

88



ISSN—0132—1447

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

**აზიზი**

**СООБЩЕНИЯ**

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

**BULLETIN**

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 132 ტომ

№ 2

ნოემბერი 1988 НОЯБРЬ

თბილისი \* ТБИЛИСИ \* TBILISI

988



524  
1988  
p. 132  
n2  
XI  
(2 კვად.)

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

გზაგაზაფხუ

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

133

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 132 TOM

№ 2

ნოემბერი 1988 НОЯБРЬ

ს ა რ მ დ ა მ ც ი ო კ ო ლ ე ზ ი ა

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- Э. Л. Андроникашвили, А. М. Апакидзе, Б. К. Балавадзе, А. В. Бицадзе, Л. К. Габуния (заместитель главного редактора), Т. В. Гамкредлидзе, В. И. Гомелаური, А. Л. Гуния (заместитель главного редактора), Н. А. Джавахишвили, Г. Н. Джигладзе, А. А. Дзидзигури, Ш. В. Дзидзигури, С. В. Дурмишидзе, Д. Г. Ломинадзе (заместитель главного редактора), Г. А. Меликишвили, Т. Н. Ониани, А. С. Прангишвили, И. В. Прангишвили, Э. А. Сехнишвили, А. Н. Тавхелидзе, Е. К. Харაძე (главный редактор), Г. В. Харатишвили, А. Л. Цагарели, Г. В. Цицишвили

პასუხისმგებელი მდივანი ა. იაკობაშვილი

Ответственный секретарь А. Б. Якобашвили

გადაეცა სასაწყობოდ 10.10.1988; ხელმოწერილია დასაბეჭდად 21.12.1988; შტეკვ. № 3169; ანაწყობის ზომა 7×12<sup>3</sup>/<sub>4</sub>; ქაღალდის ზომა 70×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>; ფიზიკური ფურცელი 14; საბარათების-სავაჭრო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 19,6; უფ. 14134; ტირაჟი 1350; ფასი 1 ჰაფ. 90 კაპ.

Сдано в набор 10.10.1988; подписано к печати 21.12.1988; зак. № 3169; размер набора 7×12<sup>3</sup>/<sub>4</sub>; размер бумаги 70×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>; физический лист 14; уч. издательский лист 18,5; печатный лист 19,6; УЭ 14134; тираж 1350; цена 1 руб. 90 коп.

\*\*\*

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

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

შ ი ნ ა ა რ ს ი

ამთმავტიკა

*დ. ბ რ ე გ ვ ა ძ ე. ზოგადი ორთოგონალური მწკრივების შეჯამებადობის შესახებ	244
*რ. კ უ ხ ა ლ ე ი შ ვ ი ლ ი. რეგრესიის ფუნქციის შეფასებისათვის კვადრატული გა- დახრის ზღვართი განაწილების შესახებ	247
*ე. შ ე ე ჩ ი კ ი. მკვრივი ჩადგმის ოპერატორების შესახებ ბანახის სივრცეებში	251
*რ. ო რ მ ო ც ა ძ ე. ასახვათა ზოგიერთი კლასის შესახებ	256
*ზ. ნ ა ც ვ ლ ი შ ვ ი ლ ი. ერთი სახის კერძოწარმოებულებიანი დიფერენციალური გან- ტოლების ამონახსნთა სასაზღვრო თვისებები	260
*გ. ო ნ ი ა ნ ი. ტიპოლოგიური დახასიათება იმ უწყვეტ ფუნქციათა ზოგიერთი კლა- სისა, რომელთა ფურიეს მწკრივები კრებადია თანაბრად	262
*გ. ჯ ა ფ ა რ ი ძ ე. კვანტორულ-მოდულობებიანი დამტკიცებადობის ლოგიკის არითმე- ტიკული სისტრულე	268

მიქანიკა

*გ. ბ ა ზ ლ ა ძ ე, რ. გ ი ო რ გ ა ძ ე, მ. ყ ა ლ ა ბ ე გ ა შ ვ ი ლ ი. მრუდწირული მოხა- ზულობის ასაწყობი მართკუთხა ფილების გაანგარიშებისათვის	272
--	-----

ღრებადობის თეორია

*ნ. ბ უ ლ ი ა. ორმაგი სიმრუდის მქონე ხერეტიანი დამრეცი გარსის რხევა	276
---	-----

