снижения потребной емкости регулирования, а в других — повышения, или ту же емкость.

Нас заинтересовала проверка того, насколько полученные результаты водохозяйственных расчетов оправдываются на практике. Для



этого можно воспользоваться искусственным приемом перенесения временной точки проведения расчетов назад, т. е. считать, что определенный срок тому назад были проведены водохозяйственные расчеты

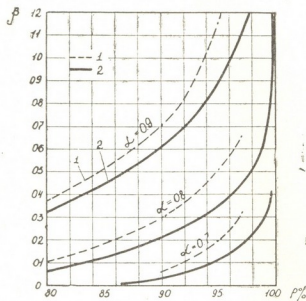


Рис. 1. Графики связи для р. Сож (г. Славгород):  
1) по таблицам Ратковича, 2) с учетом тренда

по имеющемуся к тому времени гидрологическому ряду и посмотреть, насколько эти расчеты оправдали бы себя за последующее время согласно тому продолжению ряда, которым мы располагаем на сегодняшний день.

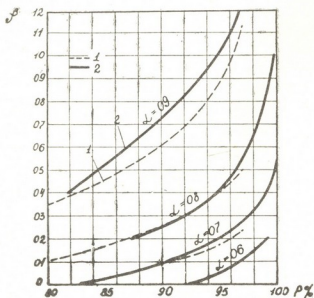


Рис. 2. Графики связи для р. Зeya (Зейские ворота):  
1) по номограмме Милославского, 2) с учетом тренда

Таким образом, брался ряд наблюдений достаточно большой длины и резался на две части. Условно предполагалось, что к моменту проведения расчетов мы располагаем только первой частью наблюдаемого ряда. По первой части делились все необходимые расчеты как по таблице Д. Я. Ратковича [3], так и по методу моделиро-

ვანია с учетом периодической составляющей. Но полученные результаты сравнивались не между собой, а с балансовыми расчетами по второй части наблюдаемого ряда, которая служила контрольной.

Период наблюдения, составляющий 156 лет, был разделен на две части. Первая длиной 78 лет была исследована по Ратковичу и по методу моделирования с учетом периодической составляющей (рис. 3). Как видно из рисунка, разница между кривыми отдачи существенна.

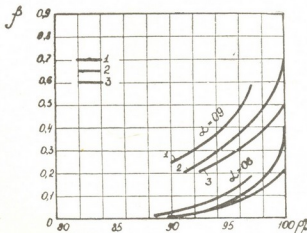


Рис. 3. Графики связи для р. Неман (г. Смалинин-кай): 1) по таблицам Ратковича, 2) с учетом тренда, 3) по наблюдаемому ряду

Таким образом, хотя метод моделирования с учетом периодической составляющей и дает расхождения с наблюдаемым рядом, тем не менее он ближе подходит к нему, чем данные таблицы [3].

Грузинский научно-исследовательский институт  
энергетики и гидротехнического  
строительства

(Поступило 20.7.1978)

ანგარიში

ა. კვინტრაძე

ჰიდროლოგიური რეგების პერიოდული მდგენელის გავლენა  
წყალსამუშროო ანგარიშების შედეგებზე

რეზიუმე

ჩატარებულია წყალსამუშროო ანგარიშების ცდა ჰიდროლოგიური რეგების ციკლორების გათვალისწინებით. ნაჩვენებია წყალსაცავის მრავალწლიური რეგულირების განგარიშების პრაქტიკული გზა და ის განსხვავება შედეგებში, რომელსაც იძლევა რეკომენდებული მოდელი დღემდე გამოყენებულ სხვა მათემატიკურ მოდელებთან შედარებით.

გვაქვს საფუძველი ვიფიქროთ, რომ ზოგ შემთხვევაში ციკლორების გათვალისწინება სპეციალური მეთოდით გვაძლევს საშუალებას თავიდან ავიცილოთ შეცდომები წყალსამუშროო ნაგებობათა დაპროექტების დროს.

A. Sh. KVINTRADZE

THE EFFECT OF CONSIDERING THE PERIODIC COMPONENT OF  
HYDROLOGICAL SERIES ON THE RESULTS OF WATER-ECONOMY  
CALCULATIONS

## Summary

The presence of quasiperiodicity and cyclicity is noted in hydrological series.

Several methods are known which tackle these problems. An original method is described in the present paper. It takes account of cyclicity in the following way: The observed series is normalized, its periodical component is isolated, estimations are made in order to determine the independence of the residual series correlation. If the process does not satisfy the given condition, it is considered to be autoregressive. If our assumption is correct, the autocorrelation of the residual series should be within the range of significance.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Г. Сванидзе. Основы расчета регулирования речного стока методом Монте-Карло. Тбилиси, 1964, 272.
2. Сб. «Водноэнергетические расчеты методом Монте-Карло». М., 1969, 218.
3. Д. Я. Раткович. Многолетние колебания речного стока. Л., 1976, 255.
4. И. В. Хомерики. Сообщения АН ГССР, 37, № 2, 1965, 395—402.
5. А. Ш. Квинtradze. Сообщения АН ГССР, 92, № 1, 1978.



Н. И. ПУЛУЗАШВИЛИ

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ ЭЛЕГАЗОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ В СЛАБОНЕОДНОРОДНЫХ ПОЛЯХ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ИМПУЛЬСОВ КОММУТАЦИОННЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. И. Гомелаури 11.9.1978)

Оборудование с элегазовой изоляцией получает все большее распространение в отечественной и зарубежной электроэнергетике. Газовая изоляция этих аппаратов подвергается воздействиям коммутационных перенапряжений. В зависимости от полярности воздействующего импульса коммутационных перенапряжений, материала, шероховатости поверхности и площади электродов электрическая прочность межэлектродного промежутка может изменяться в весьма широких пределах. Исходя из этого для выбора экономически приемлемого уровня изоляции необходимо определить влияние, которое оказывают вышеперечисленные факторы на электрическую прочность изоляционного промежутка.

Исследование электрической прочности элегазовой изоляции на макетах аппаратов натуральной величины с экономической точки зрения нецелесообразно. В лабораторных условиях могут быть исследованы отдельные характерные промежутки изоляции, и по характеристикам этих промежутков можно судить о характеристиках изоляции аппарата в целом. Статистический метод выбора изоляции для ГЭКРУ (герметизированное элегазовое комплектное распределительное устройство) основан на представлении площади электродов, находящихся под высоким потенциалом в виде последовательно соединенных ослабленных мест. Поэтому для вычисления вероятности перекрытия изоляции аппарата при том или ином значении напряженности приложенного электрического поля необходимо определить вероятность перекрытия одного из всей совокупности ослабленных мест изоляции аппарата. Для этой цели был поставлен эксперимент, в котором для коаксиальной системы электродов, площадь внутреннего электрода которой принималась за единичную, определялась вероятность перекрытия в зависимости от амплитуды приложенных импульсов коммутационных перенапряжений отрицательной полярности. Для того чтобы определить влияние материала и шероховатости поверхности, испытывались внутренние электроды из меди, дюралюминия марки Д1 и нержавеющей стали марки Х18Н9Т, поверхность которых обрабатывалась  $\sqrt{4}$ ,  $\sqrt{7}$  и специально закруглялась нанесением накатки по всей длине рабочей поверхности. Для каждого материала и класса шероховатости поверхности в диапазоне давления элегаза 0,1;-0,4 МПа выбиралось по пять фиксированных точек напряженности и на каждой точке проводились по 50 опытов с одним-единственным интервалом между опытами. Величина выбранной напря-

женности устанавливалась автоматически. На каждой точке вычислялись вероятность перекрытия  $\Psi$  и его доверительные границы надежностью 0,95 [1].

Наиболее важной задачей для координации изоляции является определение статистического закона распределения вероятности перекрытия в зависимости от напряженности приложенного электрического поля. Элементарная проверка закона распределения, которая заключалась в построении экспериментальной функции на разных вероятностных бумагах, показала, что экспериментальная функция хорошо согласуется с нормальным и экспоненциальным законами распределения. Для уточнения статистического закона распределения вероятности перекрытия статистические данные подвергались проверке с использованием критерия Пирсона  $\chi^2$  [2]. Вычисление значений  $\chi^2$  показало, что гипотеза о нормальном законе распределения вероятности перекрытия элегазовой изоляции не отвергается вероятностью 0,5–0,6, а экспоненциальный закон — вероятностью 0,2–0,3. Произведенная проверка экспериментального закона распределения вероятности перекрытия элегазовой изоляции в зависимости от напряженности приложенного электрического поля доказывает правомочность использования нормального распределения в качестве теоретического. Параметры функции нормального распределения  $F(E) - E_{50\%}/\sigma$  и  $\sigma$  определялись способом наименьших квадратов [3]. Вычислением относительного значения среднеквадратичного отклонения

$\sigma^* = \frac{\sigma}{E_{50\%}/\sigma}$  установлено, что с увеличением шероховатости поверхности электродов и давления элегаза значение  $\sigma^*$  увеличивается. Для всех исследованных классов шероховатости поверхности и материалов электродов в диапазоне давления 0,1–0,4 МПа значение  $\sigma^*$  находится в диапазоне от 3 до 6%.

На основе анализа функции распределения вероятности перекрытия уединенного ослабленного места  $F_1(E)$  можно вычислить функцию распределения вероятности перекрытия аппарата в целом  $F_m(E)$ . Анализ функции  $F_1(E)$  и  $F_m(E)$  показывает, что вероятность перекрытия изоляции аппарата в целом смещена в сторону меньших значений напряженностей относительно зависимости вероятности перекрытия уединенного ослабленного места. Полагая, что функция  $F_m(E)$  тоже подчиняется нормальному закону, можно получить соотношение между стандартами распределения  $\sigma_m$  аппарата в целом и стандартами уединенного ослабленного места  $\sigma_1$ , а также  $Z_{50\%}$  — разность между средними выдерживаемыми напряженностями уединенного ослабленного места и аппарата в целом, выраженную в долях стандарта  $\sigma_1$  [1]:

$$\frac{\sigma_m}{\sigma_1} = \frac{1}{m} \cdot 0,5^{1/m-1} \exp \left[ \frac{E_{50\%}/\sigma_m - E_{50\%}/\sigma_1}{2\sigma_1^2} \right], \quad (1)$$

$$Z_{50\%}/\sigma_1 = \frac{E_{50\%}/\sigma_1 - E_{50\%}/\sigma_m}{\sigma_1} = \sqrt{2 \ln \frac{\sigma_m}{\sigma_1} \cdot m \cdot 0,5^{1-1/m}}, \quad (2)$$

где  $m$  — число ослабленных мест;  $Z_{50\%}$  — аргумент функции  $F_m(E)$ , определяющий требуемую величину запаса 50% электрической проч-



ности аппарата в целом относительно уединенного ослабленного места и выражающийся в долях стандарта  $\sigma_1$ . Пересчет 50% электрической прочности уединенного ослабленного места на 50% электрической прочности аппарата в целом можно осуществить по формуле

$$E_{50^0/0m} = E_{50^0/01} - Z_{50^0/0} \cdot \sigma_1 \quad (3)$$

Исходя из условия надежности работы аппарата допускаем одно перекрытие в течение 100 лет с однопроцентной вероятностью, т. е. допустимое число перекрытий или допустимая вероятность перекрытия  $P=10^{-4}$ . Из таблиц функции нормального распределения [4] находим значение аргумента  $Z_p$  функции  $F_m(E)$ , при котором обеспечивается заданная надежность.

Пересчет 50% электрической прочности уединенного ослабленного места на электрическую прочность аппарата в целом с заданной вероятностью перекрытия можно осуществить по формуле

$$E_{m \cdot p} = E_{50^0/01} - (Z_{50^0/0} \sigma_1 + Z_p \sigma_m) \quad (4)$$

Пересчет данных, полученных на экспериментальной установке (площадь внутреннего электрода  $S=0,02 \text{ м}^2$ ) при различных площадях электродов, показал, что значительное влияние на величину допустимой напряженности оказывает давление элегаза. Для всех исследованных материалов и шероховатостей поверхности электродов при давлении элегаза  $P=0,1; 0,2$  и  $0,3 \text{ МПа}$  можно получить соответственно 40, 70 и 85% допустимой напряженности, полученной при давлении элегаза  $P=0,4 \text{ МПа}$ . Значительное влияние на величину допустимой напряженности оказывает шероховатость поверхности электродов. Например, на дюралюминиевых электродах с грубообработанной поверхностью при давлении элегаза  $P=0,4 \text{ МПа}$  можно получить 88%, а на электродах с шероховатостью поверхности  $\sqrt{4}$  — 94% допустимой напряженности на электродах с шероховатостью поверхности  $\sqrt{7}$ .

Материал электрода и обработка поверхности	$P$ МПа	$E_{50^0/01}$ кВ/см	$\sigma_1$ кВ/см	$E_{s \cdot p} = A(1 - B \lg S)$
Дюралюминий, грубая обработка	0,1	87,1	3,2	$E_{s \cdot p} = 74,5(1 - 0,017 \lg S)$
	0,2	143,2	6,4	$E_{s \cdot p} = 118,1(1 - 0,022 \lg S)$
	0,3	199,7	10,0	$E_{s \cdot p} = 160,4(1 - 0,025 \lg S)$
	0,4	228,7	12,6	$E_{s \cdot p} = 179,2(1 - 0,028 \lg S)$
Дюралюминий, $\sqrt{4}$	0,1	89,3	2,8	$E_{s \cdot p} = 78,2(1 - 0,015 \lg S)$
	0,2	151,4	7,0	$E_{s \cdot p} = 124,0(1 - 0,023 \lg S)$
	0,3	204,5	9,6	$E_{s \cdot p} = 166,7(1 - 0,023 \lg S)$
	0,4	245,2	13,8	$E_{s \cdot p} = 191,0(1 - 0,029 \lg S)$
Дюралюминий, $\sqrt{7}$	0,1	98,6	3,8	$E_{s \cdot p} = 84,4(1 - 0,017 \lg S)$
	0,2	157,1	6,7	$E_{s \cdot p} = 130,8(1 - 0,021 \lg S)$
	0,3	217,2	10,3	$E_{s \cdot p} = 176,8(1 - 0,024 \lg S)$
	0,4	255,3	13,4	$E_{s \cdot p} = 202,6(1 - 0,027 \lg S)$

На основе экспериментальных исследований и пересчета полученных зависимостей для электродов с различной площадью поверхности для всех исследованных материалов, шероховатостей поверхности

электродов и давлений элегаза были выведены эмпирические уравнения зависимости допустимых напряженностей при коммутационных перенапряжениях от площади электродов, находящихся под высоким потенциалом. Эти уравнения для дюралюминиевых электродов приведены в таблице, где представлены также  $E_{50/01}$  и  $\sigma_1$  для экспериментальной электродной системы.

Коэффициенту А (уравнение в таблице) соответствуют допустимые напряженности при коммутационных перенапряжениях для экспериментальной электродной системы ( $S=0,02 \text{ м}^2$ ). Коэффициент В определяет наклон зависимости  $E_{s,p} = f(1/S)$ .

Для исследованных материалов, шероховатостей поверхности электродов и давления элегаза значение коэффициента В находится в пределах от 0,015 до 0,028. Навысшие значения коэффициента В наблюдаются для дюралюминиевых электродов грубообработанной поверхности при давлении элегаза  $P=0,4 \text{ МПа}$ .

Ленинградский политехнический институт  
 им. М. И. Калинина

(Поступило 14.9.1978)

ენერგეტიკა

ბ. პულუზაშვილი

სსსრ არაერთგვაროვან ელექტრულ ველეფონი ელემენტის  
 იზოლაციის ელექტრული სიმტკიცის გამოკვლევა  
 კომუტაციური გადატვირთვის იმპულსების  
 ზემოქმედების დროს

რეზიუმე

მოცემულია ელექტრული ველის დაძაბულობის დასაშვები სიდიდის არჩევის მეთოდიკა კომუტაციური გადატვირთვის დროს. განსაზღვრულია ზედაპირის დამუშავების სისუფთავის კლასის, ელექტროდის მასალის და ელემენტის წნევის გავლენა დაძაბულობის დასაშვებ სიდიდეზე კომუტაციური გადატვირთვის დროს.

POWER ENGINEERING

N. I. PULUZASHVILI

## STUDY OF INSULATION STRENGTH OF SF<sub>6</sub> IN WEAKLY NONUNIFORM FIELDS UNDER THE INFLUENCE OF COMMUTATION OVERLOAD IMPULSES

Summary

A method is presented for changing the admissible tension of applied electric field under commutation overloads.

The dependence of the material, the treatment purity of electrode surface and SF<sub>6</sub> pressure on the admissible tension value under commutation overloads has been determined.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Н. Александров, В. Л. Иванов, В. Е. Кизиветтер. Электрическая прочность наружной высоковольтной изоляции. Л., 1969.
2. Е. С. Вентцель. Теория вероятностей. М., 1969.
3. В. Д. Пирятин. Обработка результатов экспериментальных исследований по способу наименьших квадратов. Харьков, 1962.
4. Л. Н. Большов, Н. В. Смирнов. Таблицы математической статистики. М., 1965.

Г. З. ХЕЧУАШВИЛИ

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ОХЛАЖДЕНИИ СЛОЯ ЧАЙНОГО ЛИСТА

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. И. Гомелаури 20.7.1978)

Важнейшим параметром, определение которого необходимо для проектирования системы холодильного хранения чайного листа, предназначенного для выработки байхового чая [1, 2], является продолжительность охлаждения слоя листа  $\tau$  на транспортере указанной системы (см. рис. 1).

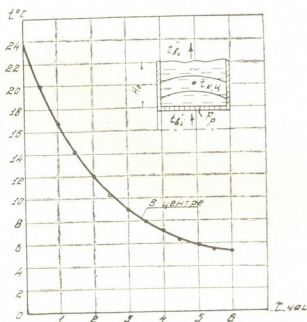


Рис. 1. График изменения температуры в центре слоя чайного листа при охлаждении

Этот параметр определяется из выражения

$$\tau = \frac{F_p \cdot \rho_n \cdot H_0}{G} \quad (1)$$

Для установления величины  $\tau$ , нами на специальной экспериментальной установке был проведен опыт, в котором  $G$  и  $\tau$  определялись путем прямого измерения.

Согласно этому эксперименту  $\tau$  оказалось равным 5,8 часа.

Кроме того, нами был проведен второй эксперимент, в котором методом Г. М. Кондратьева [3] определялся темп  $m$  нестационарного процесса охлаждения слоя зеленого листа и по полученному

значению вычислялась величина  $\tau$ . Согласно результатам этого эксперимента получилось, что  $\tau=5,24$  часа.

Представляет интерес сопоставление указанных выше значений  $\tau$ , полученных на основании результатов проведенных экспериментов, с расчетными значениями этого параметра, вычисленными по формулам

$$\tau = -\frac{l^2}{a} \left[ \left( \frac{2,3}{Bi} + 0,8 \right) \lg \frac{t_{кн} - t_0}{t_n - t_0} - 0,12 \right], \quad (2)$$

$$\tau = \frac{2,3}{2,5 a} l \left( l + 2,4 \frac{\lambda}{\alpha} \right) \lg \frac{t_n - t_0}{t_{кн} - t_0} + \frac{2,3 \cdot 0,11}{2,5 a} l^2 \frac{l + 2,4 \frac{\lambda}{\alpha}}{l + 1,3 \frac{\lambda}{\alpha}}. \quad (3)$$

Указанные формулы приведены в [4] и рекомендованы для вычисления  $\tau$  в процессах нестационарного охлаждения пищевых продуктов, и в том числе растительного сельскохозяйственного сырья, форма которого может считаться близкой к форме пластины.

Следует отметить, что указанные формулы ранее не использовались для расчета продолжительности охлаждения слоя листового сырья, в частности, слоя чайного листа.

Формула (2) включает  $Bi$ , для вычисления которого необходимо знать величину коэффициента теплоотдачи  $\alpha$ . Коэффициент теплоотдачи  $\alpha$  входит и в формулу (3). Для определения  $\alpha$  могут быть использованы некоторые результаты экспериментов, проведенных нами при выполнении данного исследования.

Поскольку среднечасовое количество тепла, воспринимаемого воздухом в процессе охлаждения слоя зеленого листа от начальной температуры, равной температуре окружающей среды, до конечной, равной температуре холодильного хранения, может быть вычислено по зависимости

$$Q_n = \frac{1}{\tau} \sum_{i=1}^{i=\tau} V_n \rho_n c_n (t''_{ni} - t'_{ni}), \quad (4)$$

то коэффициент теплоотдачи в рассматриваемом процессе можно определить из выражения

$$\alpha_n = \frac{Q_n}{F_n \cdot \frac{1}{\tau} \sum_{i=1}^{i=\tau} \left( \frac{t'_{ni} + t''_{ni}}{2} - \frac{t'_{ni} + t''_{ni}}{2} \right)}.$$

Проведенные эксперименты позволили установить, что зависимость между коэффициентом, теплоотдачи и скоростью воздуха в слое зеленого листа может быть выражена формулой

$$\alpha = 0,8 + 37 W, \quad (5)$$

где

$$W = \frac{V \cdot H_0 \cdot \rho_n}{\epsilon_{ска} \cdot 3600}. \quad (6)$$

В последней зависимости для процесса охлаждения слоя зеленого листа  $V_{ок} = 10600$  м<sup>3</sup>/тн.час, а для процесса хранения  $V_{хр} = 1850$  м<sup>3</sup>/тн.час.

Величины, вычисленные по формулам (2) и (3) с учетом значений теплофизических параметров слоя зеленого листа, входящих в эти формулы и установленных в [2], оказались соответственно равными 6,05 и 6,41 часа.

Эти результаты удовлетворительно согласуются с приведенными выше значениями  $\tau$ , определенными нами экспериментальным путем.

Сказанное свидетельствует о применимости формул (2) и (3) для расчета продолжительности процесса охлаждения слоя зеленого чайного листа.

В статье приняты следующие обозначения:  $\tau$  — продолжительность охлаждения,  $F_p$  — площадь поддерживающей решетки,  $\rho_n$  — плотность слоя чайного листа,  $h_0$  — высота слоя чайного листа,  $g$  — часовая производительность транспортера,  $l$  — половина толщины пластины,  $A$  — коэффициент температуропроводности слоя чайного листа,  $Bi$  — критерий БИО,  $\lambda$  — коэффициент теплопроводности слоя чайного листа,  $\alpha$  — коэффициент теплоотдачи,  $t_{н}$  — начальная температура слоя чайного листа,  $t_{кн}$  — конечная температура в центре слоя чайного листа,  $t_0$  — температура охлаждающей среды,  $Q_n$  — тепло, воспринимаемое воздухом,  $V_n$  — объемный расход охлаждающего воздуха,  $\rho_n$  — плотность воздуха,  $c_n$  — удельная теплоемкость воздуха,  $t'_{нi}$ ,  $t''_{нi}$  — температура воздуха до и после слоя чайного листа,  $F_2$  — суммарная площадь поверхности чайного листа,  $t'_{нi}$ ,  $t''_{нi}$  — температура поверхности чайного листа до и после процесса,  $w$  — скорость воздуха в слое листа,  $v$  — удельный расход воздуха,  $\epsilon_{снл}$  — коэффициент скажистости слоя листа.

Государственный проектный институт  
Грузипропищепром

(Поступило 28.7.1978)

თბილისი

ბ. ხაჩუაშვილი

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის  
სამეცნიერო კვლევების განყოფილებაში

რეზიუმე

ექსპერიმენტულად არის შესწავლილი ჩაის ფოთლის ფენის გაცივების პროცესი და განსაზღვრულია ფენის გაცივების პროცესის ხანგრძლივობა. ნაჩვენებია, რომ ლიტერატურიდან ცნობილი ფორმულები (2) და (3) შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ჩაის ფოთლის ფენის გაცივების პროცესის ხანგრძლივობის გამოსაანგარიშებლად.



G. Z. KHECHUASHVILI

INVESTIGATION OF HEAT TRANSFER IN THE TEA LEAF SHEET  
CHILLING PROCESS

## Summary

The sheet chilling process of tea leaves has been studied experimentally and the duration  $\tau$  of this process established. It is shown that the equation (2) and (3), known from the literature, may be used for calculating  $\tau$ .

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Гомелаури, А. И. Мухелишвили, А. Г. Хоштария, О. Ш. Везиришвили. Холодильная техника, № 3, 1975.
2. В. И. Гомелаури, А. И. Мухелишвили, А. Г. Хоштария, О. Ш. Везиришвили, Г. З. Хечуашвили. Холодильная техника, № 2, 1976.
3. Г. М. Кондратьев. Регулярный тепловой режим. М., 1954.
4. А. М. Данилов. Холодильная технология пищевых продуктов. Киев, 1974.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

М. Г. ПХОВЕЛИШВИЛИ

ЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕССОР ДИЛОС

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. К. Чичинадзе 9.9.1978)

В последнее время все большее внимание привлекают системы, предназначенные для решения задач на основе методов искусственного интеллекта. Диалоговая информационно-логическая система ДИЛОС [1] способна решать задачи моделирования искусственного интеллекта и АСУ.

Система ДИЛОС состоит из четырех процессоров: лингвистического [2], информационно-поискового [3], вычислительного [4] и логического.

Запросы от пользователей системе задаются на естественном языке (русском или английском). С помощью лингвистического процессора они преобразуются в выражении языка, являющегося входным языком для остальных процессоров.

Логический процессор (ЛП) предназначен для построения модели внешнего мира, отражающей знания о предметных областях и автоматизации процессов принятия решений. ЛП решает следующие задачи: формирование, пополнение и модификация модельной базы данных; выдача ответов на запросы, которые не могут быть удовлетворены простым информационным поиском; планирование вычислений и действий; автоматический синтез программ; редактирование и автоматическое исправление ЛИСПовских программ и т. д.

«Знания» ЛП, как и всей системы, о внешнем мире и исследуемых проблемных областях выражаются с помощью объектов модельной базы данных (МБД) [5].

ЛП представляет собой набор ЛИСПовских программ [6, 7]. Основные функции (программы) ЛП предназначены для создания новых фактов МБД (функция *ADDR*), для удаления ранее занесенных фактов (*DELR*), для поиска фактов или значения некоторых свойств (*CHECK*) и для изменения фактов (*CHANGER*).

Осуществление логического вывода происходит с помощью предварительной обработки закономерностей. Закономерности отражают статические и динамические отношения между объектами МБД. Закономерности служат для построения плана действий или плана вычислений с возможностью последующего уточнения и выполнения этого плана. У закономерностей особое значение имеют специальные свойства *PATT*, *FUN* и *BODY*. Свойство *PATT* задает образец закономерности, значением свойства *FUN* является ЛИСПовская программа, а значением свойства *BODY* является набор альтернатив. Каж-

дая альтернатива характеризуется четырьмя компонентами (каждый из которых может отсутствовать): имя, условие, следствие и действие.

ЛП может применяться в качестве вопросно-ответной системы. Занесение утверждения производится обращением

(ADDR (<условие> УТВЕРЖДЕНИЕ <следствие>))

Например, утверждение «если X мальчик, то X человек», заносится обращением

(ADDR ( (+X МАЛЬЧИК) УТВЕРЖДЕНИЕ (=X ЧЕЛОВЕК) ))

Занесение нового факта осуществляет обращение

(ADDR (<что> ЕСТЬ))

Например,

(ADDR ( (АНДРЕИ МАЛЬЧИК) ЕСТЬ))

После этого на вопрос «Андрей человек?» —

(СHECK (АНДРЕИ ЧЕЛОВЕК))

получаем положительный ответ.

Аналогично реализуются и другие дедуктивные выводы, типа: «человек и пальцы», «бензин и горючее», «обезьяна и бананы».

ЛП, работая в качестве вопросно-ответной системы, может блокировать занесение в МБД противоречивой информации.

Планировщик вычислений для решения задачи вырабатывает алгоритм ее решения, опираясь на общие знания о мире и конкретную семантику задач. Этот алгоритм представляет собой набор обращений, предназначенных для запуска на счет прикладных программных модулей, обеспечивая их исходными данными и сохраняя результаты счета в МБД. Весь аппарат запуска этих модулей реализуется использованием специальных дескрипторов, которые хранятся отдельно от модулей, как объекты МБД.

Решение задачи планирования действий заключается в следующем: на базе исходных данных, модели внешнего мира и требуемой цели построить план действий для достижения конечной цели от начального состояния. С помощью ЛП проблему планирования действий можно решить как на основе логического подхода и на основе ситуационного управления, так и на основе подхода, объединяющего положительные стороны этих двух подходов. В конкретных примерах ЛП решил задачи о переносе ящиков и о перестановке кубиков [8].

Проблема синтеза программ заключается в автоматическом построении программ по заданным описаниям-свойствам. С помощью ЛП можно решить задачи синтеза ЛИСПовских программ и функции как по заданному входу-выходу ( $x, f(x)$ ), так и по начальному и конечному состояниям базы данных.

ЛП обладает высокими интеллектуальными возможностями. Отметим одну из них — самосинтез: процесс, при котором закономерность изменяет свою форму, т. е. закономерность может расширить себя, изменять, добавлять, уничтожать свои альтернативы, или уничтожить себя.

Надо отметить, что как ЛП, так и вся система ДИЛОС является мобильной (легко переносимой). Необходимые условия для такого переноса: наличие интерпретатора с языка ЛИСП и аппарат непосредственного доступа с выносных пультов.

Система ДИЛОС функционирует на машине БЭСМ-6 [1]. Уже прошел опытную эксплуатацию КИВД (комбинация ЛП с информационно-поисковым процессором) [8] на ЕС ЭВМ 1033 на базе ЛИСП-МЭИ.

Академия наук Грузинской ССР  
 Вычислительный центр  
 им. Н. И. Мухелишвили

Академия наук СССР  
 Вычислительный центр

(Поступило 15.9.1978)

ავტომატური მართვა და ბაზოთვლითი ტექნიკა

ა. ფხოველიშვილი

დილოსის ლოგიკური პროცესორი

რეზიუმე

დილოგური ინფორმაციურ-ლოგიკური სისტემა (დილოსი) შექმნილია ხელოვნური ინტელექტის ამოცანების ამოსახსნელად.

დილოსის ლოგიკური პროცესორის საშუალებით შეიძლება შემდეგი ამოცანების ამოხსნა: მონაცემების ბაზის შეცვლა, გამოთვლების და მოქმედებების დაგეგმვა და მომხმარებელთა ისეთი მოთხოვნების დაკმაყოფილება, რომლებიც მოითხოვენ ლოგიკურ ანალიზსა და დასკვნას.

ლოგიკური პროცესორი რეალიზებულია პროგრამირების ენაზე ლისპ და იყენებს მონაცემების ბაზას, შედგენილს ლისპ-ის სიების სახით.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

M. G. PKHOVELISHVILI

DILOS LOGICAL PROCESSOR

Summary

The logical processor is one of the main processors of the DILOS. It is capable of solving the following problems: formation, replenishment and modification of the simulated data base; supply of answers to inquiries; planning of computations and actions; automatic synthesis of programmes.

The logical processor has been realized within the framework of the LISP programming language; it can function not only as a component of the DILOS but as an autonomic system as well; the processor is used in solving problems in the field of economics, design automation, construction of specialized packets of applied programmes and automatic control systems (ACS).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. М. Брябрин, М. Г. Пховелишвили, Г. В. Сенин. Матер. VI конфер. по эксплуатации вычислит. машины БЭСМ-6. Тбилиси, 1977.
2. Г. В. Сенин. Взаимодействие с базой данных на естественном языке. М., 1977.

3. М. Г. Пховелишвили, А. А. Элигулашвили. Сб. «Математическое обеспечение моделирования сложных систем», Киев, 1977.
4. В. Г. Абрамов. Сб. «Программирование на ЛИСПе», М., 1978.
5. М. Г. Пховелишвили. Сб. «Проблемы проектирования и применения дискретных систем в управлении». Минск, 1977.
6. С. С. Лавров, Г. С. Силагадзе. Входной язык и интерпретатор системы программирования на базе языка ЛИСП для машины БЭСМ-6. М., 1969.
7. В. М. Юфа. Сб. «Обработка символьной информации», вып. 4. М., 1978.
8. М. Г. Пховелишвили. Автореф. канд. дисс. М., 1978.





УДК 681.142.35

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

И. С. МИКАДЗЕ

ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНТЕРВАЛЬНОГО  
КОЭФФИЦИЕНТА ГОТОВНОСТИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. К. Чичинадзе 11.9.1978)

В настоящей статье рассматривается один из способов определения интервального и предельного коэффициента готовности сложных электронных устройств (ЭУ) со встроенным аппаратурным контролем.

Как известно [1], интервальный коэффициент готовности определяется как математическое ожидание доли времени нормального функционирования устройства в течение заданного интервала времени  $T$ , т. е.

$$K_u = E \left\{ \int_0^T g(\vec{x}(t)) dt / T \right\}, \quad (1)$$

где  $E$  — символ математического ожидания;  $\vec{x}(t)$  — случайный вектор, описывающий состояние устройства в момент времени  $t$ . В нашем случае  $\vec{x}(t)$  является одномерной переменной, принимающей всегда два значения: 1, если система работоспособна, и 0, если система находится в состоянии отказа.  $g(\vec{x}(t))$  — некоторая числовая функция вектора состояния  $\vec{x}(t)$ . Для рассматриваемого случая принято, что  $g(1) = 1$  и  $g(0) = 0$ . Предельный коэффициент готовности  $K_u$  определяется как  $\lim K_u$  при  $T \rightarrow \infty$ .

Пусть рассматриваемые ЭУ состоят из двух элементов [2]: основного и контрольного. Признаком исправности основного элемента является наличие на его выходе сигнала определенного уровня, который непрерывно проверяется контрольным элементом; отказы контрольного элемента проверяются периодически; между периодически проверками, если откажет основной элемент при исправном контрольном элементе, немедленно начинается его восстановление, и если отказу основного элемента предшествует отказ контрольного элемента, то их отказы могут быть обнаружены и устранены только при периодических проверках. Потоки отказов контрольной и основной аппаратуры подчинены закону Пуассона.

Примем следующие обозначения:  $\alpha$  — интенсивность отказов основной аппаратуры;  $\beta$  — интенсивность отказов контрольной аппаратуры;  $G_0(t)$  — функции распределения (ф. р.) времени контроля при периодических проверках;  $G_1(t)$  — ф. р. суммарного времени контроля и восстановления контрольного и основного элемента;  $G(t)$  — ф. р. времени восстановления основного элемента.