კიბირნმტიკა

*დ. ბ ა შ ა ლ ე ი შ ვ ი ლ ი. არაერთგვაროვანი შემამცირებელი სისტემის იდენტიფიკაციის შესახებ	280
---	-----

ფიზიკა

*ნ. კ რ უ პ ე ნ ი კ ო ვ ა, ვ. ტ ო მ ჩ ი ნ ს კ ი. ეფექტური $\lambda_{\alpha}$ -ურთიერთქმედების შესახებ	284
*გ. ბ ა გ რ ა ტ ი შ ვ ი ლ ი, ი. ბ ე რ ო ზ ა შ ვ ი ლ ი, რ. ჯ ა ნ ე ლ ი ძ ე, მ. ჯ ა ნ ე ლ ი- ძ ე, დ. ქ შ რ ც ი კ ი ძ ე. ანიზოტროპული ჰეტეროგადასაცვლის ამორფული გერმანიუმი — მონოკრისტალური გერმანიუმი ელექტრული და ფოტოელექ- ტრული მახასიათებლები	288

ანალიზური ქიმიკა

*ი. შ ა თ ი რ ი შ ვ ი ლ ი, დ. გ ი გ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი. ქართულ ღვინოებში ორვალენტთან მეტალთა კათიონებისა და არაორგანულ მკვავათა ანიონების განსაზღვრა იონური ქრომატოგრაფიის მეთოდით	291
---	-----

\* ვარკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

აბჯ. სსრ კ. მარქლის  
საბ. საბ. რესპუბ.  
ქართული ენათმეცნიერება

## ზოგადი და არაორგანული ქიმია

- \*ა. შველაშვილი, ე. ზედელაშვილი, ო. სვანიძე, ე. მიმინოშვილი. ნიკელის (II) კომპლექსები კალიუმის ფუმარატის, ეთილენდიამინის და  $Ni(NO_3)_2$ -ის შემცველ წყალხსნარებში 296

## ფიზიკური ქიმია

- \*ვ. ჩუმაკი, თ. ფილიშვილი. იონთა ასოციაცია დაბალი დიელექტრიკული შეღწევადობის მქონე არეებში 299

## ქიმიური ტექნოლოგია

- \*ი. თავართქილაძე. ახალი ფაზის განვითარების პროცესების კინეტიკა 304

## გეოგრაფია

- \*გ. სვანიძე (სსრკ და საქ. სსრ მეცნიერებათა აკად. წევრ-კორესპონდენტი), მ. არდია, ნ. ბერაძე, ჯ. დოლიძე. საქართველოში 1987 წლის ზამთრის სტიქიური ჰიდრომეტეოროლოგიური მოვლენების ანალიზი 307

## ფიზიკური გეოგრაფია

- \*ნ. დეკანოსიძე. წყალტუბოს კარსტული მღვიმის სპორა-მტერის ანალიზის წინასწარი მონაცემები 311

## ჰიდროლოგია

- \*ი. პლოტკინა. წყალსაცავის მოსილვის პროგნოზი მისი წყლის ბალანსის დინამიკის მიხედვით (ტყიბულის წყალსაცავის მაგალითზე) 315

## ბიოლოგია

- \*ა. ყაველაშვილი, ო. ხუციშვილი, ვ. ჯიშკარიანი. წყალტუბოს კირქველ მასივზე მღვიმური სისტემის ფორმირების სტრუქტურული თავისებურებანი 320
- \*რ. დამბაშიძე, გ. დუღენიშვილი, დ. ყუფარაძე. ახალი მონაცემები სამხრეთ-აღმოსავლეთ საქართველოს მეზოზოური ნალექების შესახებ 324

## პალეონტოლოგია

- \*მ. შარიქაძე, თ. ლომინაძე, ი. კვანტალიანი. კუნთების მიმავრების კვალი კალოვიური და აბტური ამონიტების ნიჟარებზე 328

## სასუნიეზლო მემანია

- \*თ. შუქაკიძე. ანიზოტროპისა და დრეკადი ფუძის გავლენა რგოლური სექტორიალური ფილის ღუნვაზე 332

## მატალურგია

- \*კ. გაბუნია, ზ. ქემხაძე. გოგირდწყალბადის აგრესიულ გარემოში მცირედ-ლეგირებულ ფოლადზე წარმოქმნილი ქანგური ფენის სტრუქტურისა და აღნაგობის გამოკვლევა 335

\*გ. ბეგლარიშვილი, თ. ვაშაკიძე, ნ. ვაშაკიძე. საკონტაქტო წნევის განსაზღვრა ფასონური ზოლის სწორკუთხა კალიბრში გლინვისას

მანანათმცოდნეობა

\*თ. თელია. ვიბრაციული მანქანების მათემატიკურ მოდელში ჰისტერეზისის ნარყუ-  
 ეის ფორმის შეყვანის შესახებ 344

ავტომატური მართვა და გამომთვლითი ტექნიკა

\*ო. დავითაშვილი. რეჟურსული პროგრამების ეკვივალენტობის დადგენის შესახებ 347

ბინეტიკა და სელექცია

პ. ნასყიდაშვილი, ზ. ჯინჯიხაძე, ნ. ქორიძე. საევეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობის მემკვიდრეობა სიმინდის საადრეო და საგვიანო ფორმების შეჯვარებით მიღებულ  $F_1$ ,  $F_2$  და ბეკროსულ ( $BC_1-BC_3$ ) თაობებში 349

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

\*რ. რიქინაშვილი, ე. მონიავა, ნ. ზამბახიძე, ვ. მოსიძე. ოქსიტოცი-  
 ნის გავლენა შთაბეჭდვაზე და პირობითრეფლექსურ მესსიერებაზე 355

\*გ. შაგინიანი, ფ. შრაიბმანი, გ. ბოჭორიშვილი. გულის კუნთის გა-  
 დაძაბვის ნადრევი დიაგნოსტიკა მოზარდ სპორტსმენებში 359

ბიოფიზიკა

\*ლ. ფხალაძე, გ. მაჭარაშვილი, მ. გოგებაშვილი. გამა-რადიაციის და-  
 ბალი დოზების მოქმედება მცენარე ტრანსპლანტატების რეგენერაციულ პრო-  
 ცესებზე შეზღუდვის ზონაში 363

ბიოქიმია

\*თ. ხაჩიძე, ნ. შენგელია. Triticum L-ის გვარის ზოგიერთი სახეობის დნმ-ის  
 განაწილება ცეზიუმის ქლორიდის სიმკვრივის გრადიენტში 368

\*რ. ბელეცკაია, მ. ჭიპაშვილი, ნ. ალექსიძე. ფენამინის ეფექტი ამონია-  
 კის ცვლაზე ვირთავას თავის ტენიში 371

\*ს. დოლიძე, ბ. ძანტიევი, ა. ქერდევო.  $\alpha$ -ამილაზის და ტუტე პროტეაზის  
 Bacillus subtilis ფერმენტაციის დროს მოდელურ ტექნოლოგიურ ხაზებში  
 ელექტროქიმიური დეტექციით იმუნოფერმენტული ანალიზის გამოყენების  
 შესაძლებლობის შესახებ 376

\*ნ. ნუცუბიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ც. მღვდელა-  
 ძე, თ. მირუაშვილი, დ. პატარაია. პალიასტომის ტბის ლამი და  
 მასში აზოტფიქსატორებით აზოტის შემცველობის გაზრდის შესაძლებლობა 379

\*ვ. ჩუბინიძე, ლ. ბოჭორიძე. Artemisia vulgaris L. ამინომეავური შე-  
 მადგენლობა 383

ზოოლოგია

\*ი. ბადრიძე, ს. თოდუა. ზოგიერთი მონაცემი მგლის მშობლიური ქცევის ონ-  
 ტოგენეზის შესახებ 387

## ჰისტოლოგია

- \*დ. გოლეშვილი ვ. ვირთაგვას ლვიძლის რეაქცია ვაგოტომიაზე 391

## ციტოლოგია

- \*მ. საღუნაშვილი, ი. სერებრიაკოვი. ვირთაგვას კლარა-უჯრედების მას-  
 კანირებელი და ტრანსმისიული ელექტრონული მიკროსკოპია მწვავე ჰიპოქსიის  
 დროს 395
- \*ქ. ჯინჭარაძე, რ. კაპანაძე, ნ. ანდრიაძე, ლ. ხოფერიია, ა. გუ-  
 გეშაშვილი. დაინფარქტებული მიოკარდის მეტაბოლიზმის რეგულაცია პრე-  
 პარატ პროსტენონის ზემოქმედების პირობებში ექსპერიმენტში 398