Для того чтобы найти среднее время исправной работы  $T_0$  на отрезке времени  $T$  с учетом потери времени, при периодических проверках поставим обратную задачу: найти среднее значение реального времени  $T$  в условиях отказов основного и контрольного элемента при наличии периодических проверок, необходимого для обеспечения полезной работы ЭУ в течение заданного интервала времени  $T_0$  (полезными считаются те интервалы времени, в течение которых основной элемент исправен). Предположим, что время  $T_0$  разбито на  $n$  независимых равных частей с ф. р.  $F(t)$ , т. е.

$$F(t) = 1(t - T_0/n).$$

Пронумеруем каждый отрезок времени и  $jT_0/n$  ( $j = \overline{1, n}$ ) назовем  $j$ -м этапом. Введем ф. р.  $\Phi_j^*(t)$  — вероятность того, что для получения полезного  $(n - j + 1)T_0/n$  времени работы ЭУ, начиная с  $j$ -го этапа потребуются время, меньшее  $t$  ( $t \geq (n - j + 1)T_0/n$ ) при условии, что перед  $j$ -м этапом ЭУ был исправен и когда отказы основного элемента обесценивают выполненную работу в пределах одного этапа.

Очевидно, что в соответствии с (1) имеет место

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \int_0^{\infty} t d\Phi_1^n(t) = T \quad \text{и} \quad K_u = T_0/T. \quad (2)$$

Для определения  $\Phi_j^*(t)$ , на основе полумарковских процессов со счетным множеством состояний [3] составим следующую систему интегральных уравнений:

$$\begin{aligned} \Phi_j^*(t) &= \int_0^t e^{-\alpha u} dF_*^{(n-j+1)}(u) \cdot \Gamma_0(t-u) + \sum_{i=0}^{n-j} \int_0^t \alpha e^{-\lambda u} du \cdot [F_*^{(i)}(u) - F_*^{(i+1)}(u)] \times \\ &\times \int_0^{t-u} dG(v) \cdot \Phi_{j+i}^*(t-u-v) + \sum_{i=0}^{n-j} \int_0^t \alpha e^{-\alpha u} du \cdot [1 - e^{-\beta u}] [F_*^{(i)}(u) - F_*^{(i+1)}(u)] \times \\ &\times \int_0^{t-u} dF_*^{(n-i-1)}(v) \int_0^{t-u-v} d\Gamma_1(\tau) \cdot \Phi_{j+i}^*(t-u-v-\tau), \quad j = \overline{1, n}; \quad \lambda = \alpha + \beta, \quad (3) \end{aligned}$$

где первый член — вероятность того, что решение  $n-j+1$  этапов закончится за время  $u$ , причем за это время основной элемент не откажет, а время периодического контроля составит время, меньшее  $t-u$ ; второй член — вероятность того, что в момент  $u$  откажет основной элемент, причем за это время контрольный элемент не откажет, будет выполнен  $i$  ( $i = \overline{0, n-j}$ ) этапов, время восстановления основного элемента составит  $v$  и для наработки полезного времени  $(n-j-i)T_0/n$  потребуется время, меньшее  $t-u-v$ ; третий член — вероятность того, что в момент  $u$  откажет основной элемент, который не будет обнаружен, так как до этого момента имел место отказ контрольного элемента, за время  $u$  будет выполнен  $i$  ( $i = \overline{0, n-j}$ ) этапов, в течение време-

ни  $v$  (до начала периодического контроля, т. е.  $v = (n - j - i + 1)T_0/n$ ) ЭУ будет находиться в неисправном состоянии, отказы основного и контрольного элемента будут обнаружены и устранены в течение времени  $\tau$  при периодическом контроле и для наработки полезного времени  $(n - j - i + 1)T_0/n$  потребуется время, меньшее  $t - u - v - \tau$ ;  $F_*^{(k)}(u) - k$ -кратная свертка ф. р.  $F(u)$ .

Граничным условием является  $\Phi_{n+1}^n(t) = \Gamma_0(t)$ .

Применив к системе (3) преобразование Лапласа—Стилтьеса и переходя к средним значениям времени, получим следующее разностное уравнение второго порядка:

$$T_{j+2}^n - (1 + c_0)T_{j+1}^n + c_0T_j^n = d_j, \quad j = \overline{1, n-1};$$

$$T_n^n = \tau_0 + \frac{1-f(\alpha)}{\alpha f(\alpha)} [1 + \alpha\tau_1 + \alpha T_0/n] - \frac{[1-f(\lambda)]\alpha}{\lambda f(\alpha)} [\tau_1 - \tau_b + T_0/n], \quad (4)$$

где

$$f(s) = \int_0^\infty e^{-st} dF(t); \quad T_{n+1}^n = \tau_0 = \int_0^\infty t d\Gamma_0(t) - \text{среднее время контроля исправ-$$

ности ЭУ при периодических проверках;  $\tau_1 = \int_0^\infty t d\Gamma_1(t) - \text{среднее суммар-}$   
ное время контроля и восстановления основного и контрольного элемента;

$\tau_b = \int_0^\infty t dG(t) - \text{среднее время восстановления основного элемента; } c_0 = f^{-1}(\lambda);$

$T_j^n = \int_0^\infty t d\Phi_j^n(t) - \text{средняя длительность работы ЭУ, необходимая для полу-}$   
чения полезного времени  $(n - j + 1)T_0/n$  безотказной работы основного эле-  
мента;  $T_n^n - \text{то же самое для получения полезного времени } T_0/n;$

$$d_i = \left\{ -\frac{1-f(\alpha)}{\lambda f(\alpha)} \left[ \alpha\tau_b + \beta T_0 \left( 1 - \frac{i}{n} \right) + \tau_1\beta + \frac{\lambda}{\alpha} \right] + \right.$$

$$\left. + \frac{T_0}{nf(\alpha)} \left[ \frac{\alpha}{\lambda} - \frac{1-f(\alpha)}{1-f(\lambda)} \right] \right\} (1 - c_0).$$

Решая систему (4) относительно  $T_1^n$ , и переходя к пределу при  $n \rightarrow \infty$ , получаем

$$T = \lim_{n \rightarrow \infty} T_1^n = \tau_0 + T_0 + \frac{\alpha}{\lambda} \left\{ \beta [1 + (\tau_b - T_0 - \tau_1)\lambda] \frac{1}{\lambda^2} (1 - e^{-\lambda T_0}) + \right.$$

$$\left. + \left[ \alpha\tau_b + \beta \left( \frac{T_0}{2} + \tau_1 - \frac{1}{\lambda} e^{-\lambda T_0} \right) \right] T_0 \right\} \text{ и } K_u = T_0/T. \quad (5)$$

Анализируя (5), находим: 1) с увеличением  $T_0$  интервальный коэффициент готовности уменьшается и в пределе при  $T_0 \rightarrow \infty$  обращается в ноль;

2) при идеальном основном элементе ( $\alpha=0$ ), независимо от отказов контрольного элемента  $T=\tau_0+T_0$ ; 3) при идеальном контрольном элементе ( $\beta=0$ )  $T=\tau_0+(1+\alpha\tau_0)T_0$ ; 4)  $\beta=\infty$ , что соответствует случаю отсутствия контроля (правильность функционирования основного элемента ЭУ проверяется только в процессе периодического контроля). Из (5) получим, что

$$K_u = T_0 / [\tau_0 + (1 + \alpha\tau_1)T_0 + \alpha T_0^2/2].$$

В этом случае оптимальное значение  $T_0$ , при котором  $K_u$  принимает максимальное значение, равно  $T_0 = \sqrt{2\tau_0/\alpha}$ . Это значение  $T_0$  может быть использовано для определения оптимального значения длительности времени  $T$  между периодическими проверками, когда аппаратный контроль отсутствует.

Предлагаемый способ определения интервального и предельного коэффициента готовности с учетом надежности аппаратуры контроля и потерей времени при периодических проверках может быть использован и в других системах организации контроля, где требуется определение этих показателей надежности.

Научно-производственное объединение  
«Элва»

(Поступило 15.9.1978)

ავტომატური მართვა და გამომწვლითი ტექნიკა

ი. მიკაძე

მზადყოფნის სინტერვალთა კოეფიციენტის განსაზღვრის  
ერთი ხერხის შესახებ

რეზიუმე

მიღებულია აპარატურული კონტროლის შემცველი ელექტრონული მოწყობილობის მზადყოფნის კოეფიციენტის განსაზღვრელი გამოსახულება.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

I. S. MIKADZE

ON A TECHNIQUE OF DETERMINING OPERATIONAL  
READINESS

Summary

Using semi-Markov processes, a new technique is proposed for determining operational readiness with account of the reliability of the control equipment and time loss due to periodical checks. The reliability of an electron device with built-in control equipment is discussed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. Барлоу, Ф. Прошан. Математическая теория вероятности. М., 1969.
2. В. А. Ивницкий, К. П. Данилов. Сб. «Теория надежности и массовое обслуживание». М., 1969.
3. В. С. Королюк. УМЖ, № 3, 1965.



ПОЧВОВЕДЕНИЕ

Р. И. ПАПИСОВ, Р. З. РАМИШВИЛИ, Р. К. МАРДАЛЕИШВИЛИ

**К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ АЭРОМЕТОДА ПРИ  
 КРУПНОМАСШТАБНЫХ ОБСЛЕДОВАНИЯХ ПОЧВ  
 В УСЛОВИЯХ ГРУЗИИ**

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. К. Дараселия 22.6.1978)

Картографирование почвенного покрова, особенно при крупномасштабных съемках, требует высокой точности, соблюдать которую при обычных методах обследования, даже с применением строго ориентированных поперечных ходов, весьма затруднительно.

Это обстоятельство полностью устраняется при использовании для почвенных съемок дешифрованных материалов аэрофотоснимков, и поэтому аэрометоды находят все большее применение в почвоведении как в нашей стране, так и за рубежом.

Объясняется это тем, что «аэроснимок представляет собой уменьшенный макет местности, на котором прямо или косвенно отображается сама почва и некоторые взаимосвязанные с нею факторы почвообразования (рельеф, растительность)» [1].

Дешифрование этих факторов почвообразования, способствующее определению пространственного распространения почв, является весьма важным моментом. Однако его успешное осуществление, как отмечает В. Л. Андроников [2], возможно лишь при хорошей обнаженности территории от культурной растительности. Поэтому определяющим условием для повышения качества аэрофотоснимка, в целях почвенного картографирования, является такое время производства аэрофотосъемки, когда большая часть распахиваемой территории свободна от культурной растительности.

Сравнивая почвенные карты, составленные с использованием аэрофотоснимков, с картами, составленными по контурным планам земельных угодий, У. А. Шведе [3] указывает, что «аэрофотографический метод дает возможность изучить рельеф, растительный покров и другие признаки картографируемой территории, которые даже при камеральном дешифрировании позволяют в общих чертах отобразить на карте характер почвенного покрова».

В Грузии работы по картографированию почв с использованием аэрофотоматериалов не проводились. Цель настоящего исследования — освоение методики дешифрирования.

В качестве ключевого участка выбран массив, расположенный на южных склонах Циви-Гомборского хребта с прилегающей к нему равниной.

Для дешифрирования использованы обычные крупномасштабные черно-белые аэрофотоснимки.

Контурсы почв выявлены по следующим дешифрировочным признакам:

характер рельефа, который достаточно четко читается на аэрофотоснимках;



общий тон окраски, ее однородность или неоднородность; рисунок фотонизображения, его однообразие, наличие пятнистости, слоистости, струйчатости.

В результате дополнения полученной информации данными, заимствованными с топографических основ, получены характеристики каждого контура, приводимые в табл. 1.

Таблица 1

№ контура	Рельеф	Дешифрировочные признаки
1	Слабонаклоненные равнины предгорий с уклоном 0—2°	Общий тон темно-серый, фоторисунок однообразный
2	Склоны предгорий с уклоном 2—5°	Общий тон светло-серый, фоторисунок однообразный
3	Склоны предгорий с уклоном 2—5°	Общий тон неоднородный, чередование очень светлых пятен и полос, фоторисунок линейно-полосчатый
4	Склоны предгорий с уклоном 2—5°, с выраженным микрорельефом	Общий тон неоднородный — светло-серого и серого оттенка, фоторисунок неоднобразный, пятнистый
5	Слабопокатые склоны с уклоном 5—10°, с выраженным микрорельефом	Общий тон светло-серый, фоторисунок пятнистый, с преобладанием продольных светлых пятен и полос
6	Равнина—уклон 0—2°, рельеф аккумулятивного типа	Общий тон серый, неоднородный, преимущественно светло-серого оттенка, фоторисунок неоднородный, слоистый — сочетающий большие светло-серые и серые пятна.
7	Равнина — уклон 0—2°, на фотоснимке видны русла временных водотоков, что свидетельствует о продолжающемся процессе аккумуляции	Общий тон светло-серый, фоторисунок неоднородный, струйчатый

Проверка правильности выделенных контуров осуществлена двумя способами: а) сопоставлением с ранее составленной крупномасштабной почвенной картой ключевого участка и б) путем контрольных выездов в поле. В результате установлено следующее:

1. Выделенным на аэрофотоснимках контурам соответствуют следующие почвы:

контур 1 — коричневые лесные, мощные;

контур 2 — коричневые лесные, среднемощные, слабоэродированные и каменные;

контур 3 — перегнойно-карбонатные, среднемощные, каменные, плантажированные;

контур 4 — коричневые лесные, среднемощные, среднеэродированные и каменные;

контур 5 — черноземы и коричневые лесные, маломощные, сильноэродированные, каменные;

контур 6 — аллювиально-делювиальные каменные отложения;

контур 7 — конуса выносов, сильно каменные.

2. Выделенный контур 6 — аллювиально-делювиальные отложения — на обычной крупномасштабной карте отсутствует.

3. При общем совпадении местоположений почвенных разновидностей конфигурации контуров значительно отличаются.

Определенным подтверждением вышеизложенного может служить табл. 2, в которой приведены данные подсчета площадей, занимаемых различными почвами на сравниваемых картах.

Таблица 2

Площади почвенных контуров, га

Почвы	По карте, составленной обычным методом обследования	По карте, составленной аэрометодом
Коричневые лесные	262,0	244,7
Черноземы	152,9	115,2
Перегнойно-карбонатные	19,8	24,2
Аллювиально-делювиальные отложения	—	29,4
Конуса выносов	2,1	23,3
Всего	436,8	436,8

Проведение настоящих методических исследований подтверждает значительные преимущества метода картирования почв с использованием аэрофотоматериалов и полную возможность его применения в сложных рельефных условиях Грузии.

Научно-исследовательский институт  
почвоведения, агрохимии  
и мелиорации  
МСХ СССР

(Поступило 27.7.1978)

ნიადგამცოდნეობა

რ. პავისკვი, რ. რამიშვილი, რ. მარგალითაშვილი

საქართველოს კიროვბაში აერომეთოდის  
გამოყენების საკითხისათვის ნიადგამის  
მსვნილმასშტაბიანი გამოკვლევისას

რეზიუმე

მოტანილია საქართველოს პირობებში აეროფოტოსურათების გამოყენებით ნიადგური რუკის შედგენის პირველი ცდის მასალები. დადგენილია მადე-შიფრებელი ნიშნებით ამოცნობილი ნიადგური კონტურების დიდი სიზუსტე, ასევე ეროზირებული და დაქვიანებული ნიადგების გამოყოფის შესაძლებლობა.

R. I. PAPISOV, R. Z. RAMISHVILI, R. K. MARDALEISHVILI

APPLICATION OF AERIAL METHODS IN LARGE-SCALE  
INVESTIGATIONS OF SOILS UNDER CONDITIONS OF GEORGIA

## Summary

The paper presents the results of the first attempt at compiling a large-scale soil map by using aerial pictures in the complex relief conditions of Georgia. A high precision of soil contours as delimited by interpretation features, has been established; identification of exact contours of eroded and stony soils is also feasible.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ю. Ю. Ливеровский. Методика составления крупномасштабных почвенных карт с применением аэрофотосъемки. М., 1962.
2. В. Л. Андроников. Почвоведение, № 10, 1959.
3. У. А. Шведе. Автореферат канд. дисс. Елгава, 1969.



ПОЧВОВЕДЕНИЕ

Н. А. ДАРАСЕЛИЯ, Г. Б. КАЛАТОЗОВА, Е. Ф. ЛАПАНШВИЛИ

НЕКОТОРЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНКИ  
 ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИЕМОВ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЗЕМЕЛЬ  
 ПРИ РАЗРАБОТКАХ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Ф. Чанишвили 16.7.1978)

В связи с интенсификацией промышленного производства миллионы гектаров земель подвергаются воздействию открытых разработок полезных ископаемых, в результате которых нарушаются биогеотические связи, изменяется рельеф земной поверхности, уничтожается почвенный и растительный покров. Поэтому рекультивация земель, как часть охраны и воспроизводства природных ресурсов в целом, становится в наши дни все более актуальной проблемой и находит свое отражение в ряде постановлений ЦК КПСС, Совета Министров и Верховного Совета СССР.

Исследования, проводившиеся Институтом почвоведения МСХ ГССР, по рекультивации земель, нарушенных открытыми разработками марганцевой руды в Чиатурском районе ГССР, показали, что восстановление плодородия этих почв и вторичное вовлечение их в сельскохозяйственный оборот при применении ряда агротехнических мероприятий вполне осуществимы [1].

Установлено также, что при выявлении наиболее эффективных приемов рекультивации нарушенных разработками земель, наряду с показателями физических и агрохимических характеристик почвы, могут широко использоваться также микробиологические и ферментативные тесты.

Исходя из данных, полученных при исследовании разработок Чиатурского марганцевого месторождения [2, 3], наши работы были продолжены на разработках бентонитовых глин, имеющих широкое распространение в Грузии и встречающихся в виде гумбрина, асканита и др. Исследования проводились на опытных участках НИИ почвоведения, агрохимии и мелиорации в с. Гумбра Цхалтубского района [4].

В результате открытой добычи бентонитовых глин на территории месторождения тысячи гектаров плодородных земель, находящихся в сельскохозяйственной зоне, оказались полностью выведенными из строя. Однако возможность их рекультивации и вторичного использования под кукурузу, плодовые культуры, виноградники определяется рядом показателей — благоприятным рельефом месторождения, климатом, почвенными условиями, отсутствием токсических элементов в отвалах и др.

Микробиологические и ферментативные процессы изучались в исходной желтоземной почве до разработок (под лесом), в отвалах с естественной растительностью, а также в посевах кукурузы без удобрения и с удобрением двойной дозой  $N_{300} P_{240} K_{90}$  и многолетних трав — люцерны с райграсом.

Как показывают приведенные ниже данные, несмотря на резкое уменьшение содержания гумуса в отвалах за счет разрушения гумусового горизонта при разработках, в них при посеве кукурузы и многолетних трав возрастает численность всех основных групп микроорганизмов, по сравнению с исходной почвой. Это можно объяснить улучшением аэрации при выворачивании на дневную поверхность глубоких слоев почвы и обломков карбонатной материнской породы в процессе разработок. При этом изменяется реакция почвы, которая смещается с pH 4,4 в желтоземах до pH 7,4—7,8 в отвалах. Такая реакция среды является оптимальной для большинства групп микроорганизмов.

Биологическая активность отвалов при различных приемах рекультивации  
(средние данные 1975—1976 гг.)

Варианты	Глубина, см	Исходная почва	Отвалы	Кукуруза на отвалах (контроль)	Кукуруза на отвалах (NPK)	Многолетние травы (рай- грас с люце- рной) на отвалах	
Гумус, %	0—20 20—40	2,05 1,88	0,29 0,11	0,32 0,21	0,34 0,24	0,32 0,16	
pH водной суспензии	0—20 20—40	4,4 4,3	7,6 7,4	7,4 7,6	7,8 7,9	7,6 7,7	
тысяч в 1 г почвы	Сапрофиты на МПА	0—20 20—40	4832 2329	5718 3635	7737 4281	11552 4212	6099 9949
	Споровые бактерии	0—20 20—40	79 61	46 35	35 23	102 35	45 23
	Бактерии на крахмально-аммиачном агаре	0—20 20—40	3016 3097	530 10064	15962 23742	18372 11240	9013 11737
	<i>Clostridium pasteurianum</i>	0—20 20—40	1,60 2,89	0,50 1,86	4,01 0,84	0,98 0,50	3,30 0,35
	Бактерии, разлагающие клетчатку	0—20 20—40	0,55 0,12	0,33 0,35	3,24 0,40	28,4 13,2	3,46 0,25
	Нитрифицирующие бактерии	0—20 20—40	1,42 0,01	0,22 0,22	6,6 0,37	21,7 18,3	4,9 0,36
Азотобактер, %	0—20 20—40	18 16	79 83	79 61	71 80	85 75	
Инвертаза, мг глюкозы на 1 г почвы	0—20 20—40	14,2 6,4	0,6 0,5	2,6 0,6	4,0 1,1	14,0 2,7	
Фосфатаза, мг P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> на 10 г почвы	0—20 20—40	13,9 8,7	5,8 4,4	9,0 2,9	10,8 5,8	12,1 4,5	

Численность сапрофитов на МПА для слоев почвы 0—20 и 20—40 см составляет в исходной почве 7160 тыс/г почвы, увеличиваясь до 9350 тыс/г в отвалах, т. е. возрастает на 30%, численность бактерий на крахмально-аммиачном агаре возрастает соответственно с 6110 и до 19595 тыс/г, т. е. на 220%. Аналогичная картина наблюдается для большинства групп микроорганизмов.



Посев кукурузы и многолетних трав с целью улучшения плодородия отвалов заметно усиливает их биологическую активность.

Наилучшее развитие микроорганизмов наблюдается при посеве кукурузы, удобренной  $N_{300}P_{240}K_{90}$ . Так, для верхнего (0—20 см) слоя при внесении NPK под кукурузу увеличение численности сапрофитов, по сравнению с отвалами, происходит на 50%, спорообразующих бактерий на 120%, бактерий, растущих на крахмально-аммиачном агаре, на 93%, а нитрифицирующих бактерий и бактерий, разлагающих клетчатку, в десятки раз.

Посев многолетних трав также эффективен в этих условиях, вызывая увеличение в 1,5—2 раза численности большинства групп микроорганизмов.

Для оценки изменений, которые происходят в отвалах под влиянием различных приемов рекультивации, применялся также метод ферментативных реакций — определялись ферменты инвертазы и фосфатазы.

Отвалы, по сравнению с исходной почвой, отличались значительно меньшей активностью ферментов, что связано, очевидно, с уменьшением содержания гумуса. При посеве кукурузы, особенно удобренной полным минеральным удобрением, активность ферментов в отвалах возрастала, выше же всего она была при посеве многолетних трав. Это обусловлено влиянием сильно развитой корневой системы многолетних трав и большим содержанием растительных остатков, участвующих в накоплении ферментов в почве.

Приведенный материал демонстрирует возможность использования показателей активности микробиологических и ферментативных процессов для оценки эффективности применяемых при рекультивации агротехнических приемов.

Научно-исследовательский институт  
 почвоведения, агрохимии  
 и мелиорации  
 МСХ СССР

(Поступило 21.7.1978)

ნიადგათმცოდნეობა

ბ. დარასელია, ზ. კალატოზოვა, მ. ლაფანაშვილი

ბენტონიტური თიხების ღია წესით დამუშავების შემდეგ რეპულტივირებული ნიადაგების ეფექტიანობის შეფასება ზოგიერთი ბიოლოგიური მაჩვენებლის მიხედვით

რ ე ზ ი მ ე

ღია წესით ბენტონიტური თიხების დამუშავება ნიადაგის ფართობებს ამცირებს. გარკვეული აგროტექნიკური ღონისძიებების ჩატარებით ამ ნიადაგების აღდგენა (რეკულტივაცია) და სოფლის მეურნეობაში მათი კვლავ გამოყენება საეხებით დასაშვებია. რეკულტივაციის ღონისძიებების ეფექტიანობის დადგენა (განსახლება) შესაძლებელია ბიოლოგიური მაჩვენებლებით.

N. A. DARASELIA, G. B. KALATOZOVA, E. F. LAPANASHVILI

SOME BIOLOGICAL INDICATORS OF THE EFFICIENCY OF SOIL  
RECU LTIVATION TECHNIQUES AT BENTONITE CLAY WORKINGS

## Summary

Considerable areas of fertile soils are rendered useless as a result of the open working of bentonite clays in Tsqaltubo district. A number of agrotechnical methods are used for their rehabilitation (recultivation).

Sowing of maize fertilized with a double dose of NPK, as well as of perennial grasses (ryegrass and lucerne) substantially increases the number of the main groups of microorganisms in the dumps, enhancing their enzymic activity.

It has been found that indicators of biological activity can be widely used in developing effective techniques of recultivation.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Д. Гогатишвили. Сб. «Восстановление земель после промышленных разра-боток». М., 1967.
2. Н. А. Дараселия. Материалы Симпозиума по вопросам рекультивации. Лейп-циг, 1970.
3. Н. А. Дараселия, Г. Б. Калатозова. Труды НИИ почвоведения, агро-химии и мелиорации МСХ СССР, XVII, 1976.
4. А. Д. Гогатишвили, И. Х. Джапошвили. Материалы докладов совеща-ния по окультуриванию и рекультивации почв Закавказья. Кировабад, 1975.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Н. Д. НЕМСАДЗЕ

**ВЛИЯНИЕ ДЕПРИВАЦИИ ПАРАДОКСАЛЬНОГО СНА  
НА ВЫРАБОТКУ ЗВУКОВОЙ ДИСКРИМИНАЦИИ**

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Н. Ониани 27.7.1978)

В последнее время особое внимание уделяется изучению роли различных фаз сна в организации информационных процессов, лежащих в основе обучения и памяти [1—7].

Одним из широкоиспользуемых способов выяснения роли сна в процессах памяти является изучение влияния тотальной или селективной депривации его различных фаз на условнорефлекторную деятельность. В этой связи небезынтересно было изучить влияние депривации парадоксального сна на выработку звуковой дискриминации при условном пищевом поведении.

Опыты ставились на 5 взрослых кошках в специальной экспериментальной клетке. После предварительного привыкания к обстановке экспериментальной клетки начинались опыты с выработкой условного пищевого поведения к двум кормушкам. Условными раздражителями служили тон (500 гц) и щелчки. После подачи того или иного условного сигнала открывалась дверь стартового отделения и кошке предоставлялась возможность подойти к сигнализируемой кормушке, откуда она доставала мясо при правильном решении задачи. Вышеописанная процедура проводилась с 10 до 11 часов утра. С 11 до 17 часов насыщенные кошки обычно почти все время спали, но с наступлением каждой парадоксальной фазы их будили. После депривации животным сразу разрешалось спать до следующей парадоксальной фазы. Таким образом, парадоксальный сон селективно депривировался после условнорефлекторной деятельности в течение 6 часов. По окончании экспериментального дня, с 17 часов до следующего дня, кошки находились в виварии, где они могли спать нормально. Вышеописанная процедура продолжалась в течение всего хода выработки условного пищевого поведения и прочной дискриминации условных звуковых сигналов.

На рис. 1 графически изображен ход выработки условного пищевого поведения в процентах (ордината) на дискриминацию разных звуковых сигналов в течение 5 дней (абсцисса) в контроле (сплошные линии) и на фоне депривации парадоксального сна с пробуждением (пунктирная линия). В контроле у разных животных скорость выработки дискриминации условных звуковых сигналов варьирует в значительных пределах. Выработка дискриминации условных звуковых сигналов на фоне депривации парадоксального сна не отличается от контрольных данных, т. е. остается в пределах нормы.

В другом случае после выработки условного рефлекса животных сразу сажали в камеру Жувэ, предназначенную для депривации парадоксальной фазы сна. В данном эксперименте наше внимание было обращено на скорость выработки условного пищевого поведения.

На рис. 2 приводятся данные по изучению скорости выработки условного пищевого поведения в норме (черные кружки) и на фоне 48-часовой депривации парадоксального сна (светлые кружки). Видно, что в контроле условный рефлекс на звуковой сигнал вырабатывается в среднем на 7-м сочетании безусловного и условного раздражителей, тогда как на фоне депривации такой же результат достигается на 24-м сочетании. На фоне 24-часовой депривации парадоксального сна не обнаружено разницы в скорости выработки условного пищевого поведения между депривированными и контрольными животными.

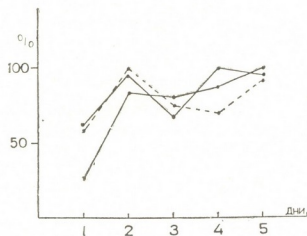
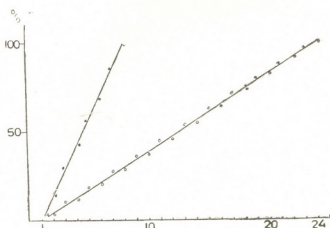


Рис. 1. Влияние депривации парадоксального сна (методом простого пробуждения) на выработку звуковой дискриминации. На абсциссе—дни выработки, на ординате — выработанный рефлекс, %. Сплошными линиями обозначена выработка звуковой дискриминации у контрольных животных, а прерывистой — у экспериментального животного

В следующей серии опытов было изучено влияние длительной депривации парадоксальной фазы сна (по методу Жувэ) на выработку дискриминации условных звуковых сигналов.

Рис. 2. Влияние депривации парадоксального сна (по методу Жувэ) на скорость выработки условного пищевого поведения в течение 1-го экспериментального дня выработки. На абсциссе—число сочетаний условного и безусловного раздражителей, на ординате—выработанный рефлекс, %. Черными кружками обозначена скорость выработки рефлекса у контрольного животного, светлыми — у экспериментального животного на фоне 48-часовой депривации парадоксального сна

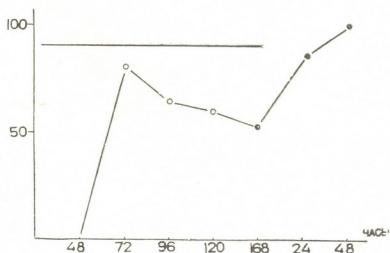


На рис. 3 графически изображена скорость выработки дискриминации условных звуковых сигналов с предварительной 48-часовой депривацией парадоксального сна, продолжающейся в дальнейшем в течение 5 дней в ходе выработки дискриминации. На 2-й же день выработки условного пищевого поведения, в условиях 72-часовой депривации парадоксального сна, достоверность дискриминации условных звуковых сигналов составляет 80%. Но с продолжением депривации (96, 144, 168 часов) дискриминация условных сигналов падает до

55%. Однако после 24-часового нормального сна дискриминация возвращается к норме, а после 48-часового сна становится 100%-ной.

Таким образом, исходя из сказанного можно заключить, что депривация парадоксальной фазы сна методом простого пробуждения животного без значительной эмоциональной окраски не влияет на выработку звуковой дискриминации, тогда как депривация парадоксального сна по методу Жувэ, сопровождающаяся стрессовым состоянием, вызывает дефицит в выработке звуковой дискриминации.

Рис. 3. Влияние разной длительности депривации парадоксального сна (по методу Жувэ) на выработку звуковой дискриминации. На абсциссе—время депривации и нормального сна после 168-часовой депривации парадоксального сна в часах, на ординате—звуковая дискриминация,%. Белыми кружками обозначен эксперимент с депривацией парадоксального сна, черными—при нормальном сне, сплошной линией—с депривацией парадоксального сна



Вышеизложенное позволяет предположить, что причиной дефицита в выработке как условного пищевого поведения, так и звуковой дискриминации является не депривация парадоксальной фазы сна сама по себе, а стрессовое состояние, которое сопутствует депривации парадоксального сна по методу Жувэ.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт физиологии  
им. И. С. Бериташвили

(Поступило 27.7.1978)

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ბ. ნიშანაძე

ძილის პარადოქსული ფაზის დეპრივაციის გავლენა  
ბგერითი დისკრიმინაციის გამომუშავებაზე

რ ე ზ ი უ მ ე

კატეზზე შევისწავლეთ პარადოქსული ძილის დეპრივაციის გავლენა ბგერით დისკრიმინაციაზე. აღმოჩნდა, რომ პარადოქსული ძილის დეპრივაცია ემოციური შეფერვის გარეშე, უბრალო გამოღვიძების მეთოდით, კვებითი ქცევის პირობებში არ მოქმედებს ბგერითი დისკრიმინაციის გამომუშავებაზე. პარადოქსული ძილის დეპრივაციისას ყუვეს მეთოდით, რომელსაც თან ახლავს ცხოველის სტრესული მდგომარეობა, მოცემული ტესტის გამომუშავება უარესდება.



N. D. NEMSADZE

## EFFECT OF PARADOXICAL SLEEP DEPRIVATION ON THE ACQUISITION OF SOUND DISCRIMINATION

## Summary

The effect of paradoxical sleep deprivation on the acquisition of sound discrimination during alimentary behavior was studied in cats.

Paradoxical sleep deprivation with the animal's awakening without a significant emotional tension has no effect on the acquisition of sound discrimination. In the case of paradoxical sleep deprivation by the method of Jouvet, accompanied by emotional tension, there is an impairment in the acquisition of sound discrimination.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. Н. Ониани. Вопросы нейрофизиологии эмоций и цикла бодрствование-сон, I, 1974, 160.
2. Р. И. Кругликов, М. М. Александровская, Т. Н. Диш. ЖВНД, 25, № 3, 1975, 471.
3. Р. И. Кругликов, М. Я. Майзалис, Ф. А. Бразовская, Р. Стойкова, А. С. Базян. Биол. науки, 12, 1975, 58.
4. W. Fishbein. Physiology and Behavior, 6, 1971, 279.
5. W. Fishbein. Communication in Behavioral Biology, 5, 1970, 171.
6. E. Hartmann, W. C. Stern. Physiology and Behavior, 8, 1972, 585.
7. P. Leconte, U. Bloch. Journal de Physiologie, 62, № 3, 1970, 290.

## ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

З. И. НАНОБАШВИЛИ

### К ХАРАКТЕРИСТИКЕ ОТВЕТНОЙ АКТИВНОСТИ НЕЙРОНОВ ПЕРЕДНИХ БУГРОВ ЧЕТВЕРОХОЛМИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии С. П. Нарикашвили 11.9.1978)

Известно, что передние бугры четверохолмия (ПБЧ), наряду со зрительными путями, идущими из сетчатки и зрительной коры [1—8], получают афференты соматические и звуковые [9—14]. Электрофизиологическими исследованиями [8, 15, 16] была показана конвергенция (зрительных, кожных и слуховых) на одних и тех же нейронах ПБЧ. В настоящем сообщении представлены результаты изучения характера ответных реакций нейронов ПБЧ на разные афферентные раздражения.