## ექსპერიმენტული მორფოლოგია

- \*თ. მურჯიკელი, ა. ხუჭუა. პარენქიმული სისხლდენის შეჩერების მიზნით  
 პოლიმერული მასალის იმპლანტაციით გამოწვეული მორფოლოგიური ცვლი-  
 ლებები ლვიძლსა და ელენაში 403

## ექსპერიმენტული მედიცინა

- \*დ. ტვილიძანი, თ. ჩლაიძე, ა. ჯეირანაშვილი, ვ. ჩიხლაძე,  
 ლ. ტვილიძანი. მუდმივი ელექტრომაგნიტური ველის გავლენა გულის  
 კუნთის აგზნებადობაზე ექსპერიმენტში 407
- \*ი. ზედგინიძე, თ. ხუღუშაური, ი. იაკოვლევი. რეზისტენტობის მიხე-  
 დვით ერიტროციტების განაწილების გამოკვლევის ახალი დიფერენციალური  
 მეთოდი და მეთოდის განსახორციელებელი ავტომატური ხელსაწყო 412
- \*გ. გაბაშვილი. ჰორმონული მარეგულირებისა და პროსტაგლანდინების ურთიერთ-  
 კავშირი სისხლში გულის იშემიური დაავადების დროს 415
- \*გ. მაისაია. გულისსხლძარღვთა დაავადების დროს პლაცენტის ფუნქციური უკმა-  
 რისობის მორფოლოგიური დახასიათება 419
- \*ქ. უჩანეიშვილი. ჰემოდინამიკური ცვლილებები გულის უკმარისობით მიმდინა-  
 რე გულის იშემიური დაავადების დროს 423

## ფილოლოგია

- ა. ჩანტლაძე. ახალი აღთქმის ციტატები „დოგმატიკონის“ ანტინესტორიანულ ტრაქ-  
 ტატებში 425
- ბ. ჩიკვილაძე. თანამედროვეობის ასახვისა და „კონტაქტურ პერსონაჟთა“ სა-  
 კითხისათვის 429
- გ. ბარდაველიძე. ქართული ხალხური და ლიტერატურული რითმის გენეტიკური  
 ურთიერთობის საკითხი 433

## აღმოსავლეთმცოდნეობა

- ე. ჩუბინიძე. პურისტული მოძრაობა ირანში XX ს. 20—30-იან წლებში 437

## არქეოლოგია

- გ. ნარიშკინიშვილი. წითელკეციანი კერამიკის გავრცელების საკითხისათვის 441

## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

Д. В. Брегвадзе. О суммируемости общих ортогональных рядов	241
Р. Э. Кухалеишвили. О предельном распределении квадратического отклонения оценок кривой регрессии	245
В. В. Шевчик. Об операторах плотного вложения в банаховых пространствах	249
Р. Н. Ормоцадзе. О некоторых классах отображений	253
З. М. Нацвлишвили. Граничные свойства решений одного дифференциального уравнения с частными производными	257
Г. Т. Ониани. Топологическая характеристика некоторых классов непрерывных функций, ряды Фурье которых сходятся равномерно	261
Г. К. Джапаридзе. Арифметическая полнота логики доказуемости с кванторными модальностями	265

### МЕХАНИКА

Г. Ш. Базгадзе, Р. Д. Гиоргадзе, М. Г. Калабегашвили. К расчету прямоугольных сборных пластинок криволинейного очертания	269
--	-----

### ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

Н. П. Булия. Колебание полой оболочки двойкой кривизны с отверстием	273
---	-----

### КИБЕРНЕТИКА

Д. И. Башалейшвили. Об идентификации неоднородной уменьшающей системы	277
---	-----

### ФИЗИКА

Н. Б. Крупенникова, В. Ю. Томчинский. К вопросу об эффективности $\Lambda\alpha$ -взаимодействий	281
Г. Д. Багратишвили, Ю. Н. Берозашвили, Р. Б. Джанелидзе, М. Б. Джанелидзе, Д. Э. Курцикидзе. Электрические и фотоэлектрические характеристики анизотипного гетероперехода аморфный германий — монокристаллический германий	285

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



### АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- И. Ш. Шатиришвили, Д. Г. Гигиташвили. Определение анионов неорганических кислот и катионов двухвалентных металлов в грузинских винах методом ионной хроматографии 289

### ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- А. Е. Швелашвили, Е. Н. Зеделашвили, О. П. Сванидзе, Э. Б. Миминошвили. Комплексы никеля (II) в водных растворах, содержащих фумарат калия, этилендиамин и  $Ni(NO_3)_2$  293

### ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- В. Л. Чумак, Т. Н. Пилишвили. Ионная ассоциация в средах с низкой диэлектрической проницаемостью 297

### ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- Я. Н. Таварткиладзе. Кинетика процессов развития новой фазы 301

### ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

- Г. Г. Сванидзе (член-корреспондент АН СССР и ГССР), М. М. Ардиа, Н. И. Берадзе, Д. Ш. Долидзе. Анализ стихийных гидрометеорологических явлений в Грузии зимой 1987 года 305
- Н. В. Деканосидзе. Предварительные данные спорово-пыльцевого анализа Цхалтубской карстовой пещеры 309

### ГИДРОЛОГИЯ

- И. Г. Плоткина. Прогноз заилиения водохранилища путем исследования динамики его водного баланса 313

### ГЕОЛОГИЯ

- А. И. Кавелашвили, О. Д. Хуцишвили, В. М. Джишкариани. Структурные особенности формирования пещерной системы Цхалтубского известнякового массива 317
- Р. А. Гамбашидзе, Г. Г. Гугунишвили, Д. М. Купарадзе. Новые данные о составе мезозойских отложений юго-восточной Грузии 321

### ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

- М. З. Шарикадзе, Т. А. Ломинадзе, И. В. Кванталиани. Следы прикрепления мускулов на раковинах келловейских и аптских аммонитов 325

## СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

- Т. Д. Шукакидзе. Влияние анизотропии и упругого основания на изгиб кольцевой секториальной плиты 329

## МЕТАЛЛУРГИЯ

- К. Е. Габуня, З. В. Кемхадзе. Исследование структуры и строения оксидных слоев НЛС, образованных в агрессивной среде сероводорода 333
- Г. С. Бегларшвили, Т. К. Вашакидзе, Н. А. Вашакидзе. Определение контактного давления при прокатке фасонной полосы в прямоугольном калибре 337

## МАШИНОВЕДЕНИЕ

- Т. Н. Телия. О вводе форм гистерезисных петель в математические модели вибрационных машин 341

## АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

- О. М. Давиташвили. К вопросу установления эквивалентности рекурсивных программ 345

## ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

- \* П. П. Наскидашвили, З. П. Джинджихадзе, Н. Р. Қоридзе. Наследование признака продолжительности вегетационного периода в  $F_1$ ,  $F_2$  и беккросных ( $BC_1$ — $BC_9$ ) поколениях при скрещивании ранних и поздних форм кукурузы 351

## ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- Р. С. Рижинашвили, Э. С. Моннава, Н. А. Замбахидзе, В. М. Мосидзе. Влияние окситоцина на импринтинг и условнорефлекторную память 353
- В. С. Шагинян, Ф. О. Шрайбман, Г. А. Бочоришвили. Распознавание ранних форм перенапряжения сердца у юных спортсменов 357

## БИОФИЗИКА

- Л. К. Пхаладзе, Г. Р. Мачарашвили, М. Э. Гогобашвили. Действие малых доз гамма-радиации на регенерационные процессы в зоне срастания растительных трансплантатов 361

## БИОХИМИЯ

- Т. О. Хачидзе, Н. И. Шенгелия. Распределение в градиенте плотности хлористого цезия ДНК некоторых видов рода *Triticum* L. 365



- Р. П. Белецкая, М. Д. Чипашвили, Н. Г. Алексидзе. Эффект кофеина на обмен аммиака в головном мозгу крыс 369
- С. А. Долидзе, Б. Б. Дзантиев, А. В. Жердев. О возможности применения иммуоферментного анализа  $\alpha$ -амилазы и щелочной протеазы *Bacillus subtilis* с электрохимической детекцией в модельных технологических линиях ферментации 373
- Н. Н. Нуцубидзе (член-корреспондент АН ГГССР), Ц. Д. Мгвделадзе, Т. Ф. Мируашвили, Д. Т. Патарая. Ил озера Палиастоми и возможности повышения в нем содержания азота азотфиксаторами 377
- В. В. Чубинидзе, Л. Д. Бочоридзе. Аминокислотный состав *Artemisia vulgaris* L. 381