Опыты проводились на ненаркотизированных, кураризованных кошках (листенон, тубарин). Ответные реакции нейронов ПБЧ на зрительное (световая вспышка 0,5 мсек), кожное (одиночное электрическое раздражение кожи передней лапы 0,3 мсек, 3—5 в) и звуковое (щелчки 0,5 мсек) раздражения регистрировались стеклянными пипетами, заполненными 3 М раствором цитрата калия или натрия. Диаметр кончика микроэлектрода не превышал 1,5 мк. Микроэлектроды ориентировались стереотаксически, проходя вертикально через *g. marginalis*. После завершения опытов микроэлектроды оставлялись в мозге, и вслед за фиксацией на фронтальных срезах определялись трек электродов и пункты отведения по расстоянию (мм) от поверхности ПБЧ. Условно эти слои будем называть поверхностным (до 1 мм вглубь с поверхности ПБЧ), средним (от 1 до 2 мм вглубь) и нижним (от 2 до 3 мм вглубь). Всего зарегистрирована активность 153 нейронов, из них 67 были в поверхностном слое, 47 — в среднем и 39 — в нижнем.

В соответствии с известными данными [8, 16], нейроны поверхностного слоя ПБЧ отвечают преимущественно на зрительные раздражения. На таблице показано послышное распределение (%) нейронов с разным характером реакции на применяемые афферентные раздражения. Хорошо видно, что в поверхностных слоях из 67 зарегистрированных нейронов 61,1% отвечает на зрительное раздражение. В этом же слое достаточный процент нейронов (31,8%) не реагирует на зрительное раздражение, и только малое количество их (7,1%) испытывает торможение и блокирование спонтанной активности. С углублением микроэлектрода число не реагирующих нейронов на зрительное раздражение увеличивается. Интересно, что в нижних слоях ПБЧ количество нейронов, отвечающих на зрительное раздражение и заторможенных, почти одинаково. Большое количество нейронов поверхностного слоя ПБЧ (86,8%) не отвечает на кожное раздражение.

В нижнем слое ПБЧ 48% (из 39 зарегистрированных нейронов) отвечает на кожное раздражение. Наряду с увеличением числа отве-

чающих нейронов, слегка растет и количество нейронов с тормозной реакцией на кожное раздражение.

Из таблицы видно также, что нейронов, отвечающих на звуковое раздражение, больше (50,1% из 47) в среднем слое ПБЧ. Почти половина (45,7%) зарегистрированных в этом слое нейронов не отвечает на звуковое раздражение. Всего 4,2% затормаживается на звук. В поверхностном и нижнем слоях ПБЧ почти одинаковое число (82,2 и 84,4% соответственно) нейронов не отвечает на звуковое раздражение. Точно так же почти одинаковое количество нейронов тормозится на звук в поверхностном и нижнем слоях (5,9 и 5,1 соответственно).

Послойное и процентное распределение отвечающих, не отвечающих и заторможенных нейронов ПБЧ на разные афферентные раздражения

Число нейронов на разной глубине	С в е т			К о ж а			З в у к		
	Отвечают разрядом	Не отвечают	Тормозятся	Отвечают разрядом	Не отвечают	Тормозятся	Отвечают разрядом	Не отвечают	Тормозятся
67 — до 1 мм	61,1	31,8	7,1	10,4	86,8	2,8	11,9	82,2	5,9
47 — до 2 мм	10,6	78,6	10,8	17	78,7	4,3	50,1	45,7	4,2
39 — до 3 мм	10,2	79,3	10,5	48,2	46,7	5,1	10,5	84,4	5,1

Что касается характера ответной реакции нейронов на предъявляемые афферентные раздражения, то он бывает приблизительно таким, как это представлено на рис. 1. На схеме мозга кругами отмечены пункты отведения (и соответственно характер реакции) нейронов при световой вспышке, треугольниками при кожном и квадратами при звуковом раздражениях. В поверхностном слое ПБЧ ответная реакция нейронов на зрительное раздражение качественно отличается от ответа нейронов на свет в более глубоких слоях. В поверхностном слое нейроны на световую вспышку отвечают как бы чередованием возбуждения-торможения: через определенное время (18 мсек и более) после световой вспышки возникает залп импульсов, за которым следует пауза молчания. Пауза сменяется или дополнительными групповыми разрядами, или лавинообразным облегчением спайковых потенциалов (см. верхнюю кривую). В более глубоких слоях ПБЧ, где превалируют реакции нейронов на кожное и звуковое раздражения, ответный разряд на свет имеет другой характер: здесь нейроны не показывают фазу вторичного облегчения. В поверхностном слое ответные реакции нейронов на кожное и звуковое раздражения имеют диффузный характер. В нижних же слоях (во втором слое для звука и в третьем для кожного раздражения) ответные реакции в основном выражаются в возникновении высокочастотного разряда, за которым следует пауза с постепенным восстановлением спонтанной активности.

33,4% нейронов (из 153 зарегистрированных) оказались бимодальными — отвечали только на два вида сенсорного раздражения. Нам не удалось обнаружить преимущественного послойного распределения таких нейронов — они встречаются во всех слоях ПБЧ. Встречались также нейроны, которые отвечали на все три вида периферического раздражения. Зарегистрирована активность всего только 11 таких тримодальных нейронов. Малое количество таких нейронов

не дает возможности определить их процентное распределение в разных слоях ПБЧ. Можно только отметить, что такие нейроны встречаются во всех слоях ПБЧ.

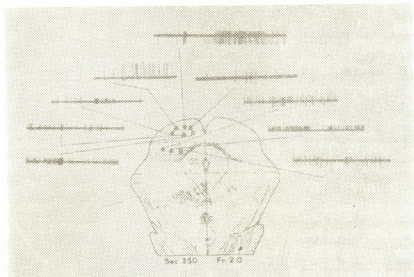


Рис. 1. Характер ответной реакции нейронов разных слоев ПБЧ на разные афферентные раздражения. На схеме мозга кружками отмечены пункты отведения и характер ответных реакций нейронов на световое, треугольником на кожное и квадратом на звуковое раздражения

Конвергенция разных афферентов на одном нейроне проявляется не только по ответным возбуждающим реакциям нейронов ПБЧ, но и по тормозным, т. е. была зарегистрирована активность нейронов, спонтанные разряды которых тормозятся как от зрительных, так и от кожных и звуковых раздражений.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт физиологии  
им. И. С. Бериташвили

(Поступило 15.9.1978)

აღანიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ზ. ნანობაშვილი

წინა ოთხგორაკის ნეირონების სპასუხო  
აქტივობის დახასიათებისათვის

რეზიუმე

ზრდასრულ კატებზე, მწვავე ცდის პირობებში, შევისწავლეთ წინა ოთხგორაკის ნეირონების სპასუხო რეაქციების ხასიათი სხვადასხვა აფერენტულ გალიზიანებაზე. წინა ოთხგორაკის ზედაპირული შრის ნეირონები უმეტესად პასუხობენ სინათლით გალიზიანებაზე. ქვედა შრეებში იზრდება ბევრით და კანის გალიზიანებაზე მორეაგირე ნეირონების რაოდენობა. წინა ოთხგორაკის

შედაპირული შრის ნეირონების საპასუხო რეაქციები სინათლით გალიზიანებაზე ხასიათდებიან აგზნება-შეკავებითი პროცესების მორიგეობით. კანის და ბგერით გალიზიანებაზე მორეაგირე ნეირონები არ იძლევიან მეორადი გაადვილების ფაზას. გვხვდებიან ბი- და ტრიმოდალური ნეირონები, რომლებიც განაწილებულნი არიან წინა ოთხგორაკის ყველა შრეში.

---

 HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY
 

---

Z. I. NANOBASHVILI

## ON THE CHARACTERISTICS UNIT RESPONSES IN SUPERIOR COLLICULUS

## Summary

The patterns of responsiveness of the neurons in the superior colliculus (SC) to various afferent stimuli was studied in experiments on adult cats. The units of the superficial layer of SC responded chiefly to visual stimulation.

In the lower layers the number of neurons responding to sound and cutaneous stimulation was increased.

The responsiveness of neurons in the superficial layers of SC are characterized by the alternation of excitation-inhibition. At cutaneous and sound stimulation the units have no secondary facilitation phase.

There are bi- and trimodal neurons distributed in all layers of SC.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. B. G. Mickelgren, P. Sterling. *J. Neurophysiol.* 32, № 3, 1969.
2. J. T. Mcilwain, H. J. Fields. *J. Neurophysiol.* 34, № 5, 1971.
3. R. P. Hoffman. *J. Neurophysiol.* 36, № 3, 1973.
4. T. Kanaseki, J. Sprague. *J. Comp. Neurol.* 158, № 3, 1974.
5. A. M. Graybiel. *Brain Res.* 96, № 1, 1975.
6. N. Berman, A. M. Cynader. *Exp. Brain Res.* 25, № 2, 1976.
7. R. R. Mize, E. H. Murphy. *J. Comp. Neurol.* 168, № 3, 1976.
8. B. Stein. *J. Neurophysiol.* 41, № 1, 1978.
9. G. Horn, R. M. Hill. *Exp. Neurol.* 14, № 2, 1966.
10. M. Straschill, R. P. Hoffman. *Brain Res.* 13, № 2, 1969.
11. M. Cynader, N. Berman. *J. Neurophysiol.* 35, № 2, 1972.
12. B. Stein, M. O. Arigbede. *Exp. Neurol.* 36, № 1, 1972.
13. H. G. Drager, D. Hubel. *J. Neurophysiol.* 38, № 3, 1973.
14. B. Gordon. *J. Neurophysiol.* 36, № 1, 1973.
15. F. D. Anderson, C. M. Berry. *J. Comp. Neurol.* 3, № 2, 1959.
16. B. E. Stein, O. A. Makanjuola. *The Physiologist.* 14, 237, 1971.



Т. М. ЗААЛИШВИЛИ, Ц. А. КУРДОВАНИДЗЕ, Д. О. МАРГИАНИ

## ВЛИЯНИЕ АДЕНОЗИНДИФОСФОРИБОЗИЛИРОВАНИЯ НА ДНК-ПОЛИМЕРАЗНУЮ АКТИВНОСТЬ ЯДРА ПЕЧЕНИ КРЫС

(Представлено академиком П. А. Кометнани 26.6.1978)

Ферментативная система ядер млекопитающих превращает никотинамидаденилиндуклеотид (НАД) в гомополимер полиаденозиндифосфорибозу [1—3].

Фермент полиаденозиндифосфорибоза-полимераза, катализирующий формирование гомополимера из единиц аденозиндифосфорибозы, связанных 1—2 гликозидными связями, плотно ассоциирован с хроматином [4]. Установлено ковалентное связывание гомополимера с хроматинными белками [5].

Истинная биологическая функция аденозиндифосфорибозилирования не совсем ясна.

Несколько лет назад французскими учеными была показана обратная корреляция между никотинамидмононуклеотид-аденилтрансферазной активностью и содержанием ДНК в ядрах печени крыс [6]. Аналогичная корреляция между содержанием НАД и ДНК была показана советскими учеными на ядрах цыплят в онтогенезе [7].

Базируясь на вышеупомянутых данных, можно предположить, что изменение концентрации НАД регулирует интенсивность аденозиндифосфорибозилирования хроматинных белков, следствием чего может являться изменение матричной активности хроматина для синтеза ДНК. Поэтому преинкубация ядер с НАД *in vitro* должна вызывать ингибирование полимеразной активности. Исходя из этого целью настоящей работы является влияние НАД на ДНК-полимеразную активность ядра печени крыс.

Ядра из печени крыс выделяли по методу Тенга [8] с некоторыми изменениями. После декапитации животного орган быстро извлекали и несколько раз промывали холодным раствором, содержащим 0,32 М сахарозы и 3 мМ  $MgCl_2$ . Измельченную ножницами ткань гомогенизировали в гомогенизаторе Поттера с тефлоновым пестиком в пяти объемах того же раствора. Гомогенат фильтровали последовательно через 4,6 и 8 слоев марли и центрифугировали при 1200xg (центрифуга К-23, «Хейнц Янецки») в течение 10—15 минут. Осадок суспендировали в десятикратном объеме раствора, содержащего 2,4 М сахарозы и 3 мМ  $MgCl_2$ , и центрифугировали при 100 000xg в течение часа (центрифуга VAC-601, «Хейнц Янецки»). Осадок промывали несколько раз в растворе, содержащем 0,32 М сахарозы и 1 мМ  $MgCl_2$ .

Белок определяли по методу Лоури [9], а ДНК — по методу Дише [10]. Соотношение белка к ДНКА в полученных ядрах было 4,4:1.

Для изучения влияния НАД на полимеразную активность выделенные ядра (2 мг белка/мл) инкубировали с различными количествами НАД в среде, содержащей 50 мМ трис-НСl (рН 7,4), 5 мМ  $MgCl_2$  и 1 мМ  $\beta$ -меркаптоэтанола. Инкубацию проводили при 25°.

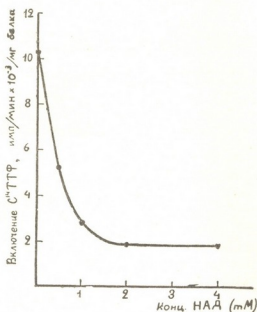


Рис. 1. Влияние преинкубации ядер с НАД на эндогенную ДНК-полимеразную активность

Через 20 минут реакцию останавливали помещением проб в ледяную баню и добавлением шестикратного объема раствора, содержащего 0,32 М сахарозы и 1 мМ  $MgCl_2$  [11]. Суспензию центрифугировали при 1200xg в течение 10—15 минут. Осадок ресуспендировали в растворе 50 мМ трис-НСl (рН 7,4), 10 мМ  $MgCl_2$ , 1 мМ  $\beta$ -меркаптоэтанола и анализировали на ДНК-полимеразную активность.

Преинкубация ядер в присутствии	Включение $C^{14}$ -ТТФ, имп (мин) мг бел	Ингибирование, %
—	10220	—
НАД (4 мМ)	1834	82
НАД (4 мМ)+никотинамид (10 мМ)	6111	40
НАД (4 мМ)+никотинамид (20 мМ)	8758	14

Эндогенную ДНК-полимеразную активность ядер определяли при 37° в среде, содержащей 50 мМ трис-НСl (рН 7,4), 10 мМ  $MgCl_2$ , 20 мМ КСl, 0,5 мМ ЭДТА, 160 мк М d АТФ, d ГТФ, d СТФ, 3,3 мкМ  $C^{14}$ -d ТТФ (удельная активность 200 мкюри на мМ) и 300 мкг ядерного белка (0,3 мл). Реакцию останавливали через 20 минут охлаждением и добавлением десятикратного объема 5% ТХУ. Пробы фильтровали через миллипоровые фильтры (средний диаметр пор 0,45 мк). Фильтры промывали раствором, содержащим 5% ТХУ и 1% пирофосфата натрия. Включенную радиоактивность считали на сцинтилляционном счетчике SL-30.

На рисунке представлено влияние различных количеств НАД на ядерную ДНК-полимеразную активность. Видно, что с увеличением концентрации НАД увеличивается интенсивность ингибирования полимеразной реакции. НАД в концентрациях 0,5; 1; 2 и 4 мМ ингибирует реакцию на 49, 73, 82 и 82% соответственно.

Из таблицы видно, что ингибитор реакций АДФ-рибозилирования—никотинамид снимает ингибирующий эффект.

Эти результаты, а также данные американских ученых [11] указывают на то, что НАД через АДФ-рибозилирование ядерных белков может играть определенную роль в регуляции ДНК-полимеразной реакции.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт физиологии  
 им. И. С. Бериташвили

(Поступило 21.7.1978)

ბიოქიმიის

თ. ჯაალიშვილი, ც. კურდოვანიძე, დ. მარგიანი

ადენოზინდფოსფორბოზილირების გავლენა ვირთაპვის  
 ღვიძლის ბირთვების დნმ-პოლიმერაზულ აქტივობაზე

რეზიუმე

ვირთაპვის ღვიძლის ბირთვების პრეინკუბაცია ნიკოტინამიდადენინდინუკლეოტიდთან აინჰიბირებს ენდოგენურ დნმ-პოლიმერაზულ რეაქციას.

ადენოზინდფოსფორბოზილირების რეაქციის ინჰიბიტორი — ნიკოტინამიდი ხსნის ინჰიბიციის ეფექტს.

ეს მონაცემები, ჩვენი ვარაუდით, მიუთითებენ იმაზე, რომ ქრომატინის ცილების ადენოზინდფოსფორბოზილირება იწვევს მისი მატრიცული აქტივობის დაქვეითებას.

BIOCHEMISTRY

T. M. ZAALISHVILI, Ts. A. KURDOVANIDZE, D. O. MARGIANI

## THE INFLUENCE OF ADENOSINEDIPHOSPHORYBOSYLATION ON THE DNA-POLYMERASE ACTIVITY OF RAT LIVER NUCLEI

Summary

Preincubation of rat liver nuclei with nicotinamideadeninedinucleotide inhibits the endogenous DNA-polymerase reaction. Nicotinamide—the inhibitor of adenosinediphosphoribosylate reaction removes the effect of inhibition. This finding may indicate that adenosinediphosphoribosylation of chromatin proteins decreases the matrix activity.



## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. P. Chambon, J. D. Weill, J. Dole, M. T. Strosser, P. Mandel. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 25, 1966, 638.
2. Y. Nishizuka, K. Veda, K. Nakazawa, O. Hayaishi. *J. Biol. Chem.*, 242, 1967, 3164.
3. T. Sugimura, S. Fujimura, S. Hasegawa, X. Kawamura. *Biochim. Biophys. Acta* 138, 1967, 438.
4. T. Sugimura. *Progr. Nucleic Acid Res. Mol. Biol.* 13, 1973, 127.
5. P. Adamietz, H. Hilz. *Biochemical Society Transactions* 3, 1975, 1118.
6. M. E. Haines, I. R. Johnston, A. P. Mathias, D. Ridge. *Biochem. J.* 115, 1969, 881.
7. С. И. Шушевич, А. И. Фоменко, А. Г. Халмуратов. *Биохимия*, 42, 1977, 251.
8. C. S. Teng, C. T. Teng, V. G. Allfrey, *J. Biol. Chem.* 246, 1971, 3597.
9. O. H. Lowry, N. T. Rosebrough, A. L. Farr, R. J. Randall. *J. Biol. Chem.*, 193, 1951, 265.
10. *Methods in Enzymology*, Academic Press, New York, 1975.
11. L. Burzio, S. S. Koide. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 40, 1970, 1013.

О. С. ДЖИШКАРИАНИ, Т. А. ЛУРСМАНАШВИЛИ, М. А. ЦАРЦИДZE,  
Б. А. ЛОМСАДZE

### ЛИПИДНЫЙ СОСТАВ И АСИММЕТРИЧНОСТЬ ФОСФОЛИПИДОВ ЛИЗОСОМ В НОРМЕ И ПРИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННОМ РОСТЕ

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 12.7.1978)

Липиды являются динамическими компонентами мембран, которые участвуют в поддержании постоянства и стабильности мембранной организации, постоянно вступая в тонко сбалансированные реакции распада и ресинтеза [1]. Количественные изменения липидов должны привести к изменениям структурной организации биологических мембран и их функциональной активности. Поэтому исследование количественных изменений нейтральных липидов и фосфолипидов, а также асимметричности фосфолипидов мембран лизосом в норме и при злокачественном росте представляет интерес в аспекте изучения проницаемости и структурной организации мембран интактных и опухолевых лизосом.

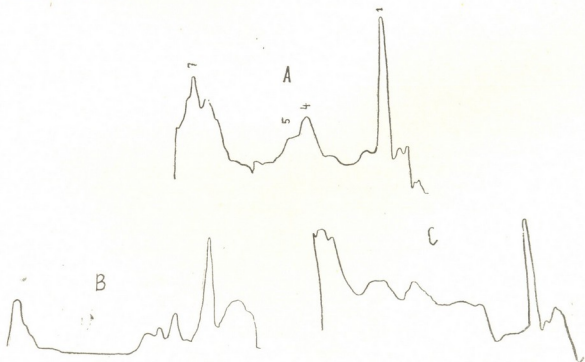


Рис. 1. Денситограммы нейтральных липидов лизосом печени интактных крыс (А), крыс-опухоленосителей (В) и опухоли (С)

Объектом исследования служили лизосомы, выделенные из печени интактных беспородных крыс весом 80--100 г и опухоли крыс, которым трансплантировалась карцинома Герена [2]. Общая фракция липидов из лизосом выделялась по методу [3]. Разделение липидов проводилось с помощью тонкослойной хроматографии для нейт-



ральных липидов по методу [4] и для фосфолипидов по методу [5]. Асимметричность фосфолипидов лизосом изучалась по доступности фосфолипидов для гидролиза липазой.

Изменение содержания нейтральных липидов, в частности холестерина и его эфиров, вызывает изменение жидко-кристаллической структуры биологических мембран [6], что приводит к изменению и их функции.

Тонкослойная хроматография и денситограммы (рис. 1) нейтральных липидов интактных и опухолевых лизосом позволяют выделить семь фракций: холестерин (1), неэстерифицированные жирные кислоты (4), триглицериды (5), эфиры холестерина (7) и остальные—неидентифицированные соединения. Сравнительный анализ показывает, что соотношения нейтральных липидов в интактных и опухолевых лизосомах резко отличаются друг от друга. Если соотношение холестерин:неэстерифицированные жирные кислоты:триглицериды:эфиры холестерина для интактных лизосом составляет 2,4:1,0:1,6:5,0, то в лизосомах печени крыс-опухоленосителей и опухоли оно равно 2,0:1,4:1,0:2,5 и 1:1, 1:1, 5:3,6 соответственно. Таким образом, как видно из рис. 1, опухолевый рост сопровождается изменением соотношений между нейтральными липидами лизосом.

При злокачественном росте в лизосомах опухоли и печени крыс-опухоленосителей происходят как количественные, так и качественные изменения фосфолипидного состава, причем наиболее существенно изменяется содержание минорных компонентов фосфолипидов (см. таблицу). Доля фосфатидилсерина в фосфолипидном составе ли-

Количественные изменения процентного содержания фосфолипидов в общей фракции липидов лизосом интактных и опухолевых крыс

Фракции	Контроль	Контроль +липаза	Печень опу- холеносителя	Опухоль	Опухоль +липаза
Фосфатидилсерин	1,95±0,3	2,0 ±0,15	4,4 ±0,25	12,5 ±0,4	2,71±0,25
Фосфатидилинозит	9,97±0,32	2,93±0,1	8,66±0,2	3,25±0,12	3,34±0,2
Кардиолипины+фос- фатидные кислоты	8,32±0,23	5,58±0,4	8,52±0,15	6,91±0,31	7,0 ±0,18
Сфингомиелин	6,88±0,2	6,9 ±0,2	5,56±0,1	9,03±0,08	9,0 ±0,05
Фосфатидилхолин	36,24±0,21	35,1 ±0,14	45,86±0,17	50,69±0,51	39,82±0,45
Лизофосфатидилхолин	13,67±0,12	7,91±0,25	6,12±0,3	8,02±0,15	8,22±0,32
Фосфатидилэтаноламин	16,51±0,4	6,1 ±0,23	10,83±0,31	7,74±0,25	7,31±0,15

зосом увеличивается от 2% для интактных лизосом до 4,4 и 12,5% для лизосом печени крыс-опухоленосителей и опухоли соответственно. Резко увеличивается также доля основной фракции фосфолипидов—фосфатидилхолинов и сфингомиелина в фосфолипидах опухолевых лизосом. Изменение содержания вышеуказанных фосфолипидов в лизосомальных мембранах, возможно, определяет активность мембраносвязанных ферментов, тем более что известна способность этих фракций фосфолипидов оказывать существенное влияние на активность данных ферментов [7].

Доля кардиолипинов и фосфатидных кислот в фосфолипидах опухолевых лизосом мало отличается от таковых интактных лизосом. Что касается фосфатидилэтаноламина, лизофосфатидилхолина и фосфатидилинозита, то доля их содержания в фосфолипидах опухолевых лизосом резко уменьшается.

Таким образом, изучение изменения липидного состава мембран лизосом при злокачественном росте показывает, что данный феномен, возможно, является прямой причиной изменения активности мембраносвязанных ферментов лизосом при злокачественном росте, которое сопровождается изменением жидко-кристаллической структуры и функции мембран.

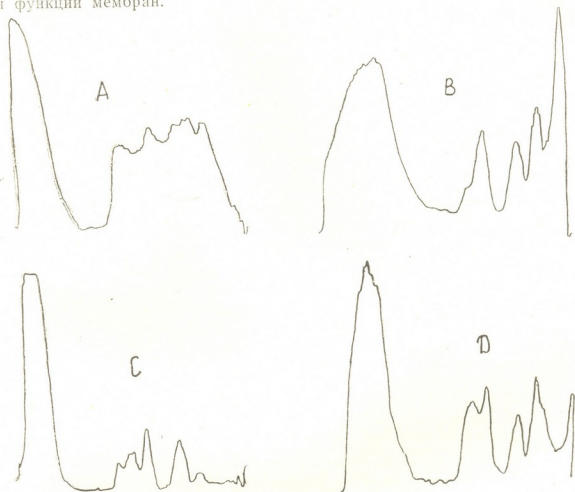


Рис. 2. Денситограммы фосфолипидов: А — лизосомы печени интактных крыс, В — обработанных липазой лизосом печени интактных крыс, С — лизосом опухоли крыс, Д — обработанных липазой лизосом опухоли крыс

Параллельно изучению количественных изменений липидов лизосом при злокачественном росте проводились опыты по исследованию асимметричности фосфолипидов мембран лизосом в норме и при канцерогенезе, так как функциональное состояние биологических мембран зависит в основном от расположения липидов в мембранах. При сравнении хроматограмм фосфолипидов интактных и опухолевых лизосом с таковыми после их обработки липазой на внешней стороне мембраны интактных лизосом выявлено ~ 78% фосфатидилинозита, 42% фосфатидилэтаноламина и лизофосфатидилхолина и малое количество фосфатидилхолина (~3%) (рис. 2, таблица). Остальная часть вышеуказанных фосфолипидов, а также фосфатидилсерин и сфингомиелин находятся на внутренней поверхности мембраны. Что касается мембран опухолевых лизосом, то на их внешней поверхности обнаружено ~ 80% фосфатидилсерина, 21,5% фосфатидилхолина и 5,4% фосфатидилинозита. Возможно, что недоступные липазе липиды расположены на внутренней поверхности мембраны или же экранированы периферическими белками.

Различия, наблюдаемые в расположении фосфолипидов на мембранах интактных и опухолевых лизосом, свидетельствуют о том, что злокачественный рост сопровождается глубокими изменениями содержания и асимметричного расположения фосфолипидов, приводящими к возникновению различий в структурной организации мембран интактных и опухолевых лизосом, следствием чего является изменение их функциональной активности.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 21.7.1978)

ბიოქიმია

ო. ჯიშკარიანი, თ. ლურსმანაშვილი, ა. ცაგვიძე, ბ. ლომსაძე

ლიზოსომური მემბრანების ლიპიდური შემადგენლობა და მათი ასიმეტრიული განაწილება ნორმალსა და აპოპტოზის განმავლობაში სიმსივნის ზრდის დროს

რეზიუმე

შესწავლილია ლიზოსომური მემბრანების ფოსფოლიპიდების ასიმეტრიული განაწილება, აგრეთვე მათი და ნეიტრალური ლიპიდების რაოდენობრივი ცვლილება ნორმალსა და ავთვისებიანი სიმსივნის ზრდის დროს.

აღმოჩნდა, რომ სიმსივნურ ზრდას თან სდევს ლიზოსომური ლიპიდების და განსაკუთრებით ფოსფოლიპიდების თანაფარდობის ცვლილება. ფოსფატიდილქოლინის წილი მთელს ლიპიდურ ფრაქციაში იზრდება, ფოსფატიდილსერინისა კი მცირდება. ამასთან შეიმჩნევა ფოსფოლიპიდების ასიმეტრიული განლაგების თავისებურებები ინტაქტური და სიმსივნური ლიზოსომების მემბრანების ზედაპირზე.

BIOCHEMISTRY

O. S. JISHKARIANI, T. A. LURSMANASHVILI, M. A. TSARTSIDZE,  
B. A. LOMSDADZE

### LIPID COMPOSITION AND ASYMMETRY OF LYSSOME PHOSPHOLIPIDS IN NORMAL AND TUMOROUS GROWTH

#### Summary

Quantitative changes of neutral lipids and lysosome phospholipids in normal and tumorous growth, as well as asymmetrical arrangement of lipids of membranes of lysosomes, were studied. Tumorous growth was found to be accompanied by changes of ratios between; the lipids of lysosomes.

Phospholipids suffer the greatest change; the share of phosphatidylcholine in the entire lipid fraction increases and phosphatidylserine decreases. Differences are also observable in the asymmetry of the arrangement of phospholipids on the membrane surface of intact and tumorous lysosomes.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. М. Кревец. Фосфолипиды клеточных мембран нервной системы в развитии животного мира. М., 1967.
2. P. L. Sawant, S. Shibko, U. S. Kunta, A. D. Tarpeil. Biochem. Biophys. Acta, 85, 1964, 82.
3. М. В. Патрикеева. Автореферат канд. дисс. Л., 1965.
4. Л. В. Сучак, В. М. Мережинский. Биохимия, вып. 2, 1974, 75.
5. Г. В. Новицкая. Методическое руководство по ТХ фосфолипидов. М., 1972.
6. G. M. Boggs, I. C. Hsia. Biochem. Biophys. Acta, 290, 1972, 32.
7. B. Clark. Biochem. Biophys. Res. Commun., 52, 1973, 173.

М. Р. ҚАЗАХАШВИЛИ, Н. В. ВОРОНОВА

## ВЛИЯНИЕ АДРЕНАЛИНА НА КОЛИЧЕСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РНК В НЕЙРОНАХ И НЕЙРОГЛИИ ГИПОТАЛАМУСА И ГИППОКАМПА КРЫС

(Представлено академиком П. А. Кометиани 27.7.1978)

Одной из особенностей нервной системы является наличие в ней синаптического аппарата, ведущая роль в работе которого принадлежит нейротрансмиттерам, в том числе катехоламинам. Образование и устранение нейротрансмиттеров регулируются ферментами, а синтез последних осуществляется генетическим аппаратом, триадой ДНК-РНК-белок [1]. Важное значение имеет также наличие корреляции между функциональным состоянием нервных клеток и количеством в них РНК.

Ранее нами [2] было изучено влияние норадреналина на количественное распределение РНК в цитоплазме, кардиоплазме и ядрышке нейронов, а также тотально в клетках свободной глии гиппокампа и гипоталамуса крыс после его интравентрикулярного введения. На фоне уменьшения кардиоплазматической и цитоплазматической РНК был обнаружен заметный прирост ядрышковой РНК в нервных клетках гипоталамуса и гиппокампа. Одновременно увеличивалось количество РНК в клетках глии.

В настоящем сообщении приводятся данные проведенных нами экспериментов по изучению влияния адреналина на содержание РНК в цитоплазме, кардиоплазме и ядрышке нейронов, а также тотально в клетках свободной глии гипоталамуса и гиппокампа.

Опыты ставились на белых крысах-самцах весом около 200 г. Адреналин вводился животным под легким эфирным наркозом по 25 мкл билатерально в третий желудочек мозга в количестве  $9 \cdot 10^{-4}$  М в физиологическом растворе. Контрольным животным вводился физиологический раствор. Животные забивались декапитацией через 40 минут и 2 часа после введения, быстро извлекался задний гипоталамус и гиппокамп. Приготовление препаратов пластических отпечатков, обработка их ДНК-азой, окрашивание и количественное определение РНК описаны ранее [2—4].

Было выяснено, что через 40 минут после введения адреналина количество РНК в клетках гипоталамуса изменяется, а именно: увеличивается в цитоплазме и уменьшается в кардиоплазме — на 29,7 и 9,5% соответственно. При этом достоверных изменений не наблюдается в ядрышке и глыальных клетках (табл. 1).

Эти данные частично согласуются с результатами Э. Н. Гаховой и Б. Н. Вепринцева [5], которые наблюдали уменьшение синтеза РНК в ядре нервных клеток моллюсков под влиянием адреналина через 40 минут после введения метки. Вместе с тем, авторы, хотя и не обнаружили увеличения транспорта уридина в цитоплазму, указывают, что активируется транспорт, видимо, тех запасов РНК,



которые были синтезированы до прибавления метки. Подтверждением этого допущения служит факт изменения морфологической картины ядра и околядерной мембраны под влиянием адреналина. В наших опытах, наряду с уменьшением количества РНК в кардиолазме, увеличивалось ее количество в цитоплазме. Видимо, под влиянием адреналина через ядерную мембрану происходит усиленный транспорт веществ, в том числе и РНК.

Таблица 1

Влияние адреналина на содержание РНК в цитоплазме, кардиолазме и ядрышке нейронов и тотальной нейроглии гипоталамуса через 40 минут после его введения (количество РНК в отн. ед.)

Исследуемые клетки		Контроль M±m	Опыт M±m	Изменение, %	Достоверность изменений P>
Нейрон	Цитоплазма	1,92±0,07	2,49±0,06	+29,7	<0,001
	Кардиолазма	13,92±0,48	12,60±0,45	-9,5	<0,05
	Ядрышко	1,00±0,04	1,17±0,05	+17,0	>0,1
Г л и я		5,39±0,14	5,21±0,15	-3,3	>0,05

Противоположный эффект отмечается в гипоталамусе через 2 часа после введения адреналина: количество РНК достоверно уменьшается в цитоплазме и увеличивается в кардиолазме—на 39,8 и 41,7% соответственно (табл. 2). Уменьшается количество РНК также в ци-

Таблица 2

Влияние адреналина на содержание РНК в цитоплазме, кардиолазме и ядрышке нейронов и тотальной нейроглии гипоталамуса и гиппокампа через 2 часа после его введения (количество РНК в отн. ед.)

Участки мозга	Исследуемые клетки		Контроль M±m	Опыт M±m	Изменение, %	Достоверность изменений P>
Гипоталамус	Нейрон	Цитоплазма	2,74±0,15	1,65±0,21	-39,8	<0,001
		Кардиолазма	11,76±0,54	16,66±0,77	+41,7	<0,001
		Ядрышко	1,35±0,13	1,30±0,08	-3,7	>0,5
	Г л и я		4,68±0,17	4,24±0,19	-9,4	>0,05
Гиппокамп	Нейрон	Цитоплазма	3,48±0,18	2,95±0,10	-15,2	<0,02
		Кардиолазма	17,10±0,79	16,88±0,62	-1,3	>0,1
		Ядрышко	1,37±0,09	1,17±0,12	-14,6	>0,05
	Г л и я		6,36±0,27	6,48±0,27	+1,9	>0,05

топлазме нейронов гиппокампа через 2 часа после введения адреналина — на 15,2%. Что же касается ядрышек и глиальных клеток, а также кардиолазмы нейронов гиппокампа, то достоверных изменений не отмечено.