### ЗООЛОГИЯ

- Я. К. Бадридзе, С. Г. Годуа. Некоторые данные об онтогенезе родительского поведения волка 385

### ГИСТОЛОГИЯ

- Д. С. Голембиовская. Реакция печени крыс на ваготомию 389

### ЦИТОЛОГИЯ

- М. А. Садунишвили, И. С. Серебряков. Сканирующая и трансмиссионная электронная микроскопия клеток Клара при острой гипоксии у крыс 393
- К. К. Джинчарадзе, Р. В. Капанадзе, Н. А. Андриадзе, Л. А. Хоперия, А. И. Гугешашвили. Регуляция метаболизма инфарцированного миокарда под воздействием препарата простенона в эксперименте 397

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

- Т. Т. Мурджикнели, А. В. Хучуа. Морфологические изменения печени и селезенки после имплантации биодеструктурируемого полимерного материала с целью остановки паренхиматозного кровотечения 401

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- Д. Д. Твилдиани, Т. И. Члаидзе, А. А. Джеиранашвили, В. А. Чихладзе, Л. Д. Твилдиани. Влияние искусственного электромагнитного поля на возбудимость миокарда в эксперименте 405
- И. Ш. Зедгендидзе, О. В. Хулузаури, И. Л. Яковлев. Новый дифференциальный способ для изучения распределения эритроцитов по резистентности и автоматическое устройство для осуществления способа 409
- Г. Г. Габашвили. Взаимозависимость гормональных показателей и простагландинов крови у больных ишемической болезнью сердца 413
- Г. И. Маисая. Морфологическая характеристика функциональной недостаточности плаценты при сердечно-сосудистых заболеваниях 417

- Ж. Н. Учанейшвили. Гемодинамические показатели при ишемической болезни сердца, протекающей с сердечной недостаточностью 421

## ФИЛОЛОГИЯ

- \* А. Т. Чантладзе. Цитаты книг Нового завета в антинесторианских трактатах из сборника «Догматикони» 427
- \* Н. Г. Чиквиладзе. К вопросу отражения современности и «контактного персонажа» 431
- \* Дж. К. Бардавелидзе. К вопросу о генетическом взаимоотношении грузинской народной и литературной рифмы 436

## ВОСТОКОВЕДЕНИЕ

- \* Э. Р. Чубинидзе. Пуристическое движение в Иране (20—30 гг. XX в.) 439

## АРХЕОЛОГИЯ

- \* Г. К. Нариманишвили. К вопросу о распространении красноглиняной керамики 443

## CONTENTS

### MATHEMATICS

D. V. Bregvadze. On the summability of general orthogonal series	244
R. E. Kukhaleishvili. On the limit distribution of quadratic deviation for estimators of the regression curve	247
V. V. Shevchik. On dense embedding operators in Banach spaces	251
R. N. Ormotsadze. On some classes of mappings	256
Z. M. Natsvlishvili. Boundary properties of solutions of one type of partial differential equations	260
G. T. Oniani. The topological characterization of some classes of continuous functions whose Fourier series converge uniformly	262
G. K. Japaridze. Arithmetical completeness of provability logic with quantifier modalities	268

### MECHANICS

G. Sh. Bazgadze, R. D. Giorgadze, M. G. Kalabegashvili. To the analysis of pre-fabricated rectangular plates of curvilinear shape	272
---	-----

### THEORY OF ELASTICITY

N. P. Bulia. On one problem of bending of sloping shells with an orifice	276
--	-----

### CYBERNETICS

D. I. Bashaleishvili. On identification of a heterogeneous reducing system	280
--	-----

### PHYSICS

N. B. Krupennikova, V. Yu. Tomchinsky. On $\Delta_1$ -effective interaction	284
G. D. Bagratishvili, Yu. N. Berozashvili, R. B. Janelidze, M. B. Janelidze, D. E. Kurtsikidze. Electrical and photoelectrical characteristics of the amorphous germanium-mono-crystalline germanium anisotype hetero-junction	288