Эти результаты также согласуются с данными вышеуказанных исследователей [5], которые установили, что после инкубирования нервных клеток моллюсков в присутствии адреналина и меченого уридина происходит привыкание к медиатору, значение мембранного потенциала возвращается к первоначальному. Спустя 2 часа разница во включении метки между контролем и опытом сокращается, а через 3 часа опытные клетки почти не отличаются от контрольных.

В наших опытах уменьшение количества цитоплазматической РНК, видимо, можно объяснить не только ее использованием клеткой, но и, возможно, ее оттоком по аксоплазме [6]. Полученные нами данные согласуются также с результатами опытов, проведенных в нашей лаборатории [7]. Было обнаружено, что под влиянием интравентрикулярно введенного адреналина, после одночасовой экспозиции, в ядерной фракции, выделенной из гомогената цельного мозга крысы, происходит стимулирование синтеза ДНК-зависимой РНК-полимеразы.

Таким образом следует заключить, что адреналин достоверно изменяет активность РНК. Эти изменения неоднозначны как в разных структурах, так и в отношении разных РНК. Причину разной направленности эффектов адреналина нужно искать в действии ряда факторов, таких как транспорт РНК из ядра в цитоплазму и, возможно, отток РНК в аксоплазму. Наши данные позволили также прийти к заключению о большей адреногенности нервных клеток гипоталамуса, чем гиплокампа.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт физиологии  
им. И. С. Бериташвили

(Поступило 28.7.1978)

პირობები

ა. სასახაშვილი, ნ. ჯორჯოვა

ადრენალინის გავლენა რნმ რადიონობრივ განაწილებაზე  
მიტოზის ჰიპოთალამუსისა და ჰიპოკამპის  
ნეირონებსა და ნეიროგლიაში

რეზიუმე

შესწავლილია ინტრავენტრიკულარულად შეყვანილი ადრენალინის გავლენა რნმ-ის რადიონობაზე ჰიპოთალამუსისა და ჰიპოკამპის ნეირონების ციტოპლაზმისა, კარიოპლაზმისა და ბირთვებში და ტოტალურად გლიალურ უჯრედებში. მიღებული მონაცემებით ირკვევა, რომ ადრენალინი ცვლის რნმ-ის აქტივობას, მაგრამ ეს ცვლილებები ტვინის სხვადასხვა უბანში განსხვავებულია. არაერთგვარია ცვლილებები აგრეთვე ნეირონის სხვადასხვა სტრუქტურაში.

M. R. KAZAKHASHVILI, N. V. VORONOVA

## EFFECT OF ADRENALINE ON THE RNA DISTRIBUTION IN THE NEURONS AND NEUROGLIA OF THE RAT HYPOTHALAMUS AND HIPPOCAMPUS

## Summary

The effect of adrenaline, administered intraventricularly, on the RNA in the cytoplasm, caryoplasm and nucleoli, and totally, in the glial cells of the hypothalamus and hippocampus was studied. The obtained results indicate that adrenaline changes RNA activity and that these changes are not similar either in the different brain regions or in various structures of neuron cells.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. А. Коветнани, В. Н. Чикваидзе. Об участии генетического аппарата в поведенческих актах, инициируемых нейротрансмиттерами. Тбилиси, 1976.
2. М. Р. Казахашвили, Н. В. Воронова. Сообщения АН ГССР, 88, № 1, 1977, 185—188.
3. Z. Lodin, J. Hartman, M. Kazakhashvili, K. A. Chaubal, J. Muller. Brain Res. 6, 1967, 489—509.
4. М. Р. Казахашвили. Цитология, 16, № 8, 1974, 988—992.
5. Э. Н. Гахова, Б. Н. Вепринцев. Сб. «Клеточные механизмы памяти». Пушино-на-Оке, 1973, 157—167.
6. V. E. Shashoua. In: International Review of Neurobiology, New York 16, 1974, 183—231.
7. Р. Г. Ахалкаци, Х. М. Чкония. Тезисы материалов VI Всесоюзного симпозиума по структуре и функции клеточного ядра. Алма-Ата, 1977.

М. Ш. ГОРДЕЗИАНИ, Е. А. БОБОХИДЗЕ

## ИЗМЕНЕНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННОГО СООТНОШЕНИЯ ПРОЦЕССОВ ЭТЕРИФИКАЦИИ И ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ ХОЛЕСТЕРОЛА В ЛИСТЬЯХ РАСТЕНИЙ

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 27.7.1978)

Проведенными ранее в нашем институте исследованиями показано, что экзогенный холестерол активно деградируется растительной тканью с образованием метаболически активных веществ [1, 2]. Предложена схема последовательного окисления холестерола, в которой начальной стадией является гидроксилирование ароматического кольца [2, 3]. Показано также, что в этом процессе участвует НАДФН+Н<sup>+</sup>, образованный внутримитохондриально [4]. Роль процесса этерификации в общем метаболизме холестерола в растении остается неясной, на животных объектах же этот вопрос в аспектах регуляции интенсивно изучается. Считается, что образование эфиров холестерола с высокомолекулярными жирными кислотами является депонирующим процессом, откуда впоследствии происходит реализация этого стерола на нужды клетки [5—7]. Исходя из этого мы попытались установить изменение количественных соотношений процессов этерификации и окислительного распада усвоенного холестерола.

Тонко нарезанные листья виноградной лозы сорта Ркацителы (*Vitis vinifera*) и юкки славной (*Jukka gloriosa*) инкубировали в течение 4 часов с 4-<sup>14</sup>C холестеролом и соответствующими веществами. Образцы промывали проточной водой под давлением до исчезновения в ней радиоактивности, материал фиксировали в аппарате Коха. Путем экстракции гексаном (30 часов) и 80% этанолом была получена фракция нейтральных липидов и метаболически активных веществ (суммарная фракция органических кислот, аминокислот и сахаров). Разделение свободных и этерифицированных стеролов осуществляли методом ТСХ (силикагель Л—5/40 м, растворитель — бензол-серный эфир 7:3). Радиоактивность фракции измеряли на жидкостно-сцинтилляционном счетчике SL-30.

Параллельно с опытными вариантами ставили «мертвый опыт». Листья фиксировали в аппарате Коха и инкубировали в течение 4 часов в соответствующих растворах. В дальнейшем все процедуры экстракции проводили вышеуказанным способом и вносили соответствующие поправки в радиоактивность полученных фракций.

Из таблицы видно, что в листьях лозы пальмитат и стеарат заметно стимулируют образование метаболически активных веществ. С другой стороны, с уменьшением синтеза свободных стеролов наблюдается значительное увеличение радиоактивности фракции этерифицированных стеролов. В обоих случаях более эффективен стеарат,

что можно объяснить более высоким родством стеарата к синтетазам эфиров, по сравнению с пальмитатом. В присутствии в инкубационной среде АТФ, цАМФ и глутатиона максимально увеличивается радиоактивность фракции, растворимой в 80% этаноле. Эта стимуляция отличается резким спадом радиоактивности фракции этерифицированных стеролов.

Процентное распределение радиоактивной метки 4-<sup>14</sup>C-холестерола во фракции, полученной из листьев виноградной лозы и юкки славной. Условия опыта: фосфатный буфер рН 6,2 для лозы и рН 5,0 для юкки; 4-<sup>14</sup>C-холестерол 1,5 мк Ci ( $2 \cdot 10^{-3}$  М); Mg<sup>2+</sup> 16 мМ; пальмитат и стеарат  $2 \cdot 10^{-3}$  М; АТФ 300 мкМ; цАМФ 60 мМ; циклогексимид 50 мкг/мл

Варианты опыта	Радиоактивность отдельных фракций, % суммарной радиоактивности					
	Фракция, растворимая в 80% этаноле		Фракция этерифицированных стеролов		Фракция свободных стеролов	
	листья виноградной лозы	листья юкки славной	листья виноградной лозы	листья юкки славной	листья виноградной лозы	листья юкки славной
4- <sup>14</sup> C-холестерол (4- <sup>14</sup> C-хл) — контроль	11,5	13,1	17,0	9,8	34,1	16,4
4- <sup>14</sup> C-хл + пальмитат	13,3	14,6	25,2	13,5	13,5	16,4
4- <sup>14</sup> C-хл + стеарат	15,0	16,9	43,7	13,5	4,8	16,7
4- <sup>14</sup> C-хл + АТФ	19,7	18,0	5,4	5,8	38,5	13,7
4- <sup>14</sup> C-хл + АТФ + цАМФ + глутатион	25,6	23,7	4,2	4,2	29,1	9,3
4- <sup>14</sup> C-хл + циклогексимид	9,4	10,5	8,0	3,4	28,7	15,5

Можно допустить, что в образовании низкомолекулярных соединений участвует именно холестерол, освободившийся при гидролизе эфиров. Отсутствие значительного накопления свободных стеролов на фоне изменения количественных соотношений этерифицированных стеролов и метаболически активных веществ, возможно, указывает на почти одинаковую пропускную способность внутриклеточных эстеразных, монооксигеназных и оксидазных систем. Не исключено также, что этерификация холестерола и его окислительная деградация являются двумя параллельными процессами и активирование аденозинфосфатами второго процесса может вызвать уменьшение потока холестерола, участвующего в процессе этерификации.

Под влиянием циклогексимида значительно снижается синтез эфиров, в меньшей степени он действует на образование метаболически активных веществ. Это нельзя объяснить блокированием транспортного пути холестерола к митохондриям, а также ингибирующим действием циклогексимида на митохондриальное дыхание. Нами обнаружено, что высокие концентрации (50—100 мкг/мл) ингибитора абсолютно не действуют на дыхание изученных листьев растений. Вероятнее всего, указанный эффект циклогексимида связан с угнетением синтеза рибосомальных белков и, в частности, синтеза эфиров стеролов.

Аналогичная закономерность установлена и для листьев юкки славной: пальмитат и стеарат увеличивают радиоактивность метаболически активных веществ и этерифицированных стеролов. АТФ, а также АТФ, цАМФ и глутатион увеличивают образование радиоактивности 80% этаноловой фракции, чему сопутствует снижение общей радиоактивности фракции этерифицированных стеролов. Разница лишь в том, что в листьях юкки не замечается разное действие пальмитата и стеарата.

Привлекает внимание то, что в листьях обоих растений в присутствии АТФ, цАМФ и глутатиона радиоактивность фракции метаболически активных веществ достигает 25% суммарной радиоактивности (учитывается радиоактивность сухих растительных остатков и  $CO_2$ ). Таким образом, 1/4 часть усвоенного холестерина превращается биодegradативно. В условиях 4-часовой инкубации это является высоким показателем, что указывает на присутствие активной ферментной системы, катаболизирующей холестерол в листьях виноградной лозы и юкки славной.

Следует отметить достаточно высокие радиоактивности сухих остатков после экстракции гексаном. Видимо, холестерол в листьях исследуемых растений адсорбционными или другими слабыми силами связан с денатурированными белками, полисахаридами или мембранами. В. П. Ржехин [8] различает три типа взаимодействия белков и липидов. Это адсорбция; образование более прочных липопротеидных комплексов, из которых липид вымывается только горячим этанолом; очень прочные липопротеидные комплексы, которые разлагаются только водяной или спиртовой щелочью. Для установления образования в изученных объектах подобных комплексов мы произвели ступенчатую экстракцию в следующей последовательности: 96% этанол (1,5 часа), гексан (30 часов), хлороформ-метанол (2:1, 20 часов). Изучение радиоактивности полученных фракций показало, что 96% этанол только частично вымывает радиоактивность из сухого остатка, но после этого экстракция гексаном более эффективна. Вероятно, этанол ослабляет те силы, которые связывают определенное количество холестерола, находящегося в клетке, и переводит его в состояние, растворимое в гексане.

После экстракции смесью метанол-хлороформ сухой остаток полностью теряет радиоактивность. Предполагается, что радиоактивные вещества, переходящие в данный растворитель, и есть стерилгликозиды.

Из проведенных экспериментов следует, что в листьях виноградной лозы и юкки славной экзогенный холестерол участвует в процессе этерификации, окисляется до соединений алифатического ряда, образует прочные липопротеиновые и гликолипидные комплексы и т. д. Изучение качественного и количественного содержания фракции свободных стеролов даст возможность установить роль экзогенного холестерола во внутриклеточном стероидогенезе.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт биохимии растений

(Поступило 27.7.1978)



მ. გორდეზიანი, ე. ბობოხიძე

ქოლესტეროლის ეთერიფიკირებისა და ქანგვით  
 გარდაქმნის რაოდენობრივი ცვლილებები  
 მცენარის ფოთლებში

რეზიუმე

რქაწითელის ჯიშის ვაზისა და იუკა დიდებულის ფოთლებში შესწავლილია ეგზოგენური ქოლესტეროლის ეთერიფიკირებისა და ქანგვით გარდაქმნა რაოდენობრივი ცვლილებები. ნაჩვენებია, რომ სარეაქციო არეში ცხიმოვანი მჟავების თანამყოფობა ზრდის ქოლესტეროლის ეთერიფიკირების პროცესს. მეორე მხრივ, ატფ ცალკე, აგრეთვე ატფ, ციკლური-ატფ და გლუტათიონი ერთად აღიერებენ ქოლესტეროლიდან მეტაბოლურად აქტიური ნაერთების წარმოქმნას და ეს ხორციელდება ეთერიფიკაციის პროცესის შემცირების პარალელურად. გამოთქმულია მოსაზრება, რომ მცენარეში უშუალო კავშირი არსებობს ამ ორ მეტაბოლურ გზას შორის.

BIOCHEMISTRY

M. Sh. GORDEZIANI, E. A. BOBOKHIDZE

QUANTITATIVE CHANGES OF CHOLESTEROL ETHERIFICATION  
 AND OXIDATIVE TRANSFORMATIONS IN PLANT LEAVES

Summary

Quantitative changes of exogenous cholesterol etherification and oxidative transformations have been studied in grapevine variety "Rkatsiteli" and in leaves of Juca. The presence of fatty acids in the reaction medium was found to increase the process of cholesterol etherification. ATP singly, as well as ATP, cyclic AMP and glutathione, increased the formation of metabolically active compounds from cholesterol, this occurring simultaneously with the decrease of etherification. It is suggested that these two metabolic pathways are directly interrelated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. В. Дурмишидзе. Тез. докл. IV научной сессии Лаборатории биохимии растений АН ГССР. Тбилиси, 1970.
2. С. В. Дурмишидзе, Т. В. Бериашвили. ДАН СССР, 220, 3, 1975, 729—732.
3. Е. А. Бобохидзе. Сообщения АН ГССР, 88 № 1, 1977, 189—192.
4. С. В. Дурмишидзе, М. Ш. Гордзеани, Е. А. Бобохидзе. Изв. АН ГССР, сер. биол., т. 4, № 4, 1978, 327—334.
5. L. D. Garren, C. N. Gill, J. Mashl, G. M. Walton. Recent Prog. Horm. Res. № 27, 1971, 243.
6. H. Wiestan, W. H. Trzeciak, S. George, G. S. Boyd. Europ. J. Biochem. 37, № 2, 1973, 327—331.
7. G. S. Boyd, W. H. Trzeciak, N. V. Ann. Acad. Sci. 212, 1973, 361—377.
8. В. П. Ржекин. Журнал Всесоюзного биохимического общества им. Д. И. Менделеева, т. 14, № 2, 1969, 140—148.

Р. Д. КОРДЗАХИЯ, О. В. АБАШИДZE, Н. Н. НУЦУБИДZE

## ВНУТРИКЛЕТОЧНАЯ ЛОКАЛИЗАЦИЯ НИТРАТРЕДУКТАЗЫ В КОРНЯХ И ЛИСТЬЯХ КУКУРУЗЫ

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 27.7.1978)

В системе ферментов нитратвосстановительной цепи решающая роль отводится нитратредуктазе. Исследование нитратредуктазы вызывает большой интерес, так как особенности ее действия определяют эффективность работы нитратвосстановительной ферментной системы.

Несмотря на то что нитратредуктаза изучается уже давно, до сих пор не установлено место ее действия внутри клетки растений. Различные мнения о локализации нитратредуктазы вызвано разнообразием объектов и лабильностью фермента [1].

Действие нитратредуктазной ферментной системы в зеленых, фотосинтезирующих растениях связывают с хлоропластами. Нитратредуктазу считают экзохлоропластовым, а нитритредуктазу — эндохлоропластовым ферментом [2]. По Гранту и сотр., нитратредуктаза в листьях шпината локализована в надосадочной жидкости и в неинтактных хлоропластах [3]. В корнях пшеницы нитратредуктаза ассоциирована на внешней мембране митохондрий [4].

В последние годы стало возможным выделение новых субклеточных структур — микротелец, в связи с этим появились работы, в которых микросомы (так называемые нитросомы) признаны местами нитрат- и нитритредуктаз [5]. С помощью ингибиторов синтеза белка получены результаты, указывающие на локализацию нитратредуктазы в цитоплазме и на ее синтез в цитоплазматических рибосомах. Показано также, что при экстракции нитратредуктаза может неспецифично адсорбироваться на всех органеллах, что вызывает ряд артефактов при ее изучении [6].

В настоящей работе исследована локализация нитратредуктазы в корнях и листьях кукурузы.

В качестве объекта были взяты корни и листья проростков кукурузы сорта Аджаметис тетра. Гомогенизация корней проводилась 0,05 М фосфатным буфером при pH 7,8. Среда для выделения нитратредуктазы содержала: 0,4 М сахарозы, 0,001 М  $MgCl_2$ , 0,005 М ЭДТА и 0,001 М глутамин. При гомогенизировании листьев применялась среда Хонды [1].

Субклеточные структуры выделялись из экстрактов корней и листьев кукурузы дифференциальным центрифугированием. В выделенных фракциях определялась активность нитратредуктазы [8], цитохром-С-оксидазы и каталазы [9, 10].

Активность цитохром-С-оксидазы устанавливалась по скорости окисления восстановленного цитохрома при 550 нм. Для восстановления окисленного цитохрома применялся цистеин. Содержание белков определялось по Лоури [11].

В таблице представлено распределение активностей нитратредуктазы и цитохром-С-оксидазы в фракциях, выделенных из корней кукурузы. Самые высокие активности нитратредуктазы и цитохром-С-оксидазы выявлены в пятой фракции. Так как цитохром-С-оксидаза является маркерным ферментом митохондрий, пятую фракцию можно считать фракцией, богатой митохондриями.

Распределение активности нитратредуктазы и цитохром-С-оксидазы во фракциях, полученных из гомогената корней кукурузы

Фракции	Удельная активность нитратредуктазы, $\text{NO}_2$ $\mu\text{мг}$ белка	Активность цитохром-С-оксидазы, $\Delta\text{E}/\text{л}$ мин
Гомогенат	1,50	0,52
II—супернатант 18000 xg	0,50	0,52
III—надосадочная жидкость после промывания 18000 xg	0,20	0,10
IV—надосадочная жидкость после промывания 18000 xg	0,12	0,05
V—осадок—фракция, богатая митохондриями	3,25	2,00
VI—фракция V + 1% додецилсульфат-Na	—	—

В фракции, богатой митохондриями, после обработки ее 1% додецилсульфатом-Na в течение 30 минут, нитратредуктазная активность падает до нуля. Видимо, нитратредуктаза в клетках корней кукурузы крепко адсорбирована на внешней мембране митохондрий и не десорбируется даже при двухкратном промывании.

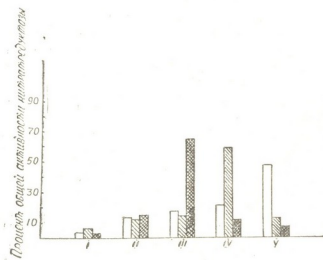


Рис. 1. Процентное распределение нитратредуктазы, цитохром-С-оксидазы и каталазы в фракциях, выделенных из гомогената листьев кукурузы: I фракция—осадок при 300 g; II фракция—осадок при 1000g; III фракция—осадок при 20000g; IV фракция—осадок при 90000g; V фракция—супернатант при 90000 g; □—нитратредуктазная активность,  $\text{NO}_2$   $\mu\text{мг}$  белка; ▨—каталазная активность, % общей активности; ▩—цитохром-С-оксидазная активность, % общей активности.

На рис. 1 представлено распределение активностей нитратредуктазы, каталазы, цитохром-С-оксидазы в фракциях, полученных из гомогенатов листьев кукурузы. В фракциях, полученных центрифугированием при 1000, 20000 и 90000 g, нитратредуктазная активность составляет соответственно 12, 16 и 22% общей активности фермента. Большая часть (~47% общей активности) нитратредуктазы приходится на фракцию цитозоля.

В цитозоле активности цитохром-С-оксидазы и каталазы минимальны. Присутствие этих ферментов в цитозоле можно объяснить разрушением субклеточных структур в процессе гомогенизации. Назван-

ные ферменты из органелл клеток свободно вымываются при простом суспандировании их осадков фосфатным буфером.

Судя по нашим результатам, нитратредуктазу листьев кукурузы нельзя считать ферментом, локализованным в какой-либо структуре, так как ее активность проявляется во всех структурах клетки, хотя большая ее часть представлена в цитозоле. Эти данные подтверждаются работой Бутца и Джексона, где показано, что синтез нитратредуктазы происходит в цитоплазме [12]. Мономеры этого фермента образуют димеры, из димеров составляются тетрамеры, которые связываются с цитоплазматическими мембранами.

Таким образом, в корнях кукурузы нитратредуктаза локализована преимущественно на внешней мембране митохондрий, а в листьях — в цитозоле.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт биохимии растений

(Поступило 27.7.1978)

ბიოქიმიის

რ. კორძაქია, ო. აბაშიძე, ნ. ნუცუბიძე

ნიტრატრედუქტაზას უნიდაუჯრედული ლოკალიზაცია  
სიმინდის ფესვებსა და ფოთლებში

რეზიუმე

აჯამეთის თეთრი სიმინდის ფესვების და ფოთლების ჰომოგენატიდან დიფერენციალური ცენტრიფუგირების მეთოდით გამოყოფილია სუბუჯრედული სტრუქტურები. ნიტრატრედუქტაზას, ციტოქრომ-*C*-ოქსიდაზას და კატალაზას აქტივობათა განაწილების შესწავლის საფუძველზე დადგენილ იქნა, რომ ნიტრატრედუქტაზა სიმინდის ფესვების უჯრედებში ასოცირებულია მიტოქონდრიის გარეთა მემბრანაზე. ფოთლებში კი ნიტრატრედუქტაზა არ უნდა იყოს ლოკალიზებული რომელიმე ერთ სტრუქტურაში, რადგანაც მისი აქტივობა გამოქვავდა უჯრედის ყველა ორგანელში, უმეტესად კი ციტოზოლში.

BIOCHEMISTRY

R. D. KORDZAKHIA, O. V. ABASHIDZE, N. N. NUTSUBIDZE

INTRACELLULAR LOCALIZATION OF NITRATE REDUCTASE IN  
ROOTS AND LEAVES OF MAIZE

Summary

Using differential centrifugation, subcellular structures have been isolated from root and leaf homogenates of "Ajametis Tetri" maize variety. In terms of the activity distribution of nitrate reductase, cytochrome-C-oxidase and catalase nitrate reductase in maize root cells was found to be associated on the external membranes of mitochondria. In leaves, nitrate reductase is unlikely to be localized in a single structure, for its activity is manifested in all the structures of the cell, being largely represented in the cytosole.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Л. Кретович. Обмен азота в растениях. М., 1972.
2. G. L. Ritenour, K. W. Joy, J. Bunning, R. N. Hageman. *Plant Physiol.* 42, 2, 1967, 233.
3. B. R. Grant, C. N. Atkins, D. T. Canvin. *Planta.* 94, 1, 1970, 60.
4. B. J. Milfin. *Nature*, 214, 5093, 1967, 1133.
5. S. H. Lips, J. Avissar. *Europ. J. Biochem.* 29, 1, 1972, 20.
6. L. E. Schrader, L. Beever, R. H. Hageman. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 26, 1967, 14.
7. M. J. Dalling, N. E. Tolbert, R. H. Hageman. *Biochem. Biophys. Acta.* 283, 1972, 505.
8. S. Lips, J. Avissar. *Europ. J. Biochem.* 29, 1972, 20.
9. R. H. Hageman, D. Flesher. *Plant Physiol.* 35, 1960, 700.
10. N. E. Tolbert, A. Oeser, R. K. Vamasok, R. H. Hageman, T. Kasaki. *Plant Physiol.* 44, 1969, 135.
11. O. H. Lowry, N. J. Roserbrough, A. L. Forr, R. J. Rindall. *J. Biochem.* 193, 1952, 265.
12. R. G. Butz, W. A. Jackson. *Phytochemistry.* 1, 1977, 409.





МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

Т. Ш. ИМНАДЗЕ

ХАРАКТЕРИСТИКА ШТАММОВ *BAC. THURINGIENSIS*  
I СЕРОТИПА, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ НЕКОТОРЫХ КОРОЕДОВ  
В ГРУЗИИ

(Представлено академиком Л. А. Канчавели 29.5.1978)

Среди микроорганизмов, изучаемых и используемых для борьбы с вредными насекомыми, наибольший удельный вес имеют энтомопатогенные кристаллообразующие бактерии группы *Bac. thuringiensis*. В настоящее время известно около 20 разновидностей кристаллофорных бактерий, из которых шесть — *thuringiensis*, *galleria*, *dendrolimus*, *alestis*, *kurstaki*, *caucasicus* используются для изготовления биологических бактериальных препаратов. К созданным бакпрепаратам чувствительны более 160 видов вредных насекомых [1], тогда как, по данным ФАО/ВОЗ, резистентность к пестицидам развилась почти у 300 видов насекомых [2].

Известно, что бактерии *Bac. thuringiensis* I серотипа весьма ценны в практике защиты растений, так как обладают способностью продуцировать эндотоксин и термостабильный экзотоксин [3]. Из природных источников наибольшее количество изолированных культур кристаллообразующих бактерий *var. thuringiensis* падает на насекомых, особенно на хвое-листогрызущих вредителей [4—6], а что касается сведений о выделении кристаллофорных из короедов, то они крайне ограничены [7—10]. В значительной мере это обусловлено отсутствием работ по изучению микрофлоры короедов в их инфекционной патологии. Кроме того, по сравнению с другими насекомыми, эпизоотия скрытостволовых вредителей изучена недостаточно.

Нами в течение ряда лет изучалась микрофлора большого елового лубоеда (*Dendroctonus micans* Kugel) и короеда типографа (*Ips tyrographus* L.). Особое внимание уделялось кристаллообразующим бактериям, так как взаимосвязь их с короедами имеет не только познавательное, но и практическое значение [7].

При изучении микрофлоры указанных вредителей микробиологическому анализу подвергались больные и погибшие особи. Из обследованных особей, наряду с неспорносными бактериями, было выделено девять штаммов, которые по морфокультуральным свойствам относятся к группе *Bac. thuringiensis*. Детальное изучение выделенных культур по схеме [11], критерием которой являются биохимические признаки и серологические свойства н-антигена этих бактерий,

показало, что все девять штаммов относятся к *Bac. thuringiensis* var. *thuringiensis* (табл. 1).

Таблица 1  
 Биохимические и серологические свойства штаммов, выделенных из короедов

№ штаммов	АМК	ЛВР	Пленка	Пигмент	Протеолиз	Уреаза	Сахароза	Крахмал	Манноза	Салицин	Эскулин	Перекрестная сероагглютинация к н-антигену var. <i>thuringiensis</i>
118	+	+	+	—	+	—	+	+	+	+	—	1:3200
132	++	++	++	—	++	—	++	++	++	—	+	1:3200
214	+	+	+	—	++	—	++	++	++	—	+	1:3200
240	++	++	++	—	++	—	++	++	++	+	+	1:6400
249	++	++	+	—	++	—	++	++	++	+	+	1:3200
250	++	++	++	—	++	—	++	++	++	+	+	1:3200
252	++	++	++	—	++	—	++	++	++	+	—	1:6400
254	+	+	+	—	+	—	+	+	+	+	—	1:6400
264	+	+	+	—	+	—	+	+	+	+	+	1:6400
var. <i>thuringiensis</i> Berliner	+	+	+	—	+	—	+	+	+	+	+	1:3200

Примечание: + положительная реакция, — отрицательная реакция, АМК—ацетилметилкарбинол, ЛВР—лецито-вителлиновая реакция.

Исследуемые штаммы представляют собой грамположительные подвижные палочки с перитрихальными жгутиками. Vegetативные клетки расположены одиночно, попарно или цепочками —  $3,2—5,6 \times 0,7—1,2$  мк. Споры парацентральные  $0,6—0,7 \times 1,5—1,7$  мк, клетку не раздувают, при спорообразовании формируют параспоральные включения величиной 1,5 мк. Среди выделенных нами штаммов определенный интерес представляет культура № 264, характеризующаяся образованием кристалловидных токсинов кубической формы. Как известно, подобная форма параспоральных включений у культур данного вида встречается весьма редко. Все остальные штаммы продуцировали кристалловидные включения ромбовидной формы. На МПА культуры образуют большие, плоские, гладкие, зернистые, округлые грязно-белые колонии с ризоидными краями. При росте на МПБ культуры образуют муть с последующим образованием пленки, разжижают желатин, пептонизируют молоко, продуцируют ацетилметилкарбинол, не образуют уреазу, лецити-вителлиновая реакция положительная, крахмал гидролизуют, нитраты редуцируют, не образуют индол и сероводород, ферментируют с образованием кислоты без газа сахарозу, салицин, глюкозу, глицерин, мальтозу, гидролизуют эскилин, пигмент не образуют. Некоторые штаммы (214, 132) не усваивают салицин, в сравнении с типовой культурой, а культуры № 118, 214, 252, 254 не гидролизуют эскулин. При серологической диагностике штаммов использовалась перекрестная сероагглютинация к н-антигену var. *thuringiensis*. Положительная сероагглютинация устанавливалась при разведении от 3200 до 6400.

Энтомоцидная активность выделенных штаммов определялась в отношении к лубоеду и типографу в лабораторных условиях, а против листогрызущих вредителей — боярышницы, кольчатого шелкопряда, пядениц, зеленой дубовой листовертки — в природных условиях. Ли-

чинки короедов инфицировались бактериальными суспензиями в концентрации 2 млрд клеток в 1 мл, а веточки для корма листогрызущих вредителей 1 млрд в 1 мл (подсчет в камере Горяева). Опыты (по 50 личинок) ставились в трех повторностях с соответствующими контролями в течение 15 дней. Для сравнительной оценки энтомоцидной активности местных штаммов против указанных вредителей применялись 1% дендробациллин, энтобактерин и инсектин (табл. 2).

Таблица 2

Сравнительная энтомоцидная активность местных штаммов *Bac. thuringiensis* var. *thuringiensis*

Испытанные штаммы, бакпрепараты	% гибели личинок на 15-й день					
	<i>D. micans</i>	<i>I. Typographus</i>	<i>O. dispar</i>	<i>A. crataegi</i>	<i>T. viridana</i>	<i>B. defoliaria</i>
Штамм №264	78,8±1,5	90,6±2,4	91,9±1,7	98,2±1,2	97,7±2,3	95,9±1,5
№214	68,6±2,2	82,1±1,8	85,1±3,4	91,7±1,6	82,2±2,0	89,2±1,9
№250	67,3±0,6	81,6±1,7	86,4±2,3	93,9±1,8	92,8±1,1	95,7±3,8
№254	73,3±1,1	82,1±1,8	85,3±2,2	90,6±1,5	88,0±1,3	89,3±2,2
Дендробациллин	—	—	97,6±0,4	100	96,0±1,3	100
Энтобактерин	—	—	91,7±1,6	90,0±1,3	88,0±1,3	90,0±1,3
Инсектин	—	—	100	100	94,6±0,8	100
Контроль (вода)	14,6±2,2	19,3±3,0	14,6±3,5	16,6±2,2	16,0±5,3	17,3±5,7

Таким образом, штаммы *Bac. thuringiensis* первого серотипа, выделенные в условиях Грузии, обладают довольно высокой энтомоцидной активностью и перспективны в целях практического использования в лесозащите. Среди местных штаммов более высокой вирулентностью отличается культура № 264, что, по-видимому, связано со способностью этого штамма образовывать термостабильный экзотоксин в повышенном количестве или другие метаболиты, токсичные для насекомых.

Научно-исследовательский институт  
защиты растений  
МЗ ГССР

(Поступило 2.6.1978)

მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

თ. იხანაძე

საქართველოში გავრცელებული ზოგიერთი მავნებლისადმი  
გამოყოფილი *BAC. THURINGIENSIS* I სეროტიპის  
გაჭმირების დახასიათება

რეზიუმე

აღწერილია ნაძვის დიდი ლაფანჭამის (*Dendroctonus micans* Kugel.) და მებუჭლავი ქერტიჭამის (*Ips typographus* L.) ეგზემპლარებიდან გამოყოფილი კრისტალურმოქმენელი ბაქტერიების (*Bac. thuringiensis* var. *thuringiensis*) ბიოქიმიური და სეროლოგიური თვისებები. შესწავლილია მათი ენტომოპათოგენური სპექტრი ტყის მავნებლების მიმართ.

T. Sh. IMNADZE

 CHARACTERIZATION OF STRAINS OF *BAC. THURINGIENSIS*  
 I SEROTYPE ISOLATED FROM SOME BARK BEETLES IN  
 GEORGIA

## Summary

The biochemical and serological characteristics of 9 strains of *Bac. thuringiensis* isolated from European spruce and engraver beetles have been studied. All these strains were found to be related to I serotype of *Bac. thuringiensis* var. *thuringiensis*. The strains in question have high entomocidic activity and are prospective for practical use in forest protection against leaf beetles (82—98%).

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. О. А. Алешина. Тез. докл. V съезда ВМО. Ереван, 1975, 4—5.
2. Доклады совместного совещания ФАО/ВОЗ по вирусам насекомых. Женева, 1975, 4—30.
3. Н. В. Кандыбин, М. Г. Чеверда, А. Я. Лескова, Л. М. Рыбина, Л. А. Симонова. Сб. «Бактериальные средства и методы борьбы с насекомыми и грызунами». Л., 1972, 20—23.
4. Н. В. Кандыбин, М. Г. Чеверда, Л. А. Симонова. Сб. «Бактериальные средства и методы борьбы с насекомыми и грызунами». Л., 1972, 10—14.
5. Я. Вейзер. Микробиологические методы борьбы с вредными насекомыми. М., 1972.
6. Э. Г. Африкян. Энтومопатогенные бактерии и их значение. Ереван, 1973.
7. Т. Ш. Имнадзе. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1975.
8. Л. А. Густелева. Автореферат канд. дисс. Иркутск, 1973.
9. А. С. Исаев, Л. А. Густелева. Сб. «Кристаллоносные микроорганизмы и перспективы их использования в лесном хозяйстве». М., 1967, 49—63.
10. А. С. Исаев, Л. Б. Гукасян. Сб. «Об охране насекомых». Ереван, 1976, 52—57.
11. De Varjas, A. Vonneioi. Entomophaga, 18, [1], 1973, 5—17.

მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

ლ. ალაქსი-მისხიშვილი

ხელნაწილების დეზინფექცია ფორმალინის კამერული მეთოდის გამოყენებით

(წარმოადგინა აკადემიოსმა ლ. ყანაველმა 25.6.1978)

წიგნების დეზინფექციის საკითხი ჯერ კიდევ მე-19 საუკუნეში წამოიჭრა. თავდაპირველად ფართოდ იყო ხმარებული წიგნების დეზინფექცია ცხელა ჰაერის გამოყენებით. 1894 წ. მიგელმა [1] სცადა ფორმალინით წიგნების დეზინფექცია. ამჟამად ფორმალინით დეზინფექციის სხვადასხვა ხერხი გამოიყენება [2—4].

ჩვენ კამერულ დეზინფექციას ვატარებდით ბოქსში, 40 და 20% ფორმალინის საშუალებით. პირველ შემთხვევაში ვიყენებდით ფორმალდეჰიდის რეაქციას კალიუმის პერმანგანატზე: 40%-იან ფორმალინს 15 მლ რაოდენობით ვასხამდით 2,5 გ კალიუმის პერმანგანატზე (პეტრის თასზე, ბოქსში). რეაქციის შედეგად გამოყოფილი ორთქლით ვმოქმედებდით პეტრის თასებში გაზრდილი სოკოების (*Penicillium tardum*, *Penicillium luteum*, *Aspergillus niger*, *Trichoderma lignorum*, *Cladosporium herbarum*, *Stemphylium amoenum*) 10-დღიან კულტურებზე. 24 და 48 საათის განმავლობაში სახურავახდილი პეტრის თასები ფორმალინის ორთქლზე ბოქსში მოვათავსეთ, რის შემდეგ სოკოს ცხოველყოფილობის შესამოწმებლად აღნიშნული სოკოვანი კულტურები ჯამებიდან გადავთესეთ სინჯარებში საკვებ არეზე. ცდის შედეგები მოცემულია პირველ ცხრილში. როგორც ცხრილიდან ჩანს, 40%-იანი ფორმალინის ორთქლით მოქ-

ცხრილი 1

სოკოების ზრდა საკვებ არეზე 40%-იანი ფორმალინის ორთქლით დეზინფექციის შემდეგ

სოკოს სახელწოდება	საკვები არე ლუგ-ა-ნი	T, °C დღის	24-საათიანი ექსპოზიცია						48-საათიანი ექსპოზიცია									
			დღეები (ზრდა მმ-ში)						დღეები (ზრდა მმ-ში)									
			2	3	4	5	6	7	9	12	3	5	7	9	12	14	16	18
<i>Penicillium tardum</i>	2%	25—28																
<i>Penicillium luteum</i>	2%	25—28																
<i>Aspergillus niger</i>	2%	25—28	4	15	28	39	52	64	76	85	5	16	29	40	54	61	75	85
<i>Trichoderma lignorum</i>	2%	25—28	3	12	23	40	51	68	85									
<i>Cladosporium herbarum</i>	2%	25—28																
<i>Stemphylium amoenum</i>	2%	25—28		2	8,5	12	16,5	25	59	85	4,5	8	13	24	36	49	64	85

მეღებისას, 24-საათიანი ექსპოზიციით *Penicillium tardum*, *P. luteum* და *Cladosporium herbarum*-ის სოკოვანი კოლონიები სრულიად არ გაზრდილა. *Trichoderma lignorum*-ის ზრდა სუსტია, მიცელიუმი განუვითარებელი, თეთრი, ხოლო *Aspergillus niger*-მა და *stemphylium amoenum*-მა მდგრადობა გამოი-



ჩინეს. 48-საათიანი ექსპოზიციის დროს *Aspergillus niger*-მა და *stempylium amoenum*-მა მოგვეცა კარგი მიცელიალური ზრდა; დანარჩენი სახეობების ზრდა მთლიანად შეიზღუდა.

20%-იანი ფორმალინის გამდინარე ორთქლით დეზინფექციისას რეტორტა-ში ჩავასხით წყალი და 40%-იანი ფორმალინი (1:1 შეფარდებით), მოვათავსეთ ქურაზე. დუდილის დროს გამოყოფილი ორთქლი მილის საშუალებით გადიოდა ბოქსში, სადაც მოთავსებული იყო თავახდელი პეტრის თასები გამოსაცდელი კულტურებით. ცდა ჩავატარეთ ოთხი განმეორებით 24 და 48 საათის განმავლობაში. ამის შემდეგ სოკოები ვადავთესეთ სუბსტრატზე ცხოველმყოფელობის შესამოწმებლად. ცდის შედეგები მოცემულია მეორე ცხრილში.

ცხრილი 2

სოკოების ზრდა საკვებ არეზე 20%-იანი ფორმალინის ორთქლით დეზინფექციის დროს

სოკოს სახელწოდება	საკვები არე ლუდობარი	T, °C ცდის დროს	24-საათიანი ექსპოზიცია									48-საათიანი ექსპოზიცია								
			დღეები (ზრდა მ-ი)									დღეები (ზრდა მ-ში)								
			2	3	4	5	6	7	9	12	3	5	7	9	12	14	16	18	20	
<i>Penicillium tardum</i>	2%	25—28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
<i>Penicillium luteum</i>	2%	25—28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
<i>Aspergillus niger</i>	2%	25—28	3	6	19	32	44	56	67	85	4	17	26	31	40	60	71	85	85	
<i>Trichoderma lignorum</i>	2%	25—28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Cladosporium herbarum</i>	2%	25—28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Stempylium amoenum</i>	2%	25—28	—	5	7	14	26	48	61	85	—	3	9	16	27	39	47	66	85	

ცხრილის მიხედვით, 20%-იანი ფორმალინის გამდინარე ორთქლით დეზინფექციისას თითქმის ისეთივე შედეგები მივიღეთ, რაც 40%-იანი ფორმალინით დეზინფექციის შემთხვევაში. *Penicillium tardum*, *Penicillium luteum*, *Trichoderma lignorum* და *Cladosporium herbarum* არ განვითარდნენ, ხოლო *Aspergillus niger*-ის და *Stempylium amoenum*-ის კოლონიები კარგად იზრდებოდნენ.

ჩვენი ცდების მონაცემების მიხედვით ქალაქდამშლელი სოკოები კამერული დეზინფექციის მიმართ სხვადასხვა გამძლეობით ხასიათდებიან. როგორც 40%-იანი, ისე 20%-იანი ფორმალინის ორთქლით დეზინფექციისას *Stempylium amoenum*-მა და *Aspergillus niger*-მა მდგრადობა გამოიჩინეს ფორმალინის მიმართ. დანარჩენი სახეობები — *Penicillium tardum*, *Penicillium luteum* *Trichoderma lignorum* და *Cladosporium herbarum* — არ განვითარდნენ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

კ. კეკელიძის სახ. ხელნაწერთა ინსტიტუტი

(შემოვიდა 15.9.1978)

МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

Л. Г. АЛЕКСИ-МЕСХИШВИЛИ

КАМЕРНАЯ ДЕЗИНФЕКЦИЯ РУКОПИСЕЙ ПАРАМИ  
ФОРМАЛИНА

Резюме

Установлено, что целлюлозоразрушающие грибы проявляют разную устойчивость в отношении камерной дезинфекции. *Penicillium tardum*, *Penicillium luteum*, *Trichoderma lignorum* и *Cladosporium herbarum* под действием паров как 20%-ного так и 40%-ного формальдегида потеряли жизнеспособность, тогда как споры *Stemphylium amoenum* и *Aspergillus niger* в обоих случаях дали хороший рост.

MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

L. G. ALEKSI-MESKHISHVILI

CHAMBER DISINFECTION OF MANUSCRIPTS BY  
FORMALIN STEAM

Summary

It is established that cellulolytic fungi show different resistance in relation to chamber disinfection. Under the influence of both 20% and 40% of formaldehyde steam *P. tardum*, *P. luteum*, *Trich lignorum* and *Clad. herbarum* lost their vitality, while spores of *Stemph*, *amoenum* and *Asperg. niger* in both cases showed good growth.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. P. M i g u e l. L'etude de la désinfection par les vapeurs L'aldehyde formiquel. Annales de micrographie, 1894, 6, 588—595.
2. Ю. П. Н ю к ш а. Сб. «Дезинфекция и реставрация библиотечных материалов». Л., 1959, 5—26.
3. F. B e r l i o z. Die Desinfection der geschlossenen Bücher. Deutsche Revue, 1908, bd, 4, 122—124.
4. R. H a n n e. Das Vakuum-Formalin Desinfektions verfahren. Technisches Gemein-deblatt, 1930, 1, 1—5.



Л. Г. ЧРЕЛАШВИЛИ

НОВЫЕ ДАННЫЕ В ИЗУЧЕНИИ МИЛЬДЬЮ ВИНОГРАДА  
 PLASMOPARA VITICOLA (BERE ET DE TONI)  
 В УСЛОВИЯХ ГРУЗИИ

(Представлено академиком Л. К. Канчавели 31.8.1978)

Одним из важных вопросов в изучении милдью винограда является точное прогнозирование первоначального проявления признаков болезни на виноградниках.

Ряд исследователей ([1—3] и др.) связывает прогнозирование первоначального проявления милдью с известной «кривой Мюллера», устанавливающей зависимость длительности инкубационного периода от среднесуточной температуры воздуха.

В настоящее время многие авторы ([2, 3] и др.) утверждают, что возбудитель милдью зимует в почве на опавших поврежденных листьях с некротическими пятнами в виде ооспор, являющихся источниками возобновления инфекции весной. При этом они считают, что для проникновения инфекции внутрь листа необходимы определенный размер последнего (1/3 часть полной поверхности), наличие минимальной температуры окружающего воздуха 12°C и дождя (так как принято, что для прорастания спор требуется влага в виде капли воды). При этих условиях инкубационный период протекает от 4 до 13 дней в зависимости от температуры окружающей среды.

Нами различными методами проводились многократные опыты по прорастанию ооспор, однако прорастания ооспор не было получено.

В литературе [1, 4] высказывается соображение о том, что возбудитель может перезимовать в самом растении, распространиться в нем диффузионно и дать инфекцию.

С 1971 г. нами регулярно проводились наблюдения над первоначальным проявлением милдью в разных географических зонах Грузии.

Опыты показали, что проявление первых признаков заболевания происходит в определенной фенологической фазе растений. Последняя значительно отличается от того срока, который теми или иными метеорологическими показателями теоретически подсказывается по методике, описанной в литературе.

С целью изучения вопроса о возможности точного прогнозирования первоначального проявления признаков милдью с применением «кривой Мюллера» начиная с 1971 г. нами фиксировались дни благоприятные для проникновения инфекции в листья винограда, и велись наблюдения над фактическим проявлением первых признаков милдью. Результаты наблюдений 1971 г. даны в табл. 1 (аналогичные таблицы были составлены и на последующие годы).

Согласно табл. 1, еще 27 апреля 1971 г. на участке, где проводились наблюдения, были благоприятные условия (дождь, температура) для проникновения инфекции в листья и, следовательно, согласно «кривой Мюллера», после 8-дневного инкубационного периода следовало

бы ожидать проявления мильдью к 4 мая, чего фактически не отмечалось. Несмотря на то что и в последующие дни наблюдались благоприятные условия (осадки и температура, близкая к оптимальной), фактически первые признаки мильдью проявились лишь 2 июля.

Таблица 1

Расхождение между теоретическим и фактическим проявлением мильдью по данным 1971 г.

Дни, благоприятные для проникновения инфекции	Среднесуточная температура, °С	Осадки, мм	Ожидаемые дни теоретического проявления мильдью	Фактическое проявление мильдью	Раскрытие почек и начало цветения	Фенологическое состояние виноградной лозы при проявлении мильдью	Фенологическое состояние лозы при массовом распространении мильдью
27/IV	16,3	1,4	4/V	—	Раскрытие почек — 14 апреля Начало цветения — 12 июня	Период разделения бутонов	Начало цветения
2/V	15,5	2,4	9/V	—			
8/V	20,5	0,5	13/V	—			
10/V	17,6	4,7	18/V	—			
11/V	15,4	10,0	21/V	—			
12/V	13,1	14,4	22/V	—			
13/V	14,3	7,9	23/V	—			
16/V	19,3	0,5	24/V	—			
17/V	17,4	14,5	25/V	—			
18/V	14,4	6,0	28/V	—			
20/V	18,8	0,6	26/V	—	Начало цветения		
21/V	18,5	0,4	27/V	—			
22/V	19,5	2,2	26/V	—			
23/V	17,8	4,0	29/V	—			
24/V	17,4	4,5	30/V	—			
26/V	18,7	0,7	31/V	—			
29/V	18,9	3,4	1/VI	—			
30/V				2/VI			

Согласно этой и другим аналогичным таблицам, составленным для последующих лет, фактическое первоначальное проявление мильдью

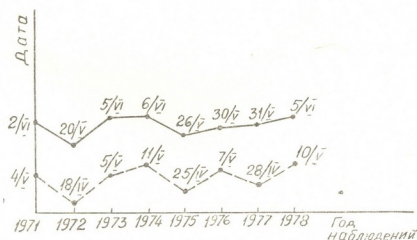


Рис. 1

происходит начиная с периода разделения бутонов; а его массовое распространение может произойти с началом цветения виноградной лозы.

На рис. 1 представлены теоретические (прогнозируемые) даты (вершины ломаной пунктирной линии) и фактические даты (вершины ломаной сплошной линии) первоначального проявления мильдью на наблюдаемом участке по годам.

Как видно из рис. 1, разность между теоретическими и фактическими первоначальными проявлениями мильдью значительна и составляет в среднем месяц для каждого наблюдаемого года.

Некоторые авторы [5, 6] приводят данные о непрерывности возникновения пятен мильдью в случае отсутствия осадков. Такое явление они объясняют выпадением ночью росы, обуславливающей распространение заражения.

В наших же опытах неоднократно (в различные годы) наблюдалось непрерывное возникновение пятен при отсутствии осадков и выпадения ночью росы.

Таблица 2

Результаты наблюдений над непрерывным возникновением пятен мильдью в 1976 г.

Дата наблюдения	Относительная влажность воздуха ночью, %		Температура воз- духа у поверхности земли ночью, °С		Точка росы, °С		Количество поврежден- ных листьев по дням
	03 ч.	06 ч.	03 ч.	06 ч.	03 ч.	06 ч.	
1/VII	70	72	17	19	14	14	5
2/VII	82	79	16	19	16	19	6
3/VII	64	67	15	17	11	12	10
4/VII	53	52	13	15	6	6	12
5/VII	81	75	11	14	10	10	6
6/VII	76	75	13	16	11	12	7
7/VII	78	73	15	18	13	13	4
8/VII	64	63	17	20	12	12	11
9/VII	68	76	18	19	12	14	12
10/VII	77	79	18	21	15	16	4
11/VII	71	71	19	20	16	16	6
12/VII	76	78	19	21	15	16	2
13/VII	81	78	14	17	15	15	1
14/VII	64	71	18	18	13	12	1

В табл. 2 приведены результаты наблюдений над непрерывным возникновением пятен мильдью в 1976 г., представлены точные метеорологические данные: относительная влажность воздуха, температура воздуха у поверхности почвы и соответствующие точки росы ночью в 03 и 06 часов. Количество подопытных листьев составляло 890.

Как видно из табл. 2, в указанные дни наблюдений не происходило выпадения росы, за исключением 13 июля (в этот день имело место выпадение осадков), а ежедневное возникновение пятен все-таки наблюдалось.

Минимальный инкубационный период, согласно «кривой Мюллера», составляет 4 дня. Однако в опытах при температуре, соответствующей 4-дневному инкубационному периоду, хотя редко, но все-таки отмечались поражения 3-дневных листьев еще несформированными устьицами (наличие же устьиц в литературе принято считать одним из необходимых условий для проникновения инфекции внутрь листа), что указывает на явное несоответствие между инкубационными периодами по Мюллеру и возрастом листьев.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что в условиях Грузии механизм возобновления первоначальной инфекции, дальнейшего развития и распространения болезни виноградной лозы недостаточ-



ხო იზუჩენ. მეხანიზომ ჯე, ოპისანუმ ვ ლიტერატურე, ნე ობჟასნიუთა დანნიე, ოლუჩენნიე ვ ნაშიე ოპიუთა, ი, სკორეე, ონი ოგუთ ბუთე ობჟასნენი პრი დოპუშენი ვოზმოჟნოტი პერეზიმოვკი გრიბა ვ საომ რასენი.

რეზულთაი 8-ლენიუხ ნაბლოდენი (რის. 1) ნად პერვონაჩალნიუმ პროვლენიუმ პრიზნაკოვ მილდუო უკაზივუთა ნა თო, ჭო დია ოპრედელენია სროკოვ ნაჩალა ოპრისკივანია ვინოგრადნიკოვ ნელზა ორიენტიროვანუთა ნა თეორეტიკესი პროგნოზირუემე სროკი, ისხოდია იე «კრივიე მიულლერა».

პრაქტიკესიმ რეზულთაომ პრედენნიუხ ისლედოვანიე ვალებუთა თო, ჭო, ბეზუსლოვნი, ომჟიო ზნიჩიტელნი სოკრატით კრატნოტი ოპრისკივანია ვინოგრადნიკოვ, პრიანუთა ვ ნასთაიშე ვრემია ვ გრუზიე, ვ ჭარტნოტი, იზეთაი იე პრაქტიკი პერვე დვა ოპრისკივანიე ი ნაჩინათ იე პერედ იეპოსრედსთვენნიუმ ცვენენიუმ ვინოგრადნი ლოზი.

Научно-исследовательский институт  
садоводства, виноградарства  
и виноделия  
МСХ СССР

(Поступило 8.9.1978)

ფიტოპათოლოგია

ლ. ჭრელაშვილი

ახალი მონაცემები საქართველოს პირობებში  
ვაზის ჭრამის (*PLASMOPARA VITICOLA BERE ET DE TONI*)  
შესწავლაში

რეზიუმე

განხილულია ახალი მონაცემები ვაზის ჭრამის ბიოეკოლოგიის თავისებურებების შესახებ საქართველოს პირობებში.

PHYTOPATHOLOGY

L. G. CHRELASHVILI

NEW EVIDENCE ON THE STUDY OF *PLASMOPARA VITICOLA BERE ET DE TONI* IN GEORGIA

Summary

New evidence is presented on the bioecological characteristics of *Plasmopara Viticola Bere et de Toni* in Georgia.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Ячевский. Мильдю и оидиум. Одесса, 1909.
2. Д. Вердерский, К. Войтович. Мильдю винограда. Кишинев, 1970.
3. А. Нацарашвили. Заболевания винограда и борьба с ними. Тбилиси, 1972.
4. И. Н. Найденова. Садоводство, виноградарство и виноделие, № 1, 1974.
5. Е. Райков, С. Ионев. Виноделие и виноградарство СССР, № 1, 1958.
6. М. С. Дунин, М. И. Деметьева. Виноделие и виноградарство СССР, № 6, 1958.

М. Д. ГЕДЕВАНИШВИЛИ, Л. В. МУСХЕЛИШВИЛИ

## К ХАРАКТЕРИСТИКЕ АДРЕНОРЕЦЕПЦИИ В ЭПИДЕРМИСЕ МЫШИ

(Представлено академиком И. Я. Татишвили 27.7.1978)

Клетки эпидермиса реагируют на адреналин задержкой пролиферации в премитотическом периоде клеточного цикла [1]. Показано также, что адреналин и норадреналин вызывают повышение уровня цАМФ в эпидермисе, и эффект может быть блокирован  $\beta$ -адренолитическим агентом пропранололом [2]. Создается впечатление, что катехоламины, связываясь с адренорецепторами эпидермиса, активируют аденилциклазу, вызывая соответственное повышение уровня цАМФ и в результате этого торможение пролиферации. Ингибирующее влияние адреналина в премитотическом периоде может быть ослаблено и  $\alpha$ -адренолитическим агентом фентоламином, а  $\alpha$ -адреномиметик мезатон в равной степени способен задерживать клетки в премитотическом периоде клеточного цикла [3]. Следовательно, если торможение клеток в премитотическом периоде вызвано повышением внутриклеточного уровня цАМФ, можно предполагать, что ингибирующее влияние мезатона также опосредовано аденилциклазой и соответственным повышением уровня цАМФ в эпидермисе.

С целью проверки этого предположения изучалось влияние никотиновой кислоты (ингибитор активности аденилциклазы) на развитие эффектов  $\alpha$ - и  $\beta$ -адреномиметических агентов в эпидермисе. О возможном влиянии повышения внутриклеточного уровня цАМФ на митотическую активность судили также по эффекту теофиллина. Кроме того, изучалось влияние препаратов, блокирующих  $\alpha$ - и  $\beta$ -адренорецепторы, на ингибирующее действие адреналина.

В экспериментах первой серии вслед за никотиновой кислотой белым мышам-самцам внутрибрюшинно вводились адреномиметические агенты мезатон (фенилефрин) и изадрин (изопротеренол) в дозах  $8 \cdot 10^{-3}$  и  $5 \cdot 10^{-3}$  мкМ/г соответственно. Никотиновая кислота применялась в дозе 0,26 мкМ/г. Другая группа мышей получала только ингибитор фосфодиестеразы — теофиллин в дозе 0,15 мкМ/г.

В опытах второй серии вводились отдельно или одновременно адренолитические препараты фентоламин (регитин) в дозе  $4 \cdot 10^{-4}$  мкМ/г и обидан (пропранолол) в дозе  $1,8 \cdot 10^{-4}$  мкМ/г, блокирующие соответственно  $\alpha$ - и  $\beta$ -адренорецепторы, и вслед за ними адреналин в дозе  $1,3 \cdot 10^{-4}$  мкМ/г.

Кожа из межлопаточной области фиксировалась через 2 часа после введения препаратов.

Во всех случаях за 1,5 часа до фиксации материала вводился внутрибрюшинно колхицин (4 мг/кг).

Способ определения митотического индекса (МИ) в эпидермисе описан ранее [3].

Введение никотиновой кислоты предотвращало падение числа митозов как в случае  $\beta$ -адреномиметика изадрина, так и  $\alpha$ -адреномиметика мезатона. Следовательно, характерное действие адренергических агентов не проявляется в отсутствие активности аденилциклазы. Со своей стороны, этот факт указывает, что, по-видимому, развитие премитотического блока под влиянием  $\beta$ - и  $\alpha$ -адренергических веществ в обоих случаях опосредовано повышением внутриклеточного уровня циклического аденозинмонофосфата в результате активирования аденилциклазы. В самом деле, ингибитор фосфодиэстеразы теофиллин имитировал действие адреналина и адреномиметиков, снижая МИ примерно на 70% (рис. 1).

Таким образом, однозначное действие  $\alpha$ - и  $\beta$ -адренергических агентов в эпидермисе проявляется не только в отношении клеточных делений, но и активности фермента аденилциклазы. В силу того что мезатон достаточно избирательно взаимодействует с  $\alpha$ -адренорецепторами клеточных мембран [4], обсуждаемые экспериментальные факты могут указывать на существование таких рецепторов и в клетках эпидермиса, равно как и на наличие их связи с аденилциклазой. Следовательно, в эпидермисе аденилциклаза может быть активирована под влиянием  $\alpha$ -адренергических стимулов.

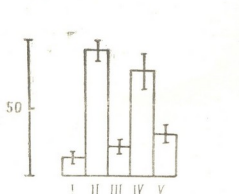


Рис. 1. МИ в эпидермисе мыши (% к контролю) после введения: I—изадрина, II—никотиновой кислоты и изадрина, III—мезатона, IV—никотиновой кислоты и мезатона, V—теофиллина (пояснения в тексте)

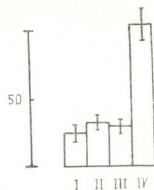


Рис. 2. МИ в эпидермисе мыши (% к контролю) после введения: I—адреналина, II—фентоламина и адреналина, III—обзидана и адреналина, IV—фентоламина, обзидана и адреналина (пояснения в тексте)

Однако в цитируемой работе Гримма и сотр. [2] сделан вывод, согласно которому специфическое взаимодействие катехоламинов с клетками эпидермиса осуществляется исключительно через  $\beta$ -адренорецепторы, так как адреналин и норадреналин не вызывали повышения уровня цАМФ только в присутствии пропранолола, блокирующего рецепторы  $\beta$ -типа, а фентоламин не проявлял такого действия. К сожалению, авторы не указывают, в каких дозах применялись адренолитики. Высокими дозами пропранолола действительно удается полностью выключить ингибирующее влияние адреналина и на деление клеток [3], однако в таких случаях, по-видимому, может иметь место одновременное связывание пропранолола с рецепторами не только  $\beta$ , но и  $\alpha$ -типа. Этого не наблюдается при использовании адренолитиков в концентрациях, соответствующих по молярности действующим дозам адреналина. В частности, в опытах второй серии адренолитические агенты фентоламин и обзидан в отдельности не влияли на инги-

ბიურეული ადრენალინი, ნო პოლნოხოუ პოდავლია ეფექტი გორმონი პრი სოხეტანომ ვედენი (რის. 2). ვ დანომ სლუაე სუმარნია მოლარნოხო ადრენოლიტიკოვ ვ 3 რაზა მენიშე მოლარნოხო პროპრანოლოლი, ვიზვარეოხო პოლნოე პოდავლიე ეფექტი ადრენალინი.

ნა ოსნოვანი ეტიხ ექსპერიმენტოვ მოჰოე პრედპოლოჰიტი, ჭო ვ ეპიდერმალნიხ კლეტკაჲ ადენილიკლაზა ფუნქციონალნოე სვიაზანა ს ადრენორეცეპტორაჲი კაკ  $\beta$ -, ტაკ ი  $\alpha$ -ტიპა. პრი ბლოკიროვანი  $\beta$ -ადრენორეცეპტოროვ ობიდანომ ინგიბირეოხოე ეფექტი ადრენალინი ოსუშესტვიაეტი ს ჭერე  $\alpha$ -რეცეპტორაჲი, ი, ნაობოროტი, პრი ბლოკიროვანი  $\alpha$ -რეცეპტოროვ ფენტოლამინომ ვ რავითი პრემიტოტიკოხოე ბლოკი უჩასტვოეტი  $\beta$ -რეცეპტორაჲი. ბლოკიროვანი რეცეპტოროვ ობოიხ ტიპოვ პრი სოხეტანომ ვედენი ადრენოლიტიკოვ ვედეტი კ პოლნოე პოდავლიე ეფექტი გორმონი.

ტაკიმ ობრავომ, ვ კლეტკაჲ ეპიდერმისა ადრენალინი მოჰეტი ვზაიმოდეიხოვოეტი ოდნოვრემენო ს რეცეპტორაჲი  $\alpha$ - ი  $\beta$ -ტიპა, ტ. ე. ვსტუპანიეტი კაკ  $\alpha$ -, ტაკ ი  $\beta$ -ადრენოსტიმულირეოხოე აგენტი, ოდნოზნაჰო ჯადერჰივიაეტი პერეხოდი კლეტკოვ იზ ინტერფაზაჲი ვ მიტოზ.

ნედოსატოჰოე იასენ, ოდნაკო, ბიოლოგიკოხოეი სმისლი ნალიჩია უ კლეტკოვ რეცეპტოროვ დუიხ რავლიჩნიხ ტიპოვ, ობესეჩივარეოხოეი პრი სვიაზვანიეტი ს კატეხოლამინაჲი ოდინ ი ტოტი ჯე ფიზიოლოგიკოხოეი ეფექტი. ვსკაზვარეოხოეი მისენი [5], ჭო ვ კლეტკაჲ მოგუტი სუშესტვოეტი დუი რავლიჩნიხ პულა  $\alpha$ AMF: ოდინ რეგულირეოეტი სინთეზი დნიკი, ა დრუგოეი — პერეხოდი კლეტკოვ იზ პრემიტოტიკოხოეი პერიოდი ვ მიტოზ, პრიჰემ  $\beta$ -ადრენერგიკოხოეი სტიმულირეოეტი პოვიაშაეტი ობოი პულა, ტოგდა კაკ  $\alpha$ -ადრენერგიკოხოეი — ლიშე პულ  $\alpha$ AMF, ვლიაეოხოეი ნა  $G_2$ -პერიოდი კლეტოხოეი ციკლი.

ი ნაკონეცი, ოევიდნო, ჭო ვ ონოხოენი კლეტკოვ ეპიდერმისა მეხანიზმი დეიხოვია ადრენალინი პო სუშესტვოეტი ოსტაეტი ტაკიმ ჯე, კაკ ი ვ ონოხოენი დრუგიხ ტიპოვ კლეტკოვ. ვ ჭასტნოტი, სპეციფიკოხოეი ვლიანიე ნა პროლიფერაციუ ოპოსრედოვანო «ვტორიჩნიმ პოსრედნიკომ» ი პრავლიაეტი ს რეზულტიეტი სვიაზვანიეტი გორმონი ს რეცეპტორაჲი პლაზმატიკოხოეი მემბრანაჲი.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт фармакохимии  
им. И. Г. Кутателадзе

(Поступило 28.7.1978)

ციტოლოგია

ა. ბაღვაანიშვილი, ლ. მუსხელიშვილი

თავის ეპიდერმისში ადრენორეცეპციის  
დასასიამებინათვის

რეზიუმე

თავის ეპიდერმული უჯრედების შეკავებას პრემიტოზურ პერიოდში იწვევს როგორც  $\alpha$ -ადრენერგული პრეპარატი მეზატონი, ისე  $\beta$ -ადრენერგული პრეპარატი იზადრინი. ნიკოტინის მკავა (ადენილიციკლაზას აქტიურობის ინჰიბიტორი) აბათილებს ეფექტს ორივე შემთხვევაში. ფოსფოდიესტერაზას ინჰიბიტორი თეოფილინი აკავებს ეპიდერმულ უჯრედებს პრემიტოზურ პერიოდში ადრენერგული აგენტების მსგავსად. ორივე ადრენერგული პრეპარატის ეფექტი, როგორც ჩანს, გაპირობებულა ციკლური ამფ-ის დონის მომატებით ეპიდერმულ უჯრედებში ადენილიციკლაზას გააქტიურების შედეგად.

M. D. GEDEVANISHVILI, L. V. MUSKHELISHVILI

ON THE MODE OF ADRENERGIC RECEPTION IN MURINE  
EPIDERMAL CELLS

## Summary

Premitotic inhibition of murine epidermal cells can be attained by intraperitoneal injection of  $\alpha$ - or  $\beta$ -adrenergic agents—phenylephrine and isoproterenol, respectively. Nicotinic acid prevents the effect in both cases. Similar interphase inhibition of cells is caused by intraperitoneal injection of theophylline. Presumably, the inhibitory effect of adrenergic agents of the  $\alpha$ - and  $\beta$ -classes on the transition of epidermal cells from interphase into mitosis is mediated through adenylylase stimulation. Adenylylase in epidermal cells appears to be linked with adrenergic receptors of both  $\alpha$ - and  $\beta$ -types.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. А. Алов, Г. Я. Павленко, М. В. Сухинина. Булл. exper. биол. и мед., 4, 1955, 63—65.
2. W. Grimm, W. Rebién, F. Marks. Hoppe-Zeilers Zs. Physiol. Chem., 353, 1972, 710.
3. Л. В. Мухелишвили, М. Д. Гедеванишвили. Цитология, 5, 1976, 627—629.
4. М. Д. Машковский. Лекарственные средства. М., 1977.
5. A. J. T. Millis, G. A. Forrest, A. D. Pious. Exp. Cell Res., 83, 2, 1974, 335—343.



И. А. ГАЧЧИЛАДЗЕ

## УЛЬТРАСТРУКТУРА МИОЭПИТЕЛИАЛЬНЫХ КЛЕТОК В ПРОЦЕССЕ СТАНОВЛЕНИЯ РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Джавахишвили 5.6.1978)

Изучение особенностей неоднородного клеточного состава молочной железы привело к пересмотру существующих представлений о гистогенезе и функциональных особенностях опухолей этого органа. Считалось общепринятым мнение о возникновении рака данной локализации из эпителиальных клеток протоков и альвеол, однако в последние годы рядом исследователей было высказано предположение об участии миоэпителиальных клеток, наряду с эпителиальными, в гистогенезе рака указанной локализации [1—3].

Принимая во внимание возможность объективной оценки гистогенеза опухолей с помощью электронной микроскопии [4], мы изучали ультраструктурные особенности миоэпителиальных клеток в процессе становления рака молочной железы с целью выяснения роли вышеуказанных структурных элементов в гистогенезе данной патологии.

Материалом исследования послужили 32 молочные железы женщин, оперативно удаленные по поводу доброкачественных дисплазий (15) и рака различной гистологической структуры (17).

Кусочки для ультраструктурного исследования брали как из самой опухоли, так и из интактной ткани молочной железы за пределами опухоли. Фиксацию материала производили в 2,5% растворе глутарового альдегида с последующей дофиксацией в 1% забуферированном растворе осмиевой кислоты. После обезвоживания в спиртах восходящей концентрации материал заливали в эпон-812.

Электронномикроскопическому исследованию предшествовало изучение в световом микроскопе полутонких срезов, окрашенных толудиновым синим. Ориентируясь на полутонких срезах, проводили целевую заточку блока и на ультратоме LKB-III получали ультратонкие срезы нужных участков для целенаправленного изучения исследуемых структурных элементов. Материал просматривали под электронным микроскопом JEM-100С. Для гистологических исследований кусочки, заключенные в парафин, резали на ротационном микротоме и красили гематоксилин-эозином и амидо-черным-таниновой кислотой для селективного окрашивания миоэпителиальных клеток по Пухтлеру—Леблонду.

При светооптическом исследовании было отмечено, что миоэпителиальные клетки принимают активное участие в формировании опухолевых гнезд дисгормональных дисплазий и доброкачественных опухолей. В участках непролиферативной дольковой мастопатии миоэпителиальные клетки сохраняют характерное базальное расположение, тангенциальное к базальной мембране. Однако, в отличие от нормальной ткани молочной железы, число этих клеток увеличено и количественное соотношение миоэпителия с эпителиальными клетками вместо 1:6 в норме, составляет 1:2 и даже 1:1.