### ANALYTICAL CHEMISTRY

I. Sh. Shatirishvili, D. G. Gigitashvili. Determination of anions of the non-organic acids and cations of the bivalent metals in Georgian wines by the ion chromatography method	291
--	-----

### GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

A. E. Shvelashvili, E. N. Zedelashvili, O. P. Svanidze, E. B. Miminoshvili. Ni (II) complexes in water solutions containing potassium fumarate, ethylenediamine and $Ni(NO_3)_2$	296
--	-----

## PHYSICAL CHEMISTRY

- V. L. Chumak, T. N. Pilishvili. Ionic association in media with low dielectric permeability 300

## CHEMICAL TECHNOLOGY

- I. N. Tavartkiladze. Kinetics of nucleation process of a new phase 304

## PHYSICAL GEOGRAPHY

- G. G. Svanidze, M. M. Ardia, N. I. Beradze, D. Sh. Dolidze. Analysis of natural hydrometeorological calamities in Georgia in winter 1987 308
- N. V. Dekanosidze. The preliminary data of the spore and pollen analysis of Tskhaltubo karst cave 311

## HYDROLOGY

- I. G. Plotkina. Prediction of reservoir silting by investigating the dynamics of its water balance (Tkibuli reservoir taken as an example) 316

## GEOLOGY

- A. I. Kavelashvili, O. D. Khutsishvili, V. M. Jishkariani. Structural peculiarities of the formation of the Tskhaltubo calcareous massif cave system 320
- R. A. Gambashidze, G. G. Ghughunishvili, D. M. Kuparadze. New data on the Mesozoic deposits of south-eastern Georgia 324

## PALAEONTOLOGY

- M. Z. Sharikadze, T. A. Lominadze, I. V. Kvantaliani. Traces of the attachment of muscles on the shells of Callovian and Aptian ammonites 328

## STRUCTURAL MECHANICS

- T. D. Shukakidze. The effect of anisotropy and elastic base on the bending of an annular sectorial disk 332

## METALLURGY

- K. E. Gabunia, Z. V. Kemkhadze. Analysis of the structure and composition of the LAS oxide layers formed in the aggressive medium of hydrogen sulphide 336
- G. S. Beglarishvili, T. K. Vashakidze, N. A. Vashakidze. Definition of the contact pressure during the rolling of a shaped strip in the rectangular calibre 340

## MACHINE BUILDING SCIENCE

- T. N. Telia. On the introduction of hysteresis loops in mathematical models of vibration machines 344

## AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- O. M. Davitashvili. On the problem of recursive programs equivalence 347

## GENETICS AND SELECTION

- P. P. Naskidashvili, Z. P. Jinjikhadze, N. R. Koridze. Inheritance of the vegetation period duration character in  $F_1$ ,  $F_2$ , and backcrossing  $BC_1$ - $BC_3$  generations on hybridization on early- and late-maturing forms of maize 352

## HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- R. S. Rizhinashvili, E. S. Moniava, N. A. Zambakhidze, V. M. Mosidze. The influence of oxitccin on imprinting and conditioned-reflex memory 355
- V. S. Shaginyan, F. O. Shraibman, G. A. Bochorishvili. Identification of the early forms of heart overstrain in young sportsmen 359

## BIOPHYSICS

- L. K. Pkhaladze, G. R. Macharashvili, M. E. Gogebashvili. The effect of low doses of gamma-irradiation on regeneration processes at the coalescence zone of plant transplants 364

## BIOCHEMISTRY

- T. O. Khachidze, N. I. Shengelia. Distribution of DNA of some species of genus *Triticum* in cesium chloride gradient 368
- R. P. Beletskaya, M. D. Chipashvili, N. G. Aleksidze. The effect of phenamine of ammonia metabolism in the rat brain 371
- S. A. Dolidze, B. B. Dzantiev, A. V. Zherdev. On the possibility of using the immunoassay of  $\alpha$ -amilase and alkaline protease of *Bacillus subtilis* with the electrochemical detection in the model of fermentation production lines 376
- N. N. Nutsubidze, Ts. D. Mgvdeladze, T. F. Miruashvili, D. T. Pataraiia. The Paljastomi lake silt and possibilities for increasing its nitrogen content by nitrogen fixatives 379
- V. V. Chubinidze, L. D. Bochoridze. Amino-acid composition of *Artemisia vulgaris* L. 383