На ультраструктурном уровне базально расположенные миоэпителиальные клетки характеризуются выраженной осмиофилией, которая

распределяется на все клеточные компоненты и определяет темный вид этих клеток, по сравнению с секреторным эпителием. Значительная часть клетки занята большим овальным или продолговатым ядром с неровными очертаниями вследствие частых инвагинаций нуклеолемы. Скучная цитоплазма бедна органоидами. Наблюдаются агрегированные в перинуклеарной области, мелкие, единичные митохондрии, чаще округлой или овальной формы с редуцированными кристами. Много свободных рибосом и полисом. Характерной особенностью миоэпителиальных клеток является наличие в них фибриллярного материала, расположенного чаще между ядром и базальной плазменной мембраной и состоящего из множества нитевидных структур — цитоплазматических филаментов, в массе которых отмечаются небольшие, округлые, иногда продолговатые осмиофильные участки, подобные фокальным уплотнениям в сократительном материале гладкомышечных клеток. Основная масса филаментозных структур ориентирована параллельно плазмолеме. В периферических частях большинства клеток наблюдаются явления микропиноцитоза. Клеточные контакты представлены в виде замыкающих пластинок, реже десмосом и интердигитаций. Связь миоэпителиальных клеток с базальной мембраной осуществляется посредством гемидесмосом, создающих в местах прикреплений цепь маргинальных уплотнений цитоплазмы.

При пролиферативной дольковой мастопатии выявляются усиленное разрастание миоэпителия, наряду с секреторным эпителием, и образование обширных эпи-миоэпителиальных пролифератов. Как правило, встречаются также очаговые скопления пролиферирующих миоэпителиальных клеток. В местах резких пролиферативных изменений миоэпителиальные клетки вклиниваются в глубь пролиферата и иногда вместе с пролиферирующим эпителием заполняют просвет железы. При этом меняется их форма, они становятся более округлыми, увеличивается объем цитоплазмы и часто миоэпителий принимает пузырьковидную форму со светлой, оптически прозрачной цитоплазмой. Характерным признаком начала пролиферации этих клеток является изменение ориентации осей их ядер по отношению к базальной мембране и переход из правильного тангенциального в неправильно-радиальное положение.

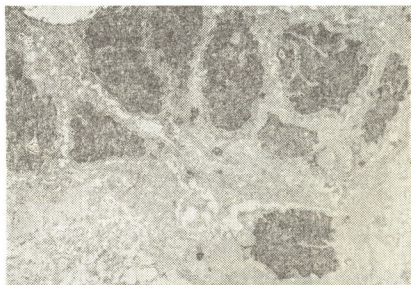
На ультраструктурном уровне пролиферирующие миоэпителиальные клетки отличаются большим размером, апикальным расположением ядер неправильной формы, часто с неравномерным распределением хроматина в виде глыбок. Отмечается выраженное увеличение объема цитоплазмы, которая имеет среднюю электронную плотность, гомогенна и бедна органоидами. Единичные митохондрии представляются несколькими набухшими, отличаются просветленным матриксом и частичной дезорганизацией крист. Эндоплазматический ретикулум развит слабо. Наблюдается большое количество рибосом и полисом. Нарушена параллельность расположения цитоплазматических филаментов, которые рыхло заполняют пространство между отдельными структурами, не образуя плотных комплексов. Количество и расположение их варьибельно в отдельных случаях. Некоторые клетки сохраняют определенную пиноцитарную активность и имеют причудливые очертания из-за множества цитоплазматических выростов различной формы. Особенно интересным является наличие древовидных разветвлений цитоплазматических выростов миоэпителиальных клеток, вклинивающихся глубоко в толщу базальной мембраны.

Изучение различных гистологических вариантов раковых опухолей молочной железы долькового происхождения выявляет наличие в

опухоловой паренхиме разного типа клеток. В скirrosной форме рака наиболее часто встречаются клетки, которые по своей общей ультраструктурной организации весьма схожи с миоэпителиальными клетками нормальной молочной железы и дисгормональных дисплазий. Преобладающее большинство этих клеток мелкие, полигональной формы, с гладкой цитоплазматической мембраной, без микроворсинок. Основная часть клеток занята сильно сегментированным, овальным, реже продолговатым ядром, каждый сегмент которого прикреплен к створковому ядру узкой лентой хроматина. Отмечается конденсация ядерных гранул непосредственно под нуклеоломой и вокруг увеличенных ядрышек. Скудная цитоплазма таких клеток средней электронной плотности и заполнена тонким фибриллярным материалом, который местами располагается в виде неориентированных пучков разной толщины. В некоторых случаях филаментозные структуры собраны в плотные конгломераты, в пределах которых волокна располагаются в продольном и поперечном направлении. В толще фибриллярного материала наблюдаются единичные митохондрии, множество рибосом и полисом. Характерной особенностью этого вида клеток является наличие большого количества пиноцитозных пузырьков, выстилающих плазматические мембраны. В некоторых клетках имеет место очаговое скопление пузырьков в периферических областях цитоплазмы, которая принимает сотообразный вид. Иногда отмечаются слияния микропиноцитозных везикул и образование мультивезикулярных тел.

Рис. 1. Очаговое скопление пролиферирующих миоэпителиальных клеток с неправильными очертаниями ядер вследствие частых инвагинаций нуклеоломы (1)

( $\times 2600$ )



Таким образом, основываясь на проведенном исследовании, можно заключить, что в изученных нами случаях дольковых раков молочной железы прослеживается тенденция к сохранению принципиального плана ультраструктурной организации, характерной для гомологичных клеток, что особенно четко выражено на примере скirrosных форм рака.

Результаты исследования позволяют выявить определенную динамику изменений ультраструктурной организации миоэпителиальных клеток в процессе становления рака молочной железы, оценить природу паренхиматозных элементов дольковых раков этого органа и, несмотря на определенные колебания ультраструктурной организации, основываясь на общем принципиальном сходстве субмикроскопическо-

го строения, верифицировать миоэпителиальный генез определенной части раковых клеток.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт экспериментальной морфологии  
 им. А. Н. Натиншвили

(Поступило 8.6.1978)

ციტოლოგია

ი. გაჩეჩილაძე

მიოეპითელიური უჯრედების ულტრასტრუქტურა  
 სარძეო ჯირკვლის კიბოს ჩამოყალიბების პროცესში  
 რეზიუმე

სარძეო ჯირკვლის კიბოს პისტოგენეზში მიოეპითელიურ უჯრედთა როლის გარკვევის მიზნით შესწავლილია ამ უჯრედულ ელემენტთა ულტრასტრუქტურული თავისებურებანი მოცემული ორგანოს კიბოს ჩამოყალიბების პროცესში.

გამოკვლევის შედეგები ავლენენ მიოეპითელიური უჯრედების აქტიურ მონაწილეობას შესწავლილი ორგანოს დისპორმონულ დისპლაზიათა ფორმირებაში და საშუალებას გვაძლევენ სუბმიკროსკოპული შენების ზოგადი პრინციპული მსგავსების საფუძველზე დავადგინოთ წილაკოვანი წარმოშობის კიბოს სციტული ფორმის პარენქიმულ ელემენტთა გარკვეული ნაწილის მიოეპითელიური გენეზი.

CYTOLOGY

I. A. GACHECHILADZE

ULTRASTRUCTURE OF MYOEPITHELIAL CELLS IN THE  
 PROCESS OF MAMMARY GLAND CANCER FORMATION

Summary

The ultrastructural and pathohistological features of myoepithelial cells have been studied and compared during the process of the formation of mammary gland cancer to throw light on the role of these structural elements in the histogeny of cancer of the indicated organ.

Active participation of myoepithelial cells, along with secretory epithelial ones, in the formation of tumour locations of dishormonal dysplasias has been revealed. An ultrastructural description of malignant myoepithelial cells—constituents of the parenchyma of the lobular carcinomas of the organ in question—is given, as exemplified by their scirrhous forms.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. უ. გაბუნია. სარძეო ჯირკვლის კიბოს მორფოგენეზის საკითხისათვის. თბილისი, 1974.
2. T. Murad. Cancer. 27, № 2, 1971.
3. R. Machinami. Gann. Jap. J. Cancer Res., 67, № 1, 1976.
4. Н. Т. Райхлин. Арх. пат., XXXV, 5, 1973.



Т. Р. ЧАЧАНАШВИЛИ

## ВЛИЯНИЕ ГЕПАРИНОТЕРАПИИ НА СОСТОЯНИЕ МИКРОЦИРКУЛЯТОРНОГО РУСЛА МИОКАРДА У БОЛЬНЫХ РЕВМАТИЧЕСКИМ МИТРАЛЬНЫМ ПОРОКОМ СЕРДЦА

(Представлено членом-корреспондентом АН ГССР Н. А. Джавахишвили 19.7.1978)

Имеющиеся данные о важной роли терминального кровотока миокарда и реологических свойств крови в патогенезе микрососудистого свертывания у больных ревматическим митральным пороком [1, 2] ставят вопрос о необходимости разработки методов коррекции этих нарушений при подготовке больных к операции, а также с целью профилактики осложнений постоперационного порядка.

Наши предыдущие исследования [3] выявили положительный клинический эффект гепарина, основанный на уменьшении тенденции к тромбообразованию. Исходя из способности гепарина понижать проницаемость соединительной ткани гистогематических барьеров путем торможения гиалуронидазы [4], а также уменьшать отечность и проницаемость эндотелия [5] очевидна перспективность исследования морфологической перестройки стенки капилляров миокарда на фоне гепаринотерапии при ревматических пороках сердца.

В данном сообщении проанализированы результаты клинического применения гепарина у 75 больных ревматическим митральным стенозом в III, IV и IV—V стадиях заболевания по классификации А. Н. Бакулева и Е. А. Дамир, оперированных в отделении сердечной хирургии (руководитель — проф. В. И. Фурин) НИИЭ и КХ МЗ ГССР. Гепарин назначали в дозе 40—70 ед/кг веса больного в течение 2—3 недель до и после операции индивидуально. 35 больных, не получавших гепарин, служили контролем. У всех обследованных отмечалась картина преобладающего и «чистого» митрального стеноза с многократными явлениями декомпенсации в большом и малом круге кровообращения и мерцательной аритмией.

Для электронномикроскопического исследования использовали ткань миокарда левого желудочка, биопсированного при митральной комиссуротомии.

Материал фиксировали в 2% забуференном растворе четырехокси осмия (рН 7,4), обрабатывали общепринятыми для электронной микроскопии методами и заключали в смесь аральдита. Срезы после двойного контрастирования изучали в электронном микроскопе «Tesla BS-500» (увеличение  $9 \times 22\,000$ ).

У больных, не получавших гепарин до операции, в ультраструктуре компонентов стенки кровеносных капилляров отмечаются глубокие изменения дистрофического и деструктивного характера, особенно глубоко поражены мембранные структуры эндотелиального слоя. На фоне выраженного внутриклеточного отека эндотелиальных клеток привлекает внимание подавление пиноцитозной активности. Лишь незначительное число эндотелиоцитов имеет уплотненный матрикс и вези-



кулы, связанные с инвагинациями цитоплазматической мембраны. Митохондрии, цитоплазматическая сеть и элементы пластического комплекса резко набухшие, а их мембраны деформированы и разрыхлены (рис. 1). Рельеф люминальной поверхности эндотелия неравномерен, изрезан многочисленными выростами, выпячиваниями и бухтами цитолеммы. Цитолемма в некоторых участках нечетко контурирована, разрыхлена и почти лишена микроворсинок. Просвет таких капилляров в основном заполнен склееными, пристеночно расположенными агрегатами эритроцитов. Подобные изменения в капиллярах, по данным [6—8], влекут нарушения микроциркуляции, ухудшают оксигенацию миокарда, что нередко приводит к разнообразным нарушениям деятельности сердца.

В [9—11] отмечено, что повышение проницаемости эндотелия и базального слоя капилляров может быть следствием повреждающего влияния факторов, выделяемых агрегированными тромбоцитами при реакции освобождения.

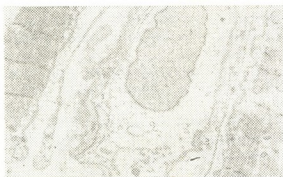


Рис. 1. Капилляр в миокарде левого желудочка больного, не получавшего гепарин до операции. Просвет капилляра (1) полностью перекрыт набухшей эндотелиальной клеткой с вакуолизированной набухшей цитоплазмой (2). Перикапиллярный (3) и внутримышечный отек (4) ( $\times 18000$ )

Уменьшение четкости контура неклеточного компонента базального слоя, резкое просветление основного вещества и разобчение перикапиллярных коллагеновых волокон указывают на выраженный околососудистый отек и ведут к повышению гидрофильности окружающих миоцитов и их органелл (рис. 1).

У больных, получавших гепарин до операции, в капиллярах миокарда левого желудочка в большом количестве выявлены эндотелиальные клетки с неравномерной плотностью матрикса.

Рис. 2. Капилляр в миокарде левого желудочка больного, получавшего гепарин до операции. Просвет капилляра открыт (1). Цитоплазма эндотелиальной клетки относительно уплотнена и содержит пиноцитозные пузырьки (2) и другие органеллы (3). Базальный слой разрыхлен (4). Межэндотелиальный стык уплотнен (5) ( $\times 18000$ )



Просвет их в основном равномерной конфигурации, овальной округлой формы и почти не содержит агрегатов тромбоцитов и эритроцитов (рис. 2). Количество крупных пиноцитозных пузырьков настолько увеличено, что эндотелиоциты иногда полностью заполнены

ими. Митохондрии просветлены, но матрикс и кристы в них сохранены, ультраструктура некоторых органелл почти не изменена.

Отек в области перикариона менее резок, в ядре увеличено количество нуклеоплазмы и хроматина. В цитоплазме эндотелиоцитов повышено содержание мембран зернистой цитоплазматической сети, поли- и рибосом.

Межклеточные соединения эндотелия сужены, плазматические мембраны на местах стыка уплотнены, что говорит об увеличении адгезивных свойств контактных зон эндотелия [12] (рис. 2).

Базальный слой менее отечен, хотя между фибриллами отмечается разреженный аморфный материал (рис. 2).

Внутриклеточный отек в перичитах менее выражен. Перикапиллярное скопление жидкости, наблюдаемое у больных, не получавших гепарин до операции, уменьшено. Коллагеновые волокна более осмиофильны. Капилляры менее разобщены от миоцитов, что создает лучшие условия для трофики последних. Митохондрии прилежащих к ним мышечных клеток отличаются значительной плотностью матрикса, а саркоплазма — повышенным содержанием рибосом и гранул гликогена, по сравнению с миоцитами сердечной мышцы нелеченых больных.

Послеоперационный период у больных, получавших гепарин, протекает более гладко. Клинические симптомы сердечно-сосудистой и дыхательной недостаточности отличаются меньшей тяжестью и длительностью. Коагулограмма показывает менее выраженную тенденцию к тромбообразованию.

Таким образом, изложенные выше данные свидетельствуют об эффективности гепаринотерапии в целях улучшения кровотока в терминальной сети микроциркуляторного русла сердечной мышцы больных ревматическим митральным пороком сердца.

Научно-исследовательский институт  
экспериментальной и клинической хирургии  
МЗ ГССР

(Поступило 28.7.1978)

ციტოლოგია

თ. ჩაჩანაშვილი

ჰეპარინოთერაპიის გავლენა გულის კუნთის  
მიკროციკლატორულ ქსელზე რემიატიული  
მიტრალური მანკების დროს

რეზიუმე

შესწავლილია რემიატიული მიტრიალური მანკის III, IV და IV—V სტადიაში მყოფი 75 ავადმყოფის გულის მარცხენა პარკუჭის კაპილარების ულტრასტრუქტურა ჰეპარინოთერაპიის ფონზე.

ჰეპარინოთერაპიის დადებითი შედეგი გამოვლინდა კაპილარების კედლის ულტრასტრუქტურის მოწესრიგებით, უჯრედშუა შემუბების შემცირებით, ბაზალური შრის შევიწროვებითა და მისი სიმკვრივის აღდგენით. გამოვლინდა მკაფიო ურთიერთკავშირი ჰეპარინოთერაპიის კლინიკურ ეფექტსა და კაპილარების ულტრასტრუქტურის მოწესრიგებას შორის.

მიღებული შედეგების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ ჰეპარინო-თერაპია აუმჯობესებს რევმატიული მიტრალური მანკების დროს სისხლის მიმოქცევას გულის კუნთის კაპილარულ ქსელში.

## CYTOLOGY

T. R. CHACHANASHVILI

 EFFECTS OF HEPARIN THERAPY ON THE STATE OF  
 MICROCIRCULATORY BED IN PATIENTS WITH  
 RHEUMATIC MITRAL HEART DISEASE

## Summary

In 75 patients with rheumatic mitral heart disease in III, IV and IV-V stages of disease, the ultrastructure of left ventricular myocardial capillaries has been studied against the background of heparin therapy. Heparin was administered in doses of 40-70 mg/kg body weight during 2-3 weeks before and after operation. Positive results of heparin therapy were manifested as regulation of capillary wall ultrastructure, decrease of intracellular edema, restriction of the basal layer and rehabilitation of its density.

A clear interrelationship was found between the clinical effect of heparin therapy and the organization of capillary ultrastructure.

These findings permit the conclusion that heparin therapy improves circulation in the myocardial capillary network in patients with rheumatic mitral heart disease.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. С. Пауков. Арх. пат., 9, 1967, 18.
2. Н. А. Джавахишвили, З. Г. Цагарели, В. И. Фуфин, Л. Е. Гогнашвили. Сб. «Ультраструктура сердечно-сосудистой системы в норме и патологии». Тбилиси, 1976, 55—57.
3. В. И. Фуфин, М. С. Мачабели, Г. Д. Иоселиани и др. Материалы I конфер. кардиологов Латвийской ССР, 4. Рига, 1974, 56—62.
4. Я. Л. Росин. Сб. «Физиология гистогенетических барьеров». М., 1977.
5. В. П. Казначеев. Сб. «Вопросы физиологии и патологии гепарина». Новосибирск, 1965.
6. В. А. Асосков. Кардиология, 4, 1976, 56—62.
7. Ю. Б. Белоусов. Автореферат канд. дисс. М., 1970.
8. Ф. И. Комаров, В. А. Люсов, И. Н. Бокарев. Кардиология, 3, 1978, 12—18.
9. I. Mustard, H. Z. Marat, D. R. Macmorine. Soc. Exp. Biol. (N. Y.), 119, 1965, 988.
10. V. Robert. Nature. 227, 1970, 1248.
11. I. Pool, S. Cromwell, E. P. Bendith. Am. J. Path. 62, 1971, 391
12. Я. Л. Караганов. Автореферат докт. дисс. М., 1972.

Л. В. МУСХЕЛИШВИЛИ

## β-АДРЕНЕРГИЧЕСКАЯ СТИМУЛЯЦИЯ СИНТЕЗА ДНК В ЭПИДЕРМИСЕ МЫШИ

(Представлено академиком П. А. Кометиани 1.9.1978)

Регулирующее влияние адреналина на процессы метаболизма в различных тканях осуществляется в результате связывания со специфическими адренорецепторами [1]. Кроме того, накапливается все больше фактов относительно опосредованного адренорецепторными структурами влияния катехоламинов на пролиферацию некоторых видов клеток [2—4].

Задержку клеток эпидермиса мыши в премитотическом периоде можно наблюдать при воздействии как адреналином, так и α- и β-адренергическими агентами. Следовательно, равнозначный эффект развивается при раздельном воздействии на клеточные рецепторы α- или β-типа [5, 7].

Однако в данном случае неясен биологический смысл наличия в эпидермисе адренорецепторов двух типов, обеспечивающих один и тот же физиологический эффект, т. е. задержку клеток в премитотическом периоде.

Ниже рассматриваются результаты автордиографического исследования синтеза ДНК в условиях одновременной или раздельной стимуляции α- и β-адренергических рецепторов клеток эпидермиса.

Белым мышам-самцам весом 20—21 г в разное время суток внутрибрюшинно вводился <sup>3</sup>H-тимидин 1 мкК/г; кожа из межлопаточной области фиксировалась спустя 1 час. Животные делились на четыре группы: а) контрольную и получивших б) 2,5 мг/кг адреналина, в) 1,5 мг/кг α-адренергического препарата мезатона (фенилефрина), г) 1,0 мг/кг β-адренергического препарата изадрина (изопротеренола). Адреналин и адреномиметики вводились внутрибрюшинно однократно утром в 10 часов. Для исключения возможного связывания мезатона и изадрина с «несвоими» рецепторами предварительно вводилось соответственно 0,5 мг/кг β-адренолитического препарата обидана (пропранолола) или 1,0 мг/кг α-адренолитика фентоламина (регитина). Определялся процент меченых клеток в различные сроки после введения препаратов и сравнивался с данными контрольной кривой суточной периодичности доли меченых клеток в базальном слое эпидермиса [6, 7].

В отдельном опыте мышам вводился внутрибрюшинно <sup>3</sup>H-тимидин утром в 10 часов и кожа фиксировалась через каждые 2 часа в течение 30 часов. Животные опытной группы одновременно с <sup>3</sup>H-тимидином получали 2,5 мг/кг адреналина. Выводились кривые доли меченых митозов и определялась длительность s-фазы в контроле и опыте.

Парифиновые срезы покрывались эмульсией типа М, экспонировались в течение 1 месяца и после проявления окрашивались гематоксилин-эозином. Подсчет меченых клеток производился в базальном слое



межфолликулярного эпидермиса на протяжении 1 см. Все точки на кривых представляют собой средние для четырех животных с квадратичным отклонением.

Отчетливое повышение числа меченых клеток регистрировалось между 9-м и 17-м часами после введения адреналина (рис. 1).

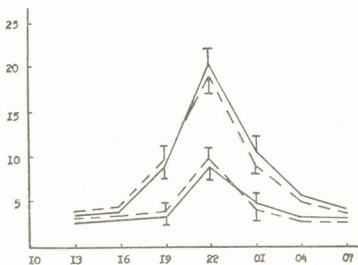


Рис. 1. Процент меченых клеток в базальном слое эпидермиса мыши в разное время суток после введения адреналина и адреноиметиков: по оси абсцисс — время суток; по оси ординат — количество меченых клеток (%) через 1 час после введения  $^3\text{H}$ -тимидина; нижняя сплошная линия — контроль; верхняя сплошная линия — введение адреналина; нижняя прерывистая линия — введение мезатона; верхняя прерывистая линия — введение изадрина.

Пояснения в тексте

Подобный эффект гормона впервые описан в отношении ороговевающего эпителия преджелудка мыши в работе О. С. Франкфурта [6]. Адреналин вызывает также повышение числа меченых ядер в культуре эмбриональных фибробластоподобных клеток человека [8].

Повышение доли меченых клеток в результате введения адреналина указывает на стимуляцию перехода большей части популяции в фазу синтеза ДНК в данный отрезок времени, по сравнению с нестимулированным контролем. Процесс собственно синтеза ДНК в эпидермисе при этом, по-видимому, протекает без изменений, так как анализ кривых меченых митозов показал, что при однократном введении адреналина в контроле и в опыте длительность s-фазы равнялась 8,5 часа (рис. 2).

Таким образом, адреналин только побуждает приступить к синтезу ДНК те клетки, которые переходят в s-фазу позднее.

При сопоставлении этих данных с цитированной работой О. С. Франкфурта представляется правомерным считать описанное изменение уровня пролиферации характерным проявлением действия адреналина в ороговевающих эпителиях.

Аналогичное действие оказало введение  $\beta$ -адренергического препарата изадрина, в то время как введение  $\alpha$ -адренергического агента мезатона никак не повлияло на переход эпидермальных клеток в фазу синтеза ДНК.

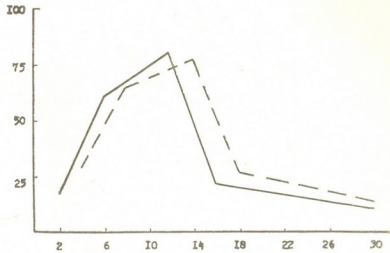
Результаты применения адренергических препаратов, специфически связывающихся с адренорецепторами  $\alpha$ - или  $\beta$ -типа, указывают, что стимулирующее влияние адреналина на переход клеток эпидермиса в фазу синтеза ДНК осуществляется путем взаимодействия с  $\beta$ -адренорецепторами, тогда как  $\alpha$ -адренорецепторы в формировании такого эффекта не участвуют.

Таким образом, влияние адреналина не ограничивается задержкой клеток в премитотическом периоде [9], оно является более многосторонним.



რონნიმ, повышая долю клеток, синтезирующих ДНК. Ясно, что в какой-то мере это будет отражаться и на общем уровне пролиферативной активности эпидермиса.

Рис. 2. Процент меченых митозов в эпидермисе мыши: по оси абсцисс—время после введения <sup>3</sup>H-тимидина (часы); по оси ординат — отношение меченых митозов к общему числу митозов (%); сплошная линия — контроль; прерывистая линия—введение адреналина. Пояснения в тексте



С точки зрения молекулярных механизмов специфического регуляторного влияния адреналина на пролиферацию обращает на себя внимание тот факт, что блокирующий эффект в G<sub>2</sub>-периоде клеточного цикла проявляется при его взаимодействии с адренорецепторами обоих типов или с любым из них [5], тогда как увеличение доли клеток, синтезирующих ДНК, является результатом взаимодействия исключительно с рецепторами β-адренергического типа.

В свете вышеизложенных фактов, а также согласно аналогичным наблюдениям [3, 4, 10, 11], представляется вероятным, что в результате β-адренергической стимуляции, сопровождающейся повышением уровня цАМФ в различных типах эпителиальных тканей, активируются процессы, обеспечивающие репликацию ДНК.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт фармакохимии  
им. И. Г. Кутателадзе

(Поступило 1.9.1978)

ციტოლოგია

ლ. მუსხელიშვილი

დ ნ მ-ის სინთეზის β-ადრენერგული სტიმულაცია  
თავის ეპიდერმისში

რ ე ზ ი უ მ ე

ადრენალინის გავლენით თავის ეპიდერმისში იზრდებოდა დნმ-ის მასინ-  
თეზებელი (3H-თიმიდინის ჩამრთველი) უჯრედების ფრაქცია, მაგრამ S-ფაზის  
ხანგრძლივობა არ იცვლებოდა. ანალოგიურ მოქმედებას ახდენდა β-ადრენერ-  
გული პრეპარატი იზადრინი (იზობოტერენოლი). α-ადრენერგული პრეპარატი  
მეზატონი (ფენილეფრინი) ამ მხრივ უმოქმედო იყო. მაშასადამე, ადრენალინის  
მასტიმულირებელი ზეგავლენა ეპიდერმული უჯრედების S-ფაზაში გადასვლაზე  
სორციელდება მხოლოდ და მხოლოდ β-ადრენორეცეპტორებთან ურთიერთ-  
ქმედების შედეგად.

L. V. MUSKHELISHVILI

 **$\beta$ -ADRENERGIC STIMULATION OF DNA SYNTHESIS IN MURINE EPIDERMIS**

## Summary

A single intraperitoneal injection of epinephrine increased the fraction of DNA synthesising cells in murine epidermis, but the duration of S-phase did not change. A similar effect was observed in the case of  $\beta$ -adrenergic agent isoproterenol, while  $\alpha$ -adrenergic agent phenylephrine was inactive. Thus, the stimulatory effect of epinephrine on the transition of epidermal cells into S-phase is realized by interaction with  $\beta$ -adrenergic receptors.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. G. A. Robison, R. W. Butcher, E. W. Sutherland. In «Fundamental concepts in drug-receptor interactions». N. Y. — London, 1970.
2. Г. А. Бузников. Низкомолекулярные регуляторы зародышевого развития. М., 1967.
3. R. Baserga. In «The proliferation and spread of neoplastic cells». Baltimore, 1968.
4. J. W. Вугон. *Exper. Cell Res.*, 71, 1972, 228—232.
5. Л. В. Мусхелишвили, М. Д. Гедеванишвили. *Цитология*, 5, 1976, 627—629.
6. О. С. Франкфурт. *ДАН СССР*, 180, I, 1968, 251—253.
7. Н. Г. Быстренина, Г. И. Поддерюгина. *Бюлл. exper. биол. и мед.*, 82, II, 1976, 1369—1371.
8. В. Д. Дышловой, В. С. Качура, А. С. Панчук. *Цитология и генетика*, 3, 1976, 201—204.
9. И. А. Алов, Г. Я. Павлецко, М. В. Сухинина. *Бюлл. exper. биол. и мед.*, 4, 1955, 63—65.
10. C. A. Schneuer. *Proc Soc. Exptl. Biol. Med.* 131, 1969.
11. J. P. MacManus, B. M. Braceland, T. Youdale, J. F. Whitfield. *J. Cell. Physiol.* 82, 1973, 157—164.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

О. Н. ГУДУШАУРИ (академик АН ГССР), Д. А. ОМИАДЗЕ,  
Д. К. НАКАШИДЗЕ, М. С. КАЛАШНИКОВА

### РЕАКЦИЯ КОСТНОЙ ТКАНИ РЕЦИПИЕНТА ПРИ ИМПЛАНТАЦИИ КОРУНДОКЕРАМИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

Создание различных протезов и конструкций, которые могут применяться при замещении костных дефектов и суставов, требует применения имплантационных материалов, которые, наряду с достаточной механической прочностью, имели бы по возможности полноценную прочность на коррозию при нагрузке на трение и надежное сосуществование с компонентами живого организма. Естественно, что в таких условиях возникает необходимость поиска новых, более совершенных материалов, которые могут быть использованы для создания протезов новой конструкции.

Поисковые работы в направлении подбора наиболее пассивных и высокопрочных материалов для нужд эндопротезирования и фиксации костных отломков начаты в 1971 г. зав. кафедрой травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии Тбилгосмединститута, академиком АН ГССР, профессором О. Н. Гудушаури совместно с руководителем инженерной группы ЦНИЛ Тбилгосмединститута Б. Л. Соломянским.

На основе целого ряда испытаний и исследований установлено, что указанному назначению наиболее полно отвечает корундовая керамика.

Материал изучался комплексно: физико-химическими, макро-микроморфологическими и токсикологическими методами исследования.

С целью изучения структурной реакции костной ткани реципиента на эксплантацию корундокерамического материала были проведены эксперименты на 30 половозрелых собаках (самцах) в возрасте от 2 до 3 лет.

Корундокерамический стержень 5×70 мм вводился через большой вертел в спонгиозную кость по направлению костномозгового канала бедренной кости. Верхняя часть штифта длиной 5—7 мм оставалась свободной над эпифизом кости собаки.

Макро- и микроскопические исследования проводились в динамике в сроки от 3 недель до 18 месяцев с месячным интервалом. После забоя собак декапитацией производилась резекция верхней трети бедра с экзартикуляцией головки. Иссеченная часть бедра распиливалась вдоль оси кости. Разъединение распиленных частей удавалось с трудом, в связи с плотным спаянием вещества ложа реципиента с поверхностью имплантата. После удаления штифта из ложа видимых на глаз изменений поверхности керамики не наблюдалось. Степень затруднения извлечения корундокерамических стержней из образовавшегося вокруг них ложа увеличивалась с нарастанием сроков выдержки. Поверхность костного ложа являлась отпечатком поверхности стержня. Она была белесоватой, гладкой, блестящей.

Для микроскопического изучения материала выпиливались кусочки костного ложа с соприкасающимися с ними мягкими тканями (эпифиз) и подлежащей толщии костной ткани. Канал изучался в продольном и поперечном направлениях. Кусочки окрашивались гематоксилин-эозином, импрегнировались серебром по методу Футта, эластические волокна выявлялись орсеином по Вейгерту.

Микроскопическое изучение материала показало, что в разные сроки в прилежащих отделах корундокерамического штифта имеются отшнурованные от реципиента некротизированные вещества щебенки, которые со временем рассасываются и путем элиминации и дезинтеграции исчезают. Богатая клетками и сосудами капиллярного типа грануляционная ткань, постепенно созревая, становится пышнее, появляются переходные клетки, дифференцирующиеся в сторону остеогенеза. Нежные пучки эластиновых и аргирофильных волокон сменяются плотными коллагеновыми пучками, ткань становится нежно-фиброзной, а затем фиброзной. Постепенно в гуще клеточно-волокнуистой ткани намечаются участки костеобразования, непосредственно переходящие в губчатые костные балки. В последних типичное пластинчатое строение кости не нарушено. Остециты сочные, хорошо окрашены, остеоны единичны, но хорошо выражены, линии склеивания четки (рис. 1). Жировой и красный костный мозг без изменений.



Рис. 1. Микрофотограмма: прилежащие отделы корундокерамического штифта представлены нежно-фиброзной тканью, переходящей в толщу костной ткани реципиента. Окраска гематоксилин-эозином ( $\times 65$ )

Усиленная перестройка с преобладанием рассасывающих процессов над костеобразовательными, намеченная в начальные сроки эксперимента, в более поздние сроки сменяется перестройкой с преобладанием костеобразовательных процессов. Новообразованная костная ткань заполняет все микротрещины кости, созревает, формируется в



костные балки, утолщается и, распределяясь рационально, обеспечивает образование вокруг штифта единой прочной костной системы. Усиленная перестройка, продолжающаяся вплоть до последних сроков эксперимента, приводит местами к образованию склерозированных участков, приближающихся к компактному строению кости.

Таким образом, комплекс структурных изменений, развивающийся в ответ на введенный корундовый керамический штифт, представляет собой совершенно атипичный с точки зрения патологической организации биологический процесс.

В то время как трехлопастный металлический гвоздь, примененный нами ранее в эксперименте, изученный в динамике в те же сроки, окутан фиброзной капсулой, которая постепенно утолщается, обызвествляется, а затем, окостеневающая, окутывает стержень в виде панциря, ответная реакция реципиента на корундокерамический стержень представляет в общей сложности исходящую из подлежащей костной ткани нежно-фиброзную ткань, которая не обызвествляется и не окостенеживает в изученные нами сроки. Разные материалы — совершенно разные реакции организма. Характерным для корундокерамического штифта можно считать и тот факт, что ни в одном из наших наблюдений явления воспаления не было обнаружено.

Нужно полагать, что физико-химические особенности, характеризующие корундовую керамику (коррозионная стойкость, прочность, высокая плотность, отсутствие электрического поля), обусловили надежное сосуществование корундовой керамики с костью реципиента. Именно эти свойства и явились предпосылкой интактности в отношении костно-тканевых элементов реципиента. Действие же керамического стержня на ткани реципиента, должно быть, сводится лишь к механическому раздражению кости, вызывающему усиленную перестройку всей костной ткани — от окружающих стержень костно-мозговых пространств до подperiosteальной зоны. Пышно разросшаяся клеточно-волоконистая ткань с новообразованными костными балками постепенно созревает и, рационально распределяясь вокруг стержня, обуславливает его плотное прилегание к кости.

Все вышесказанное дает нам основание применять корундовую керамику для фиксации и замещения костной ткани как наилучший аллопластический материал.

Тбилисский государственный  
медицинский институт

Научно-исследовательский институт  
травматологии и ортопедии  
МЗ ГССР

(Поступило 14.9.1978)

განკარგობის მემორია

მ. ლუღუშაური (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ღ. ოშიანი, ღ. ნაკაშიძე,  
გ. ბალაშენიკოვა

რეციპიენტის ძვლოვანი ქსოვილის რეაქცია  
კორუნდ-კერამიკული მასალის იმპლანტაციამ

რეზიუმე

შესწავლილია რეციპიენტის ძვლოვანი ქსოვილის სტრუქტურული რეაქცია ზარძაყის სპონგიოზურ ძვალში შეყვანილ კორუნდ-კერამიკულ ექსპლანტატზე (ღერო). ცდები ჩატარებულია 30 ძალზე, დაკვირვება — 3 კვირიდან 18 თვემდე, ერთი თვის ინტერვალით. დადგენილია, რომ რეციპიენტის საპასუხო რეაქ-



ცია, კორუნდ-კერამიკულ ღეროზე წარმოდგენილია ნაზბოქკოვანი შემადგენელი ქსოვილით, რომელიც დროის შესაბამისად მწიფდება, დიფერენცირდება ოსტეოგენეზის მიმართულებით და უშუალოდ გადადის რეციპიენტის ღრუბლოვანი ძვლის სისქეში. შეყვანილი ღეროს მოქმედება განისაზღვრება ძვლოვანი ქსოვილის მექანიკური გაღიზიანებით, რომელიც აპირობადებს მის გაძლიერებულ გარდაქმნას, გამოხატულს პირველ ხანებში შესრუტვის და შემდგომ ძვლის შექმნის პროცესებით. ახლად წარმოქმნილი ძვლოვანი ხარისხები მწიფდებიან, რაციონალურად ნაწილდებიან რა ღეროს ირგვლივ და მტკიცედ უკავშირდებიან მას.

#### EXPERIMENTAL MEDICINE

O. N. GUDUSHAURI, D. A. OMIADZE, D. K. NAKASHIDZE,  
 M. S. KALASHNIKOVA

### REACTION OF RECIPIENT BONE TO IMPLANTATION OF CORUNDUM-CERAMIC MATERIAL

#### Summary

The structural reaction of recipient bone tissue to a corundum-ceramic explant introduced into spongioid femur bone has been studied. The experiments involved 30 dogs, the observations lasting from 3 to 18 weeks, with a one-month interval. Receptient reaction to corundum-ceramic material was found to be represented by a fine fiber connective tissue, which ripens and differentiates in the direction of osteogenesis, and spontaneously transfers into the spongioid substance of the bone. The effect of ceramic fixation rod should be only mechanical irritation of bone tissue, causing intensive rearrangement in the entire bone tissue represented first by absorption and then by bone formation. The luxuriated cellularfibrillar tissue with the newly formed bone beams ripens gradually and, rationally distributing round the rod ensures its close attachment to the bone.

ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

Л. К. ГАБУНИЯ (академик АН ГССР), Н. Д. БИРЮКОВ

О ПРИСУТСТВИИ СВОЕОБРАЗНОГО ПРЕДСТАВИТЕЛЯ  
АРКТОЦИОНОИДЕЙ (ARCTOCYONOIDEA) В ПАЛЕОГЕНЕ АЗИИ

Сведения о ранне- и среднепалеогеновых млекопитающих Азии все еще крайне скудны и отрывочны. Поэтому каждая новая находка остатков древних млекопитающих этого континента, хотя бы и незначительная, привлекает к себе внимание специалистов. К числу таких находок относится фрагмент нижней челюсти с зубами своеобразной кондилартры (*Condylarthra*) из позднего эоцена (турангинская свита) Призайсанья, принадлежащей к особому, не известному до сих пор роду арктоционоидей (*Arctocyonoidea*).

Излагаемые здесь данные исследования этого обломка нижней челюсти, несмотря на их неполноту, расширяют наше представление о путях эволюции евразийских кондилартр.

Отряд *Condylarthra*, 1881

Надсемейство *Arctocyonoidea* Trouessart, 1885, *incertae sedis*

Род *Kiinkerishella* Gabunia et Birjukov, *gen. nov.*

Название рода от местонахождения Киин-Кериш.

Типовой вид — *Kiinkerishella zaisanica* sp. nov., поздний эоцен, турангинская свита, горы Киин-Кериш, сопка «К».

Диагноз. Средних размеров представитель арктоционоидей, характеризующийся довольно резким сокращением по направлению спереди назад размеров моляров. На  $M_3$  параконид отсутствует, метаконид несколько мельче протоконида и заметно сближен с ним; талонид относительно короткий и узкий, несущий только один бугорок — гипоконид.

Сравнение. Уменьшение по направлению спереди назад величины моляров отличает киинкершескую форму от всех известных нам кондилартр, за исключением евразийских арктоционоидей, объединяемых в семейство *Paroxyclaenidae*. Однако нельзя говорить с уверенностью о ее близости также к пароксикленидам, так как ни у одного из представителей этого семейства не находим мы такого своеобразного строения  $M_3$ , как у киинкершеллы. Весьма значительная степень редукции параконида несколько сближает ее со среднеэоценовым *Koridodon* из Месселя (Дармштадт), но удлинненно-четырёхугольные очертания коронки  $M_3$ , присутствие на этом зубе вполне развитого энтоконида и некоторые другие особенности копододона [1] резко отличают его от киинкершеллы. Можно указать на некоторое сходство зайсанской кондилартры и с раннеэоценовой *Spaniella* из Сиерры-де-Монтллобара [2], характеризующейся также довольно значительной степенью редукции параконида  $M_3$  и развитием на талониде этого зуба, как и у киинкершеллы, только одного конуса — гипоконида. Однако, как показало сравнение нашего материала со слепами зубов спаниеллы, любезно предоставленными нам проф. Д. Расселом из Парижского института па-

леонтологии, у этой кондилартры, в отличие от киинкеришской формы, протоконид и метакоид  $M_3$  почти равны по величине и разделены довольно широкой ложбинкой, а талонид несет более широкую и глубокою ямку, чем у киинкеришеллы, которой она, кроме того, заметно уступает в размерах. Еще более существенны отличия киинкеришеллы от позднеэоценового *Paroxyclaenus* из фосфоритов Керси [3, 4], у которого  $M_3$  имеет вполне развитый тригонид и совершенно иного типа, чем у зайсанского рода, талонид. Среднеэоценовый *Rigidens* из Гайзельталя [5] заметно отличается от киинкеришеллы, как и, впрочем, от известных нам пароксикленид, тем, что  $M_3$  у него даже несколько превосходит по длине  $M_2$ . Наконец, своеобразный *Kochictis* [6] из позднего олигоцена Трансильвании, отклоняющийся по строению коренных зубов от прочих пароксикленид, сильно отличается от зайсанской формы некоторыми существенными особенностями талонида  $M_1$  (почти полное отсутствие гипоканулида, весьма слабое развитие энтоконида и др.).

Обращает на себя внимание некоторое общее сходство киинкеришеллы с миацидами [7], которых она напоминает по свойственному им резкому сокращению спереди назад размеров нижних моляров и довольно тесному сближению на  $M_3$  метакоида с протокоидом. Однако от этих древних хищников зайсанская форма резко отличается по ряду существенных признаков зубов (полная редукция паракоида и совершенно иное строение талонида  $M_3$ , явно иные пропорции  $M_2$  и некоторые другие).

Распространение. Северное Призайсанье (Восточный Казахстан).

*Kiinkerishella zaisanica* Gabunia et Birjukov, sp. nov. Рис. 1—3.

Видовое название от Зайсанской впадины.

Голотип — № 3 К 7  $\frac{289}{1406}$  (коллекция Лаборатории палеобиологии

Института зоологии АН Казахской ССР), фрагмент правой ветви нижней челюсти со слабостертым тригонидом  $M_1$ , с обломанным у основания коронки  $M_2$  и едва стертым  $M_3$ ; поздний эоцен, кварцевые пески, сопка «К» (турагинская свита).

Материал — голотип.

Диагноз — тот же, что для рода.

Описание. Нижняя челюсть (рис. 1) относительно низкая и массивная (высота горизонтальной ветви на уровне переднего края  $M_3$  14 мм, толщина под тем же зубом 9 мм). Нижний край горизонтальной ветви образует небольшой уступ на уровне начала восходящей ветви. Ямка жевательного мускула глубокая, отчетливо ограниченная.

$M_1$  (рис. 2) представлен слабостертым талонидом (челюсть обломана на уровне переднего края альвеолы этого зуба), имеющим округлые очертания и неглубокую центральную ямку. Гипоконид относительно крупный, представляющий по существу единственный вполне развитый конус талонида. Энтоконид и гипоконулид низкие и гребенчатые, расположенные по краю талонида. Легкая поперечная бороздка как бы ограничивает гипоконулид от гипоконида. Непосредственно перед энтоконидом, у самого переднего края талонида заметен не тронутый стиранием бугорок, возможно, отвечающий метастилиду. Косой гребень, направленный от вершины гипоконида к заднему краю тригонид, отчетливый, умеренно отклоняющийся латерально. Задняя стенка тригонид имеет такой же наклон, как и у

полностью сохранившегося  $M_3$ , указывая, быть может, на то, что разница в высоте тригонид и талонида была не очень значительна (приблизительно как у  $M_3$ ). Судя по размерам и форме сохранившейся части альвеолы переднего корня зуба, тригонид был несколько короче талонида. Приблизительная длина зуба 9 мм, ширина талонида 5,4 мм.

Рис. 1. *Kiinkerishella zaisanica*  
Gabunia et Birjukov. Обломок  
правой ветви нижней челюсти  
снаружи.  $\times 1,3$



От  $M_2$  сохранились лишь основание передней стенки коронки и корень зуба. Сильно уплощенный мезиальный корень и соответственно суженная трансверсально передняя часть альвеолы свидетельствуют об укороченности и поперечной ориентации тригонид. Можно думать поэтому, что параконид на этом зубе был сильно редуцирован. Талонид имел заметно большую длину, чем тригонид. В целом зуб был явно мельче  $M_1$  (длина его альвеолы 6 мм).



Рис. 2. *Kiinkerishella zaisanica*  
Gabunia et Birjukov. Талонид  $M_1$  сверху.  $\times 6,3$

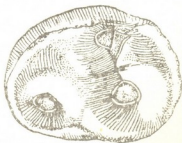


Рис. 3. *Kiinkerishella zaisanica*  
Gabunia et Birjukov.  $M_3$  сверху.  
 $\times 7,3$

$M_3$  (рис. 3) с несколько поврежденными вершинками прото- и метаконид, заметно мельче  $M_2$  (длина зуба 4,8 мм, ширина 3,9 мм). Параконид полностью редуцирован. Протоконид крупнее и выше метаконид. Спереди зуб окаймлен довольно широким воротником, сливающимся с передне-лабиальным краем несколько дистальнее расположенного метаконид. Последний тесно сближен с протоконидом, с которым его связывает слабо выраженное ребрышко. Все же оба конуса разделены довольно глубокой бороздкой, которая отчетливее видна на передней стороне тригонид. Небольшое утолщение лабиального края переднего воротничка, возможно, является отголоском параконид. Талонид заметно уже и короче тригонид. Он несет лишь относительно невысокий и несколько смещенный к центру гипоконид. Ямка талонида мелкая — в виде узкой полоски, ограничивающей гипоконид с передне-лингвальной стороны. Имеется задне-лабиальный воротничок, смыкающийся с ямкой талонида.

Замечания. Как видно из приведенного описания, такие особенности киинкиришеллы, как полная редукция параконид  $M_3$ , тес-



ное сближение на этом зубе метаконида и протоконида и заметное преобладание размеров второго из этих конусов над первым, сильно отличают ее от известных нам пароксикленид, свидетельствуя о некоторой обособленности зайсанской формы, представляющей, возможно, особую ветвь пароксикленидообразных арктоциониоидей, в известной мере параллельную миацидам.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт палеобиологии

Академия наук Казахской ССР  
 Институт зоологии.

(Поступило 7.7.1978)

პალეობიოლოგია

ლ. გაბუნია (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), მ. ბირიუკოვი

არქტოციონოიდეების (ARCTOCYONOIDEA) თავისებური  
 წარმომადგენელი აზიის პალეოგენიდან

რ ე ზ ი უ მ ე

ზაისანის ქვაბულის ტურანგენის წყებაში (გვიანი ეოცენი?) დადგენილია არქტოციონოიდეების (Arctocyonoidea) თავისებური წარმომადგენელი — *Kiinkerishella zaisanica* Gabunia et Birjukov, gen. et sp. nov., რომელიც ევრაზიის ეოცენურში გავრცელებულ პაროქსიკლენიდებს (Paroxyclaenidae) მოგვაგონებს. კინეკრიშელა მიეკუთვნება პაროქსიკლენიდებისმაგვარი არქტოციონოიდეების დღემდე უცნობ შტოს, რომელიც რამდენადმე უძველესი მტაცებლების, მიაციდების (Miacidae) პარალელურად ვითარდებოდა.

PALAEOBIOLOGY

L. K. GABUNIA, N. D. BIRJUKOV

ON THE PRESENCE OF A PECULIAR REPRESENTATIVE OF  
 ARCTOCYONOIDS IN THE PALEOGENE OF ASIA

Summary

The authors have established the presence of a new genus and species of arctocyonooids—*Kiinkerishella zaisanica* Gabunia et Birjukov, gen. et sp. nov.—in the Eocene deposits of the Zaisan basin (the Turanginian formation). It is suggested that *Kiinkerishella* belongs to a hitherto unknown branch of paroxyclaenid-like arctocyonooids to a certain extent its evolution ran parallel to that of the most ancient carnivores of the family Miacidae.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. H. Tobien. Notizbl. hess. L.-Amt. Bodenforsch, 97, 1969.
2. M. Crusafont-Pairo, D. E. Russell. Bull. Mus. nat. d'Hist. natur. (2), 38, Paris 1967.
3. D. E. Russell, M. C. McKenna. Bull. Soc. Géol. France (7) 3, Paris, 1961.
4. L. Van Valen. Journ. Mammal., 46, 388-397, 1965.
5. H. W. Matthes. Hallesches Jb. mitteldeutsche Erdgesch., 1, 201-240, Halle, 1952.
6. M. Kretzoi. Földtani Közlöny, 73, 190-195, Budapest, 1943.
7. W. D. Matthew, A. W. Granger. Bull. Am. Mus. Nat. Hist., 35 1, 1915.



Т. М. АЛИЕВ

## ВНУТРИОТРАСЛЕВАЯ МОДЕЛЬ БАЛАНСА ПРОИЗВОДСТВА И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОДУКЦИИ НАТУРАЛЬНО-СТОИМОСТНОГО ТИПА

(Представлено академиком И. С. Микеладзе 12.9.1978)

Ниже рассмотрены вопросы построения внутриотраслевой модели натурально-стоимостного типа, предназначенной для расчетов в сводном блоке отраслевой подсистемы АСПР союзной республики. Такого типа модель для народного хозяйства в целом была разработана в НИЭИ при Госплане СССР под руководством Ф. Н. Клоцвога [1, 2]. Основные идеи ее используются в настоящей работе.

Балансовые уравнения производства и распределения продукции для каждой подотрасли имеют вид

$$V_i = \sum_{j=1}^m \alpha_{ij}^k V_j^k + \sum_{k=m+1}^n b_i^k V^k + \alpha_i V_i + P_i^n + P_i^m + N_i + S_i^b - S_i^{mb}, \quad (1)$$

где  $V_i$  — объем производства продукции  $i$  по всем продуктам, выделенным в номенклатуре внутриотраслевого баланса;  $V_j^k$  — объем производства продукции  $j$  на предприятиях министерства (ведомства)  $k$ ;  $V^k$  — объем валовой продукции министерства  $k$  в стоимостном выражении;  $\alpha_{ij}^k$  — коэффициенты прямых затрат продукции  $i$  на производство продукции  $j$  на предприятиях министерства  $k$ ;  $b_i^k$  — коэффициенты ненормируемого по отдельным продуктам расхода продукции на предприятиях министерства  $k$ ;  $\alpha_i$  — удельный вес прочего потребления продукции  $i$  в общем объеме производства продукта  $i$ ;  $m$  — количество видов продуктов, выделенных в номенклатуре внутриотраслевого баланса;  $i, j$  — индексы видов продукции;  $n$  — число министерств, выделенных в внутриотраслевом балансе;  $k$  — индекс министерств;  $P_i^n$  — конечное производственное потребление продукта другими отраслями материального производства;  $P_i^m$  — конечное потребление  $i$ -го продукта, состоящее из личного потребления населения (так называемые рыночные фонды) и потребления в непроизводственной сфере;  $N_i$  — часть конечного продукта, включающая прирост оборотных фондов, запасов и резервов;  $S_i^b$  и  $S_i^{mb}$  — показатели вывоза и ввоза продукта  $i$  за пределы республики.

Объем производства продукции в натуральном выражении на предприятиях министерств определяется с использованием так называемого метода структурных коэффициентов ([2], стр. 213):

$$V_i^k = \beta_j^k V_j, \quad \sum_{k=m+1}^n \beta_j^k = 1, \quad (2)$$

где  $\beta_j^k$  — удельный вес продукции, вырабатываемой на предприятиях министерства  $k$ , в общем объеме производства  $j$ .

Подставляя соотношения (2) в (1), получаем следующее балансовое соотношение:

$$V_i = \sum_{j=1}^m a_{ij}^k \beta_j^k V_j + \sum_{k=m+1}^n b_i^k V^k + \alpha_i V_i + Y_i, \quad (3)$$

где

$$Y_i = P_i^n + P_i^u + N_i + S_i^a - S_i^{ab}.$$

В системе уравнений (3) величина объема валовой продукции министерств (ведомств) является неизвестной величиной (кроме неизвестных  $V_i$ ). Для ее определения в модель вводятся уравнения, описывающие функциональную зависимость общего объема производства валовой продукции  $V^k$  от объема производства продукции в натуральном выражении основных видов продуктов ([2], стр. 214):

$$V^k = \frac{\sum_{j=1}^m V_j^k t_j^k p_j^k}{1 - \gamma^k} = \frac{\sum_{j=1}^m \beta_j^k t_j^k p_j^k V_j}{1 - \gamma^k}, \quad (4)$$

где  $t_j^k$  — доля товарного выпуска продукции  $j$  на предприятиях министерства  $k$  в общем объеме выпуска продукции  $j$  на этих же предприятиях;  $p_j^k$  — действующая оптовая цена единицы продукции  $j$ , выпускаемой на предприятиях министерства  $k$ ;  $\gamma^k$  — удельный вес прочей продукции министерства  $k$ , не вошедшей в номенклатуру внутриотраслевого баланса в общем объеме продукции министерства  $k$ .

Подставляя значения валовой продукции министерства, определенной по (4) в (3), имеем систему линейных уравнений относительно  $V_i$ :

$$V_i = \sum_{j=1}^m a_{ij}^k \beta_j^k V_j + \sum_{j=1}^m \sum_{k=m+1}^n \frac{b_i^k \beta_j^k t_j^k p_j^k V_j}{1 - \gamma^k} + \alpha_i V_i + Y_i. \quad (5)$$

Кроме того, для определения валовой продукции подотраслей отрасли промышленности в модель вводятся следующие соотношения:

$$V_r' = \sum_{k=m+1}^n \omega_r^k V^k + V_r^{np}, \quad (6)$$

$$V' = \sum_{r=1}^l V_r',$$

где  $V_r'$  — объем валовой продукции хозяйственной подотрасли отрасли промышленности;  $r$  — индекс подотраслей отрасли промышленности,  $r=1, \dots, l$ ;  $l$  — число подотраслей;  $\omega_r^k$  — удельный вес продукции

предприятий подотрасли  $r$ , вырабатываемой в министерстве  $k$ ;  $V_r^{np}$  — объем валовой продукции предприятий подотрасли в министерствах и ведомствах, не включенных в номенклатуру внутриотраслевого баланса;  $V'$  — объем валовой продукции отрасли в целом.

Кроме балансовых уравнений по производству и распределению продукции, модель внутриотраслевого баланса натурально-стоимостного типа может быть дополнена системой уравнений капитальных вложений, при помощи которых определяются потребности в капитальных вложениях в зависимости от роста производства продукции в министерствах. Уравнения капитальных вложений и динамики основных производственных фондов аналогичны соответствующим уравнениям укрупненной динамической модели межотраслевого баланса ([1], стр. 628).

Полученная система уравнений может быть дополнена балансовыми уравнениями потребности в трудовых ресурсах в подотраслях, необходимых для осуществления производственной программы отрасли промышленности и рассчитываемых при помощи коэффициентов трудоемкости продукции:

$$L_r = \tau_r V_r', \quad (7)$$

где  $L_r$  — потребность в численности занятых в подотраслях  $r$  отрасли промышленности;  $\tau_r$  — коэффициенты трудоемкости продукции подотрасли  $r$ .

Для отражения связей данной отрасли промышленности с другими отраслями народного хозяйства и отраслями промышленности в модель вводятся уравнения расчета потребности в материальных ресурсах, поступающих в отрасль со стороны:

$$M_i^k = \sum_{j=1}^m c_{ij}^k V_j^k, \quad i=1, \dots, d, \quad (8)$$

где  $M_i^k$  — объем потребности подотрасли  $k$  отрасли промышленности в  $i$ -м материальном ресурсе;  $c_{ij}^k$  — коэффициент прямых затрат  $i$ -го вида материальных затрат на производство  $j$ -й продукции на предприятиях подотрасли  $k$ ;  $d$  — количество видов материальных ресурсов, поставляемых другими отраслями народного хозяйства и отраслями промышленности в данную отрасль.

Показатели объемов валовой продукции министерств (4) и валовой продукции подотраслей (6) с помощью специальных коэффициентов могут быть трансформированы в объемы товарной продукции соответственно:

$$T_k = v^k V^k, \quad (9)$$

$$T_r' = v^r V_r', \quad (10)$$

где  $T_k(T_r')$  — объем товарной продукции министерства (подотрасли)  $k$  ( $r$ ) в текущих ценах;  $v^k$  ( $v^r$ ) — коэффициент, характеризующий отношение товарной продукции министерств (подотраслей) в текущих ценах к объему валовой продукции соответствующих министерств (подотраслей) в сопоставимых ценах.

Таким образом, система уравнений и балансовых тождеств (1) — (10) совместно с системой уравнений капитальных вложений и основных фондов составляет основу модели внутриотраслевого натурально-стоимостного баланса отрасли промышленности союзной республики.

Ее реализация позволит определять все основные натурально-стоимостные показатели отрасли промышленности во внутриотраслевом и ведомственном разрезах, объемы и внутриотраслевую структуру капитальных вложений, основных фондов, трудовых и материальных ресурсов, что и будет способствовать решению основных задач планирования в блоке «Сводный» отраслевой подсистемы АСПР союзной республики. В перспективе модели данного типа должны стать основным связывающим звеном с моделями межотраслевого баланса подсистемы «Сводный народнохозяйственный план», а также основной моделью сводного блока, объединяющего вокруг себя различные модели и, в частности, модели оптимизации развития, размещения и специализации производства одноименной отраслевой подсистемы АСПР республики.

Госплан Грузинской ССР  
 Вычислительный центр

(Поступило 14.9.1978)

ეკონომიკა

ბ. ალიევი

პროდუქციის წარმოებისა და განაწილების ნატურალურ-  
 ღირებულებითი ბალანსის შიგადაგობრივი მოდელი

რეზიუმე

შემუშავებულია პროდუქციის წარმოებისა და განაწილების ნატურალურ-ღირებულებითი ბალანსის შიგადაგობრივი მოდელი. მოყვანილია მოდელის განტოლებათა და იგივეობათა სისტემა, განსაზღვრულია მოდელის ადგილი მოკავშირე რესპუბლიკის საეკონომიკური განვითარებისათვის ავტომატიზებული სისტემის დარგობრივი ქვესისტემის კრებსით ბლოკში.

ECONOMICS

T. M. ALIEV

## AN INTRABRANCH MODEL OF THE BALANCE OF PRODUCTION AND DISTRIBUTION OF NATURAL-VALUE TYPE PRODUCTS

Summary

The paper deals with the development of an intrabranchn model of the balance production and distribution of natural-value type products. A set of equations and identities of the model is presented. The place of the model in the summary block of the branch subsystem of the computerized planning system of a Union republic is determined.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Методические указания к составлению государственного плана развития народного хозяйства СССР. М., 1974.
2. Методы разработки материальных балансов. М., 1977.

ძ. ლომთათიძე

(საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

აბაზურ-აფხაზური შ ა ა / ა - შ ა ა ა ( „ტოკი“ )  
სიტყვის ეტიმოლოგია

თოკის აღმნიშვნელად აბაზურში, ნასესხები „არყანის“ გვერდით, გვხვდება შ ა ა , რომლის მეორეულ ფონეტიკურ სახეობას წარმოადგენს აფხ. ა-შ ა ა ( ბზ. დ. ) > ა-შ ა ა .

ამხარულ დიალექტში დადასტურებული ფ შ ა ა „თივის შესაკრავი თოკი“ [1] ორი სიტყვის შეერთებით უნდა იყოს წარმოქმნილი. პირველ ნაწილად გამოდის „ა-ფჰ“ ჩაღის აღმნიშვნელი სიტყვა, მეორედ კი — იგივე, შ ა ა . კომპოზიტის შემადგენლობაში ფჰ შ კომპლექსის გამარტივების (ჰ-ს ჩაყარდნის) შედეგად მივიღოთ ფ შ ა ა .

თვით შ ა ა / ა - შ ა ა ა რთული შედგენილობისა ჩანს. მისი უფრო მარტივი, ოდენ ძირის მქონე ა-შ ა ა სახეობა იმავე მნიშვნელობით ჩვეულებრივია აფხაზურში [2—4].

იგივე მარტივი შ ა ა ძირი მეორდება აფხ. ა-შ ა ა ( „ხეზი“ ) სიტყვაში [5], რაც ეტიმოლოგიურად „წერილ თოკს“ უნდა ნიშნავდეს, და აბაზურ შ ა ა მ ა ა სიტყვაშიაც, რომელიც განიმარტება ასე: კუსტარული წარმოების ტყავის თოკი [1]. „შ ა ა მ ა ა“-ც რთული სიტყვაა. მისი ბოლო, -ა ნაწილი კავშირში ჩანს ბრტყელის გამოხატველ ძირთან.

თოკის გავრცელებულ შ ა ა / ა - შ ა ა ა ფუძეში შ ა ა ძირი გართულე-ბულია -ჰა (>-ხა) ელემენტით. იგი უნდა წარმოადგენდეს რელიქტურად შემორჩენილი ძველი მიმღობის მაწარმოებელს, რომელიც შედარებით უკეთ დაუცავს აბაზურის ტაბანთურ დიალექტს.

ძირეული შ ა ა ელემენტი წარმოშობით უნდა იყოს დაკავშირებული აფხ. არ-შ ა ა-რა, აბაზ. რგ-შ ა ა-რა „გრეხა“, „რთვა“ ზმნის შ ა ა ძირთან. იგივე ძირი ელინდება აფხ. ა-კ გ რ-შ ა ა-რა, აბაზ. კ გ რ-შ ა ა-რა „გარშემოვლება“ და აფხ.-აბაზ. [ა]-კ ა-შ ა ა-რა „ცეკვა“ (ზედმიწევნით: „გარშემოვლა“, შდრ. აბაზ. შ ა პ რ ა „ცეკვა“ = „გარემე“-მობრუნება“) ზმნებში. ამდენადვე შ ა ა ზმნური ძირიდან ნაწარმოები შ ა ა (>შ ა ა ხა) უნდა ნიშნავდეს „და გ რ ე ხ ი ლ ს“.

ანალოგიური წარმოების თვალსაზრისით საყურადღებოა იმავე აბაზურში არსებული თითო-ოროლა ნაზმნარი ფუძე.

აფხაზურში ა-ფხ-რა, ბზ. ა-ფხ-რა („სიკვდილი“, „მოკვდომა“) ზმნისაგან „მკვდარი“, „მიცვალბული“ არის გაუფორმებლად, ოდენ ძირით გამოხატული მიმღობა ა-ფ ს გ ( ბზ. ა-ფხ/გ ), აბაზურში კი იმავე მნიშვნელობით აფხაზურის მსგავსად იგივე „ფ ს გ“-ც გვხვდება და -ჰა სუფიქსის მეშვეობით ნაწარმოები — ფ ს ა [1]. ამის გარკვეულ პარალელს ქმნის გაუფორმებელი და გაფორმებული მიმღობა „თოკი“ სიტყვისა: [ა]-შ ა ა და [ა]-შ ა ა ჰ ა .



აფხაზურში ქ ს ო ვ ი ლ ის მნიშვნელობით ვაერცელებულია ა ბ ა, რომელიც ტაპანთურში არ გვხვდება. ტაპანთურში ამ შემთხვევაში გვაქვს ს-რა „ქსოვა“ ზმნისაგან ნაწარმოები მიმღობა -ჯა სუფიქსით გაფორმებული — ა ს კ ა „ქსოვილი“. აფხაზურშივე იმავე ა-ს-რა (ბზ. ა-ს'-რა) „ქსოვა“ ძირიდან შეიძლება „ქსოვილისთვის“ შეგვხვდეს მარტივი ძირიანი ა-სჯ (ბზ. ა-ს'ჯ). თუმცა ამის გვერდით მიუთითებენ „ა-სხა“-საც [6], რომელიც ტაპანთურის მსგავსად -ჯა (>ხა>-ხა) სუფიქსითაა ნაწარმოები.

აბაზ.-აფხ. ა ს კ ა/ა ს ხ ა („ქსოვილი“) და შ ა კ ა/ა-შ ა ხ ა („თოკი“) ერთნაირად -ჯა სუფიქსით ნაწარმოები ნაზმნარი მიმღობაა, ოღონდ ახსნას მოითხოვს ტაპანთურში ა ს კ ა („ქსოვილი“) სიტყვის ფუძეში გამოვლენილი ა თავიკიდური ხმოვანი, რომელიც ამ სიტყვას ფორმის ცვლის დროს არ ჩამოშორდება ხოლმე. საფიქრებელია, რომ ამ ა ხმოვნის წინ მოკვეცილი იყოს რაიმე თანხმოვანი და ა-მასში იყოს წინამდებელი რაიმე ძირის ნაშთი [7]. ამ მხრივ საინტერესოა აბაზურისავე აშხარულ დიალექტში დადასტურებული „ქსოვილის“ სახჯ [1] სახეობა (შდრ. აფხ. ა-სჯ, რომელიც უნდა შედგებოდეს სა-ს-ჯ ორწევრა სიტყვისაგან: მასში მეორე კომპონენტი -სჯ ზემოთ განხილული „ქსოვის“ ძირია (შდრ. ა-სჯ; ა-სკა>ა-სხა), ხოლო პირველი სა-კომპონენტის მნიშვნელობა სამიგებელია. შესაძლოა, ტაპანურ „ა ს კ ა“-ს ჩამოშორებული ჰქონდეს სწორედ ეს ს- თავიკიდური თანხმოვანი.

რომ „ქსოვილი“ ბუნებრივია „ქსოვა“ ზმნის მიმღობად მივიჩნოთ, ამას ქართულისა და რუსულის სათანადო მასალის გარდა ცხადს ხდის სხვა ენების მონაცემებიც, შდრ. მაგალითად, ადიღეურის ს' ა ლ ზ, რომელიც წარმოადგენს იმავე საერთო აფხაზურ-ადიღურ ენათა ზმნიდან ნაწარმოებ მიმღობას და ნიშნავს „[მო]ქსოვილს“ [8].

თ ო კ ი ს ა და ზემოთ განხილულ აკ'ზრ-შაა-რა, აკ'ა-შაა-რა და მსგავს ფუძეებში გამოვლენილი შაა- ძირი, რომელიც აქ „გრების“ მნიშვნელობით წარმოგვიდგა, იგივე უნდა იყოს, რაც „დაწვნის“ აღმნიშვნელი გაორკეცებული შაშა ძირი (შდრ. ა-შაშა „წნელობე“, „წნული“) და რომელსაც ქართულში შესატყვისად აღმოაჩნდა წ [9]. უხმოვნო და ხმოვანი ვარიანტების (როგორცაა შაა/შა) თანაარსებობა (ფუძეთა ცვლის დროს მანგილის მოქმედების შედეგად) უჩვეულო არაა აღნიშნულ ენებში (შდრ. აკა-შ'ა-რა „დავარდნა“ და აკ'არ-შ'-რა „დაგდება“ და მისთ.).

რაც შეეხება უბიხურში თ ო კ ი ს აღმნიშვნელ (ნ)ღა შ ა/ბ ა შ ა ს ი-ტყვას [10], საგანგებო ძიებას მოითხოვს მისი აგებულებაცა და აბაზურ-აფხაზურ შააკა/ა-შაახა-სთან ურთიერთობა. აბაზურ-აფხაზური თ ო კ ი ს აღმნიშვნელი შაა ძირი, საფიქრებელია, უბიხურში უფრო „დაწვნის“ გამოხატველ S° [10] ძირს ენათესავებოდეს.

ამრიგად, შ ა კ ა/ა-შ ა ხ ა („თოკი“) საკმაოდ ძველი წარმოების მიმღობაა აბაზურსა და აფხაზურში. მისი ამოსავალი მნიშვნელობა უნდა ყოფილიყო „ნაგრები“, „დაგრებილი“; „დაწნული“ (შდრ. ანალოგიური წარმოებები ნაზმნარი სახელებისა ქართულში: „ნაწნავი“, „წნული“; „გრებილი“).

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ენათმეცნიერების ინსტიტუტი

К. В. ЛОМТАТИДЗЕ

კ ეტიმოლოგია აბაზინსკო-აფხაზსკო სლოვა

შა ა ჟ ა / ა - შ ა ა ხ ა «ВЕРЕВКА»

Резюме

В слове *შააჟა/ა-შააჟა* («веревка») выделяется суффиксальная морфема *-ჟა>-ხა*. Основу *შააჟა* (>*შააჟა*) следует толковать как причастие прошедшего времени «свитый», «плетенный». В качестве корневого элемента выступает *შა*, встречающийся и с удвоенным вариантом *შაშა:ა-შაშა* («плетень»), которому в грузинском языке соответствует абруптивная аффриката *ჭ*.

LINGUISTICS

K. V. LOMTATIDZE

ON THE ETYMOLOGY OF THE ABAZA-ABKHAZ WORD

*შააჟა/ა-შააჟა* («ROPE»)

Summary

In the word *შააჟა/ა-შააჟა* («rope») the suffixal morpheme *-ჟა>-ხა* can be isolated. The stem *შააჟა* (>*შააჟა*) should be interpreted as a past participle form meaning «twisted, twined, woven». As a root element there appears *შა* (with a reduplicated variant *შაშა:ა-შაშა* «wattle-fence») to which in Georgian corresponds the abruptive affricate *ჭ*.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Абазинско-русский словарь. М., 1967.
2. П. К. Услар. Этнография Кавказа. Языкознание. Абхазский язык. Тифлис., 1887, 178.
3. Д. И. Гулия. Сборник абхазских пословиц, загадок, скороговорок, омонимов и омографов, народных примет о погоде, заговоров и наговоров. Сухуми, 1939, 99.
4. ბ. ჯანაშია. აფხაზურ-ქართული ლექსიკონი. თბილისი, 1954.
5. Русско-абхазский словарь. Сухуми, 1964.
6. ვ. კონჯარია. ნარკვევები აფხაზურ-აბაზური ლექსიკონიდან (აფხაზურ ენაზე). თბილისი, 1976, 66.
7. ქ. ლომთათიძე. აფხაზური და აბაზური ენების ისტორიულ-შედარებითი ანალიზი. I, ფონოლოგიური სისტემა და ფონეტიკური პროცესები. თბილისი, 1976, 75—77.
8. А. А. Хатанов, З. И. Керашева. Толковый словарь адыгейского языка. Майкоп, 1960.
9. ქ. ლომთათიძე. იბერიულ-კავკასიური ენათმეცნიერების წიგნი. IV, თბილისი, 1977.
10. Hans Vogt. Dictionnaire de la langue oubykh. 1963.

ი. ჟღინბი

## უნივერსალიები ნაზალურ ფონემათა შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა შ. ძიმიტურმა 12.7.1978)

სტრუქტურული ენათმეცნიერების განვითარებასთან ერთად XX საუკუნეში განახლდა ინტერესი ენობრივი უნივერსალიებისადმი. უნივერსალიების პრობლემებზე მუშაობა დაიწყო ნ. ტრუბეცკოის და რ. იაკობსონის გავლენით, მის შემდეგ, რაც ოსლოში ენათმეცნიერთა VIII ყრილობაზე 1958 წ. რ. იაკობსონმა წაიკითხა მოხსენება ტიპოლოგიური გამოკვლევების მნიშვნელობის შესახებ შედარებით-ისტორიულ ენათმეცნიერებაში [1]. 1961 წ. ნიუ-იორკში შედგა სპეციალური კონფერენცია, რომელიც ენობრივ უნივერსალიებს მიეძღვნა. ეს იყო ახალი ეტაპი ენათმეცნიერებაში. ჯ. გრინბერგის რედაქციით გამოქვეყნებულ კონფერენციის მასალებში შევიდა ჯ. ჯეინსის, ჩ. ოსგუდისა და რ. იაკობსონის ნაშრომები, რომლებიც უნივერსალიებს მიეძღვნა [2]. ისინი წარმოადგენენ ახალი კანონზომიერებების ძიებას ცალკეულ კონკრეტულ ენებში, რომლებიც საერთო უნდა ყოფილიყო ყველა ენისათვის, ან ენათა უმრავლესობისათვის. ასეთ ნაშრომებს განეკუთვნება აგრეთვე ჩ. ფერგიუსონის გამოკვლევა ფონოლოგიური უნივერსალიების შესახებ [3].

ჩვენ მიზნად დავისახეთ ცალკე გამოგვეყო ფრანგული ენის ნაზალური ფონემებისა და ნაზალიზაციის საკითხები, დაგვეკავშირებინა ისინი ჩ. ფერგიუსონის უნივერსალიებთან ნაზალურ ფონემების შესახებ [4], რათა ამ უნივერსალიების ფონზე, კონკრეტულ ენობრივ სისტემაში, მოგვეძებნა მათი ანარეკლი და დადასტურება. ჩვენ შევეცადეთ ნაზალურ ფონემათა ყოველმხრივი ანალიზის საფუძველზე (რენტგენოგრაფიული, ტომოგრაფიული, სპექტრალური ანალიზი და ანექტური გამოკითხვა) გაგვეშუქებინა უნივერსალიების ზოგადი, ყველა ენისათვის საერთო დებულებები, რომლებშიც კონკრეტულად ფრანგული ენის ნაზალური ფონემებისათვისაა დამახასიათებელი. აქამდე გამოკვლეული და ჩვენს მიერ გამოვლენილი კანონზომიერებანი კი დადასტურებას პოულობენ ჩ. ფერგიუსონის უნივერსალიებში.

ჩ. ფერგიუსონის მიერ დასაბუთებული „დაშვებანი“ ნაზალების შესახებ, ავტორისავე აზრით, არსებობენ გამოუვლინებელი სახით, ამის გამო შესაძლებელია გამოვლინდეს ზოგჯერ ერთმანეთის გამოპირიციხავი ან მცდარი „დაშვებანი“, რაც მკვლევართა მიერ უნდა იქნეს გათვალისწინებული. ავტორი აღნიშნავს, რომ ცხვირისმიერების შესახებ „დაშვებანი“ შესაძლებელია აღემატებოდეს ასზე მეტ უნივერსალიას, მაგრამ იგი 15 უნივერსალიის ჩამოთვლით იფარგლება [3].

ჩ. ფერგიუსონის მიერ ჩამოთვლილი უნივერსალური გამონათქვამებიდან ჩვენ შევეჩებით ზოგიერთს.

ფრანგული ენის ნაზალური ფონემების ჩვენი ექსპერიმენტულ-ფონეტიკური გამოკვლევის საფუძველზე, რომლებიც განვიხილეთ ჩ. ფერგიუსონის უნივერსალიების ფონზე, შეგვიძლია დავასკვნათ:

1) ფრანგული ენის ნაზალური ხმოვნები წარმოიშვნენ პირველადი ნაზალური თანხმოვნების დაკარგვის შედეგად, ანუ რეგრესული ასიმილაციის შედეგად [4]. ეს დებულება ადასტურებს ჩ. ფერგიუსონის უნივერსალიას ნაზალუბის შესახებ, სადაც ნათქვამია, რომ ნაზალური ხმოვნები წარმოიშობიან ყოველთვის პირველადი ნაზალური თანხმოვნების დაკარგვის შედეგად.

2) პირველადი ნაზალური თანხმოვანი — ბნთი, ჩ. ფერგიუსონის აზრით, არის ფონემა, რომლის დამახასიათებელი ალოფონი არის წარმოდგენილი მკლერი ხშული ნაზალურით, ე. ი. ბგერით, რომელიც წარმოიშობა სრული ხშვის შედეგად პირის ღრუში (მაგ., აპიკალური, ლაბიალური და ა. შ.), როდესაც ჰერნაკაიდი თავისუფლად გაივლის ცხვირის ღრუს და ააქლერებს სახმო სიმებს. ასეთი ნაზალური თანხმოვანი ფონემები ახასიათებენ ფრანგული ენის ფონოლოგიურ სისტემას. ესენია (n) და (m). ამ ფონემათა არსებობა ფრანგულ ენაში ადასტურებს — ფრანგული ენის მაგალითზე — ამ უნივერსალიის მართებულობას [4].

ჩვენი ექსპერიმენტული კვლევის მონაცემებით დადასტურდა აგრეთვე სხვა უნივერსალიების დებულება.

3) სახელდობრ, ნაზალურ ხმოვან ფონემათა რიცხვი არ უნდა აღემატებოდეს არაცხვირისმიერ ფონემათა რიცხვს. ფრანგული ენა შეიცავს 11 ორალურ და 4 ნაზალურ ხმოვანს. ნაზალური [ṁ] ფონემის დეფონოლოგიზაციის შემდეგ რჩება 3 ნაზალური ხმოვანი [ẽ—ã—ṽ]. ჩ. ფერგიუსონის უნივერსალიის შესაბამისად, ნაზალურ ხმოვანთა რიცხვი საგრძნობლად უფრო მცირეა და კვლავაც გრძელდება მათი შემცირების ტენდენცია.

ნაზალური [ṁ] ფონემის დეფონოლოგიზაციის ერთ-ერთ მთავარ მიზეზად შეიძლება მივიჩნიოთ ამ ფონემის გადატვირთულობა გრამატიკული ფუნქციებით. ასე, მაგალითად, მას აქვს 6 გრამატიკული ფუნქცია: განუსაზღვრელი არტიკლი „un“, რიცხვითი ზედსართავი სახელი „un franc“, განუსაზღვრელი ნაცვალსახელი „pas un, l'un, un entre mille“, არსებითი სახელი „un“, „l'un deux“, „il est arrivé un hier“, un seul est venu“, „pas un n'est venu“, „un que se plains de tout mon coeur“, რიცხვითი სახელი, განუსაზღვრელი ზედსართავი.

ამგვარად ჩვენი დაკვირვებისა და ექსპერიმენტული კვლევის შედეგად მიგვაჩნია, რომ ფონემათა დიდი ფუნქციური გადატვირთულობა იწვევს მათ ხშირ განმეორებას სხვადასხვა კონტექსტში, ხოლო ერთი და იმავე ფონემის ხშირი გამეორება — მათ შერევას ახლო მდგომ ფონემებთან [5, 6].

4) ჩვენს მიერ ილუსტრირებულია აგრეთვე უნივერსალია, სადაც ნათქვამია, რომ, თუ ენაში არის ნაზალური ხმოვანი ფონემა, აუცილებელია არსებობდეს პირველადი, ერთი ან რამდენიმე, ნაზალური თანხმოვანი ფონემა; ფრანგულ ენაში ნაზალურ ხმოვნებთან ერთად არსებობენ პირველადი ნაზალური თანხმოვნებიც — (n), (m), ამასთან ერთად არანაზალურ ხმოვანთა რიცხვი, ჩ. ფერგიუსონის უნივერსალიის შესაბამისად, ფრანგულ ენაში აღემატება ნაზალურ ხმოვანთა რიცხვს [4].

ჩ. ფერგიუსონის XII უნივერსალიის შესაბამისად ფრანგულ ენაში არა-ნაზალურ ხმოვანთა წარმოთქმის სიხშირე აღემატება ნაზალურ ხმოვანთა წარმოთქმის სიხშირეს, რაც აიხსნება ორალურ ხმოვანთა მრავალრიცხოვნებით ნაზალურ ხმოვნებთან შედარებით.

როგორც ვხედავთ, ფრანგული ენის ფონოლოგიური სისტემა წარმოადგენს ერთ-ერთ იმ ენათაგანს, რომლის შესწავლის საფუძველზე დადასტურებული და ილუსტრირებულია ჩ. ფერგიუსონის მიერ წარმოდგენილი უნივერსალიების დებულებები ნაზალურ ფონემათა შესახებ.

ფრანგული ენის ნაზალიზაცია და ნაზალურ ფონემათა შემდეგი ევოლუცია ნათელი დადასტურებაა ჩ. ფერგიუსონის უნივერსალიებისა ნაზალურ ფონემათა შესახებ, რისი ილუსტრაციაც გვქონდა დასახული მიზნად ნაზალურ ხმოვან და თანხმოვან ფონემათა კლევვისას სინქრონული და დიაქრონული თვალსაზრისით.

ი. ჯეჯევაძის სახ. თბილისის უცხო ენათა  
სახელმწიფო პედაგოგიური ინსტიტუტი

(შემოვიღა 21.7.1978)

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

И. Г. ЖГЕНТИ

## УНИВЕРСАЛИИ О НАЗАЛЬНЫХ ФОНЕМАХ

Резюме

Нами впервые рассматривается вопрос назализации гласных французского языка на фоне универсалий Фергюсона о назальных гласных и первичных назальных согласных [3].

Применительно к подсистеме назальных гласных французского языка мы рассматриваем несколько универсалий Ч. Фергюсона и соотносим их с данными, полученными в результате проведенного нами экспериментально-фонетического исследования носовых гласных французского языка [4].

Полученные результаты являются иллюстрацией и подтверждают положения универсалий Ч. Фергюсона о назальных фонемах на примере французского языка.

LINGUISTICS

I. G. ZHENTI

## UNIVERSALS CONCERNING NASAL PHONEMES

Summary

In the present paper the problem of nasalization of French vowels is surveyed for the first time against the background of Ch. Ferguson's universals concerning nasal phonemes and primary nasal consonants (3).

As applied to the subsystem of the nasal vowels of the French language, the author discusses several of Ch. Ferguson's universals and correlates them



with the data obtained as a result of her own experimental-phonetic research into the nasal vowels of the French language (4).

The results obtained illustrate and confirm Ch. Ferguson's thesis on universals concerning nasal phonemes as exemplified by the French language.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. R. Jakobson. Proceedings of the 8th International Congress of Linguists, Oslo, 1958.
2. R. Jakobson. Preliminaries to Speech Analysis 5 № 15 1952, 62.
3. Ch. Ferguson. Universals of Language. ed. I Greenberg. Cambridge (Mass.) 1963, 42—47.
4. ი. გ. ჯგენტი. Фонетический сборник, № 1. Тбилиси, 1959.
5. ი. გ. ჯგენტი. Труды Тбил. гос. ун-та, В-8-19, 1974.
6. ი. გ. ჯგენტი. Труды Тбил. гос. ун-та.



О. Г. КАПАНАДZE

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО СИНТАКСИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРОСТОГО ПРЕДЛОЖЕНИЯ В ГРУЗИНСКОМ ЯЗЫКЕ

(Представлено академиком Т. В. Гамкрелидзе 20.7.1978)

Исходной точкой нашего суждения является мнение об автоматическом синтаксическом анализе (АСА) как о составной части комплексной системы лингвистического анализа «смысл→текст».

Сам АСА также является сложным процессом. Его в нашем случае можно описать с помощью трех уровней: I уровень — выделение словоформ; II уровень — морфологический анализ и распознавание «синтаксических классов» словоформ [1, 2]; III уровень — синтаксический анализ.

На II уровне для расчленения словоформ и определения их синтаксических классов применяется ранговый анализ.

Главным искомым элементом в этом процессе является глагол, так как он считается вершиной предложения. По определению Э. Бенвениста, в предложении не обязательно наличие «субъекта» (подлежащего) при предикате. Предикативный член предложения достаточен сам по себе, так как он детерминирует «субъект». Синтаксис предложения является только грамматическим кодом, который обеспечивает правильное размещение его членов [3].

Сказанное в высшей степени относится к грузинским глагольным структурам, где не только субъект (подлежащее), но и другие актанты-объекты подчиняются глаголу предикату, который можно рассматривать как «предложение в миниатюре» [4].

Если морфологическую конструкцию — глагол рассматривать как массив [5], элементами которого будут множества взаимноисключающих морфов, то можно составить правильные цепочки, т. е. приемлемые (resp. грамматически правильные) формы глаголов.

В этих цепочках некоторые морфы, как уже отмечалось, формируют синтаксический образ предложения. Назовем множество глагольных морфов, которые определяют синтаксическую структуру предложения, пучком синтаксических морфов (ПСМ).

Для построения таких массивов привлекается более сложный формальный аппарат, в частности понятие языка как тройки {Г, Р, Ф}, где Р — разбиение Г, Г — множество всех глагольных морфов, а Ф — множество правильно построенных глаголов грузинского языка [6].

Для получения множества Ф (resp. множества массивов, размерность которых в нашем случае ограничена девятью) зададим на Г отношении «строгого порядка», которое характеризуется антирефлексивностью и транзитивностью [7]: {Г, >|

$$1. \forall m_k, m_n \in \Gamma (\neg(m_k \equiv m_n)) \Rightarrow (m_k > m_n) \vee (m_n > m_k).$$

$$2. \forall m_k, m_n, m_z \in \Gamma ((m_k > m_n) \wedge (m_n > m_z)) \Rightarrow m_k > m_z.$$

Таким образом, из Г мы получаем девять глагольных рангов, которые являются «полями определений» для вышеупомянутых массивов.

После этого мы должны определить последовательность мощностей рангов. Если ранги имеют последовательность, которая показана в (i), то их мощность можно описать с помощью (ii);

$$(i) \quad A \ B \ C \ R \ E \ F \ D \ G \ H \qquad (ii) \quad \begin{array}{l} R = \} E \\ RE = \} C \\ CE = \} F \\ C = \} B \\ CREF = \} D \\ DB = \} GH \end{array}$$

Для получения цепочек из  $\Phi$ , опираясь на разбиение  $P$ , надо сконструировать механизм («порождающая грамматика»), который позволит с помощью правил подстановки «порождать» правильные последовательности цепочек глагольных морфов.

В нашем случае порождающая грамматика  $G$  имеет вид  $G = \{W, V, R, U\}$ , где  $W = \{A, B, C, D, E, F, G, H, R\}$  — множество всех рангов глагольных морфов,  $R$  — начальный элемент, соответствующий однозначному рангу из таблицы рангов.

Правила подстановки имеют следующий вид:

$$U = \begin{cases} A = \} A \cdot \alpha \\ B = \} \alpha \cdot A \\ C = \} \alpha \cdot C \\ C = \} C \cdot \alpha \end{cases}$$

где  $A, B, C$  — сентенциальные формы.

Нетрудно представить и весь процесс порождения цепочек, так как их длина ограничена:

$$\begin{array}{l} R = \} RE \\ RE = \} C \cdot RE \\ CRE = \} CRE \cdot F \\ CREF = \} B \cdot CREF \\ BCREF = \} BCREF \cdot D \\ BCREFD = \} BCREFD \cdot GH \end{array}$$

Теперь представляет определенный интерес выяснить, к какому из четырех (по классификации Н. Хомского [8]) типов языков относится язык с описанной грамматикой.

Начнем с 0-го типа, который именуется «машинами Тьюринга». Этот тип языков является слишком общим, так как правила подстановки имеют вид

$$\alpha = \} \beta,$$

где сентенциальные формы могут быть терминальными и нетерминальными символами. Описанный нами язык (в смысле Н. Хомского) вполне удовлетворяет требованиям этого типа языков.

Для того чтобы этот язык отнести хотя бы к 1-му типу языков, требуется, чтобы правила подстановки имели вид

$$\alpha A \beta = \} \alpha \pi \beta,$$

где  $A$  — единичный нетерминальный символ,  $\alpha, \beta, \pi$  — сентенциальные формы, причем  $\pi \neq \emptyset$ .

На первой ступени вывода это требование удовлетворяется, так как  $\alpha = \beta = \emptyset$  ( $\alpha$  и  $\beta$  пустые) и  $\pi = RE$  (терминальный символ, нетерминальный символ). Впрочем правая сторона на каждой ступени вывода удовлетворяет требованиям правил подстановки для языков 1-го типа.

Рассмотрев внимательно левую сторону правил подстановки, обнаружим невыводимость 1-го типа языков, так как уже на втором шаге вывода

$$RE = \} C \cdot RE$$

появляется разность с правилами подстановки для 1-го типа языков.

В силу теоремы № 1 [8] каждый язык, принадлежащий 1-му типу языков, принадлежит и  $(i-1)$ -му типу, но не наоборот.

Исходя из этого, а также из того, что данный язык не является языком 1-го типа, мы получаем, что он также не является языком 2-го типа (B-грамматики) и тем более 3-го типа (A-языки, конечные автоматы).

Это означает, что мы имеем дело с «машиной Тьюринга».

После изучения глагольных рангов приступим к описанию автоматического синтаксического анализа.

По существующей традиции на первом уровне выделяется составляющее S, которое соответствует предложению. На следующем уровне в иерархии составляющих расположены актантная группа AG и PRDG-субъективная группа. В зависимости от типа РСМ может быть SUAG-субъектной, ODAG-прямой объектной или OIAG-косвенно-объектной группой. Подразумевается, что на этом уровне во время синтаксического анализа должны быть выделены все существующие в предложении актантные группы.

PRDG-предикативная группа на следующем уровне представляется составляющей V (предикат) и NOAG-свободной группой (гесп. неактантная группа). Последняя на нижнем уровне может быть представлена как MFG (обстоятельная группа) и OORG (приглагольная группа).

Как уже отмечалось, на основании данных РСМ должны быть распознаны актантные группы. В сущности, каждая актантная группа (AG), а также приглагольная (OORG) и обстоятельная (MFG) группы (если последняя не представлена одним из видов наречия) являются именными группами.

«Лучший способ объяснить синтаксис группы существительного (гесп. именной группы) заключается в анализе «позиций и их заполнения» («Slot and Filler Analysis»); при этом рассматриваются различные компоненты, которые могут входить в состав... (именной группы)» [9]:

APRN PRN NUB NUA ADVI AJ\* N4 N, Q... (1)

В (1) представлена типичная структура именной группы. Символ \* указывает, что один и тот же элемент может повторяться более одного раза, N указывает на существительное, N4 — на существительное в родительном падеже, AJ — на прилагательное, ADVI обозначает наречия типа მეზღუდ, ძალიან, სრულყოფილ, სავსებით, NUA указывает на количественные, а NUB — на порядковые числительные; PRN обозначает притяжательные, а APRN — указательные местоимения.

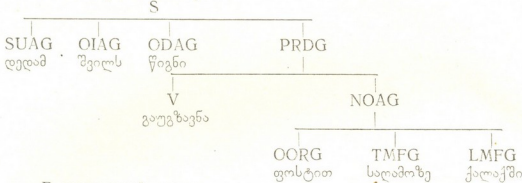
Следует отметить, что иногда NOAG трудно поддается дифференциации, и глубина синтаксического анализа ограничивается этим уровнем.

В тех же случаях, когда группа NOAG подвергается дальнейшему уточнению на MFG в рамках СА, она может быть представлена одним из шести значений обстоятельной группы: TMFG (времени), LMFG (места), SMFG (образа действия), AMFG (цели), RMFG (причины), QMFG (вопроса).

В итоге вся схема и иерархия могут быть представлены следующим образом:

- |              |             |                 |
|--------------|-------------|-----------------|
| S            | * 1.11 SUAG | ** 1.22.21 TMFG |
| 1.1 AG*      | 1.12 ODAG   | 1.22.22 LMFG    |
| 1.2 PRDG     | 1.13 OIAG   | 1.22.23 SMFG    |
| 1.21 V       |             | 1.22.24 AMFG    |
| 1.22 NOAG    |             | 1.22.25 RMFG    |
| 1.22.1 OORG  |             | 1.22.26 QMFG    |
| 1.22.2 MFG** |             |                 |

Рассмотрим пример:



В настоящей схеме, в отличие от традиционного анализа на НС, где каждая составляющая смещается дихотомией составляющих на следующем уровне, группа как составляющая может быть представлена более одного раза, что точнее отражает особенности структуры грузинского языка, где все актанты в смысле отражения их в глаголе-предикате являются равными.

В настоящее время морфологический уровень АСА реализован в виде программы на алгоритмическом языке PL/I для ЭВМ ЕС-1022.

Тбилисский государственный университет  
(Поступило 21.7.1978)

ენათმეცნიერება

ო. კაპანაძე

ქართული ენის მარტივი წინადადების ავტომატური  
სინტაქსური ანალიზის ზოგიერთი ასპექტი  
რეზიუმე

ავტომატური სინტაქსური ანალიზი (ასა) განიხილება როგორც კომპლექსური „ტექსტი -- მნიშვნელობა“ ლინგვისტური სისტემის შემადგენელი ნაწილი.

LINGUISTICS

O. G. KAPANADZE  
ASPECTS OF THE AUTOMATIC SYNTACTIC ANALYSIS OF  
GEORGIAN SIMPLE SENTENCE

Summary

In the paper Automatic Syntactic Analysis (ASA) is considered as a component of a complex linguistic system: Text-Meaning.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Ламбек. Математическая лингвистика. М., 1969.
2. И. Бар-Хиллел. Математическая лингвистика, I. М., 1964.
3. Э. Бенвенист. Общая лингвистика. М., 1974.
4. არნ. ჩიქობავა. მარტივი წინადადების პრობლემა ქართულში. თბილისი, 1968.
5. Ф. Хонгуд. Методы компиляции. М., 1972.
6. С. Маркус. Теоретико-множественные модели языков. М., 1970.
7. Ю. А. Шрейдер. Равенство, сходство, порядок. М., 1971.
8. Н. Хомский. Киберн. сб., V. М., 1962.
9. Т. Виноград. Программа, понимающая естественный язык. М., 1976.



## 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 из тех областей науки, номенклатурный список которых утвержден Президиумом АН ГССР.

2. В «Сообщениях» не могут публиковаться полемические статьи, а также статьи обзорного или описательного характера по систематике животных, растений и т. п., если в них не представлены особенно интересные научные результаты.

3. Статьи академиков и членов-корреспондентов АН ГССР принимаются непосредственно в редакции «Сообщений», статьи же других авторов представляются академиком или членом-корреспондентом АН ГССР. Как правило, академик или член-корреспондент может представить для опубликования в «Сообщениях» не более 12 статей разных авторов (только по своей специальности) в течение года, т. е. по одной статье в каждый номер, собственные статьи — без ограничения, а с соавторами — не более трех. В исключительных случаях, когда академик или член-корреспондент требует представления более 12 статей, вопрос решает главный редактор. Статьи, поступившие без представления, передаются редакцией академику или члену-корреспонденту для представления. Один и тот же автор (за исключением академиков и членов-корреспондентов) может опубликовать в «Сообщениях» не более трех статей (независимо от того, с соавторами она или нет) в течение года.

4. Статья должна быть представлена автором в двух экземплярах, в готовом для печати виде, на грузинском или на русском языке, по желанию автора. К ней должны быть приложены резюме — к грузинскому тексту на русском языке, а к русскому на грузинском, а также краткое резюме на английском языке. Объем статьи, включая иллюстрации, резюме и список цитированной литературы, приводимой в конце статьи, не должен превышать четырех страниц журнала (8000 типографских знаков), или шести стандартных страниц машинписного текста, отпечатанного через два интервала (статьи же с формулами — пяти страниц). Представление статьи по частям (для опубликования в разных номерах) не допускается. Редакция принимает от автора в месяц только одну статью.

5. Представление академика или члена-корреспондента на имя редакции должно быть написано на отдельном листе с указанием даты представления. В нем необходимо указать: новое, что содержится в статье, научную ценность результатов, насколько статья отвечает требованиям пункта 1 настоящего положения.

6. Статья не должна быть перегружена введением, обзором, таблицами, иллюстрациями и цитированной литературой. Основное место в ней должно быть отведено результатам собственных исследований. Если по ходу изложения в статье сформулированы выводы, не следует повторять их в конце статьи.

7. Статья оформляется следующим образом: сверху страницы в середине пишутся инициалы и фамилия автора, затем — название статьи; справа сверху представляющий статью указывает, к какой области науки относится она. В конце основного текста статьи с левой стороны автор указывает полное название и местонахождение учреждения, где выполнена данная работа.

8. Иллюстрации и чертежи должны быть представлены по одному экземпляру в конверте; чертежи должны быть выполнены черной тушью на кальке. Надписи на чертежах должны быть исполнены каллиграфически в таких размерах, чтобы даже в случае уменьшения они оставались отчетливыми. 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 иная иллюстрация. Не должны представляться таблицы, которые не могут уместиться на одной странице журнала. Формулы должны быть четко вписаны чернилами в оба экземпляра текста; под греческими буквами проводится одна черта красным карандашом, под прописными — две черты черным карандашом снизу, над строчными — также две черты черным карандашом сверху. Карандашом должны быть обведены полукругом индексы и показатели степени. Резюме представляются на отдельных листах. В статье не должно быть исправлений и дополнений карандашом или чернилами.

9. Список цитированной литературы должен быть отпечатан на отдельном листе в следующем порядке. Вначале пишутся инициалы, а затем — фамилия автора. Если цитирована журнальная работа, указываются сокращенное название журнала, том, номер, год издания, а если цитирована книга, — полное название книги, место и год издания. Если автор считает необходимым, он может в конце указать и соответствующие страницы. Список цитированной литературы приводится не по алфавиту, а в порядке цитирования в статье. При ссылке на литературу в тексте или в сносках номер цитируемой работы помещается в квадратные скобки. Не допускается вносить в список цитированной литературы работы, не упомянутые в тексте. Не допускается также цитирование неопубликованных работ. В конце статьи после списка цитированной литературы, автор должен подписаться и указать место работы, занимаемую должность, точный домашний адрес и номер телефона.

10. Краткое содержание всех опубликованных в «Сообщениях» статей печатается в реферативных журналах. Поэтому автор обязан представить вместе со статьей ее реферат на русском языке в двух экземплярах).

11. Автору направляется корректура статьи в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или печатать ее без визы автора.

12. Автору выдается бесплатно 25 оттисков статьи.

(Утверждено Президиумом Академии наук Грузинской ССР 10.10.1968; внесены изменения 6.2.1969).

Адрес редакции: Тбилиси 60, ул. Кутузова, 19, телефоны 37-22-16, 37-93-42.

Почтовый индекс 380060

Условия подписки: на год — 12 руб.

## ს ა გ ო რ ტ ა ს ა ყ უ რ ა დ ლ ე ბ ო ლ

1. ჟურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევათა ჯერ 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 აღწერითი ხასიათის წერილი ცხოველთა, მცენარეთა ან სხვათა სისტემატიკაზე, თუ მსში მოცემული არაა მეცნიერებისათვის განსაკუთრებით საინტერესო შედეგები.

3. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიკოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიკოს ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბუქდად წელიწადში შეუძლია წარმოადგინოს სხვა ავტორთა არა უმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით), ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი. საკუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანავტორებთან ერთად — არა უმეტეს სამი წერილისა. გამოჩენის შემთხვევაში როცა აკადემიკოსი ან წევრ-კორესპონდენტი მოითხოვს 12-ზე მეტი წერილის წარდგენას, საკითხს წყვეტს მთავარი რედაქტორი. წარდგინების გარეშე შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია წარმოსადგენად გადასცემს აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (გარდა აკადემიკოსისა და წევრ-კორესპონდენტისა) წელიწადში შეუძლია „მოამბეში“ გამოაქვეყნოს არა უმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთია, თანავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბუქდად საესკიზით მზა სახით, ავტორის სუბსკრიპციისა და ქართულ ან რუსულ ენაზე. ქართულ ტექსტს თან უნდა ახლდეს რუსული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე, ხოლო რუსულ ტექსტს — ქართული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე. წერილის მოცულობა ილუსტრაციებითურთ, რეზიუმეებითა და დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხითურთ, რომელიც მას ბოლოში ერთვის, არ უნდა აღემატებოდეს ჟურნალის 4 გვერდს (8000 სასტამბო ნიშანი), ანუ საწერ მანქანაზე ორი ინტერვალით გადაწერილ 6 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულებიანი წერილი კი 5 გვერდს). არ შეიძლება წერილების ნაწილებად დაყოფა სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად. ავტორისაგან რედაქცია ღებულობს თვეში მხოლოდ ერთ წერილს.

5. აკადემიკოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილი, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უპასუხებს ამ წესების 1 მუხლის მოთხოვნას.

6. წერილი არ უნდა იყოს ვადატვირთული შესავალით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოწმებული ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დამოუხილავი საკუთარი გამოკვლევების შედეგებს. თუ წერილში გზადგება, ქვეთავების მიხედვით გადამოცემულია დასკვნები, მაშინ საჭირო არაა მათი განმეორება ავტორის ბოლოს.

7. წერილი ასე ჟორმდება: თავში ზეპირთ უნდა დაიწეროს ავტორის ინიციალები და გვარი, ქვემოთ — წერილის სათაური. ზემოთ მარჯვენა მხარეს, წარმოდგენა უნდა წააწეროს, თუ მეცნიერების რომელ დარგს განეკუთვნება წერილი. წერილის ძირითადი ტექსტის ბოლოს, მარცხენა მხარეს, ავტორმა უნდა აღნიშნოს იმ დაწვებულების სრული სახელწოდება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია შრომა.

8. ილუსტრაციები და ნახაზები წარმოდგენილი უნდა იქნეს თითო ცალად კონვერტით. ამასთან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს კალკაზე შავი ტუშით. წარწერები ნახაზებს უნდა გაუყუთდეს კალგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემციკრების შემთხვევაშიც კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილი უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოებისა და



ხაზების დაწებება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდზე ფანქრით უნდა აღნიშნოს, რა ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისეთი ცხრილი, რომელიც ეურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მელნით მკაფიოდ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ეგზემპლარში; ბერძნულ ასოებს ქვემოთ ყველგან უნდა გაეყვას ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს — ქვემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით, ხოლო არამთავრულ ასოებს — ზემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით. ფანქრითვე უნდა შემოიფარგლოს ნახევარწრივ ნიშნაკებიც (ინდექსები და ხარისხის მაჩვენებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე. წერილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფანქრით ან მელნით.

9. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცელზე. საჭიროა დაცულ იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საერთაშორისო შრომა, ვუჩვენოთ ეურნალის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი. თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ვუჩვენოთ მისი სრული სახელწოდება, გამოცემის ადგილი და წელი. თუ ავტორი საჭიროდ მიიჩნევს, ბოლოს შეუძლია გვერდების ნუმერაციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით, არამედ დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტსა თუ შენიშვნებში კვადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენები უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა. არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც ტექსტში მითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის დამოწმება. დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს სად მუშაობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

10. „შოამბეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რედერატულ ეურნალეზში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

11. ავტორს წასაკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებზე შეკრული კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (არა უმეტეს ორი დღისა). თუ დადგენილი ვადისათვის კორექტურა არ იქნა დაბრუნებული, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის ვარგშე.

12. ავტორს უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 25 ამონაბეჭდი.

(დამტკიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1968; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969)

რედაქციის მისამართი: თბილისი 60, კუტუზოვის ქ. № 19; ტელ. 37-22-16, 37-93-42.

საფოსტო ინდექსი 380060

ხ ე ლ მ ო წ ე რ ი ს პ ი რ ო ბ ე ბ ი: ერთი წლით 12 მან.



8360 1 836.  
ЦЕНА 1 РУБ.

6 56/  
19



ИНДЕКС 76181