## ZOOLOGY

- Ya. K. Badridze, S. G. Todua. Some findings on the ontogenesis of wolf's parental behaviour 387

## HISTOLOGY

- D. S. Golembiovskaya. The reaction of rat liver to vagotomy 392

## CYTOLOGY

- M. A. Sadunishvili, I. S. Serebryakov. Scanning and transmission electron microscopy of the Clara cells in rats with acute hypoxia 396
- K. K. Jincharadze, R. V. Kapanadze, N. A. Andriadze, L. A. Khorperia, A. I. Gugeshashvili. Metabolism regulation of infarcted myocardium under the influence of experimental prostenon preparation 399

## EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

- T. T. Murjikneli, A. V. Khuchua. Morphological changes of the liver and spleen following the implantation of biodegradable polymeric material for the purpose of hemostasis 404

## EXPERIMENTAL MEDICINE

- D. D. Tvildiani, T. I. Chlaidze, A. A. Jèiranashvili, V. A. Chikhladze, L. D. Tvildiani. The effect of constant electromagnetic field on the excitability of the myocardium in the experiment 408
- I. Sh. Zedginidze, O. V. Khuluzauri, I. L. Yakovlev. A new differential method for the study of erythrocytes distribution according to their resistance and a new automatic device for implementation of this method 412
- G. G. Gabashvili. Interaction of blood hormones and prostaglandines in patients with ischemic heart disease 416
- G. I. Maisaia. Morphological characteristics of placenta functional insufficiency in cardiovascular diseases 420
- Zh. N. Uchaneishvili. Hemodynamic indices in heart ischemic disease running with heart failure 423

## PHILOLOGY

- A. T. Chantladze. Quotations of the New Testament books in the antinestorian treatises from the "Dogmaticon" 427
- N. G. Chikviladze. To the reflection of contemporaneity and "contact character" 431
- J. K. Bardavelidze. To the problem of genetic interrelation of rhyme in Georgian folk-lore and literature 436

## ORIENTAL STUDIES

- E. R. Chubinidze. The purist movement in Iran in the 20ies—30ies of the 20th century 440

## ARCHAEOLOGY

- G. K. Narimanishvili. To the problem of spreading of red pottery 443



Д. В. БРЕГВАДЗЕ

О СУММИРУЕМОСТИ ОБЩИХ ОРТОГОНАЛЬНЫХ РЯДОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Жижнашвили 15.4.1988)

Пусть  $E^d$  ( $d \geq 1$ ) — евклидово пространство размерности  $d$ , элементы которого будем обозначать через  $x = (x_1, x_2, \dots, x_d)$ ,  $y = (y_1, y_2, \dots, y_d)$  и т. д. Соотношение  $x \leq y$  означает, что  $x_i \leq y_i$ ,  $i = \overline{1, d}$ . Далее предполагается, что

$$[0, 1]^d = \{x : x \in E^d, 0 \leq x_i \leq 1, i = \overline{1, d}\}.$$

Допустим, что  $m$  и  $n$  — целочисленные векторы, т. е. координаты этих векторов — целые неотрицательные числа. В одномерном случае  $n$  будет означать натуральное число.

Если  $m = (m_1, m_2, \dots, m_d)$  и  $d \geq 2$ , то  $m^* = \max_{1 \leq i \leq d} \{m_i\}$  и  $m_* = \min_{1 \leq i \leq d} \{m_i\}$ .

Пусть  $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_d)$  ( $\alpha_i > -1$ ,  $i = \overline{1, d}$ ) и дан ряд

$$\sum_n a_n \Phi_n(x). \tag{1}$$

Тогда средние Чезаро (C. a) ряда (1) определяются следующим образом:

$$\sigma_m^\alpha = \left( 1 / \prod_{i=1}^d A_{m_i}^{\alpha_i} \right) \sum_{n_1=0}^{m_1} \sum_{n_2=0}^{m_2} \dots \sum_{n_d=0}^{m_d} \prod_{i=1}^d A_{m_i - n_i}^{\alpha_i} a_n \Phi_n(x),$$

где  $A_{m_i}^{\alpha_i} = \binom{m_i + \alpha_i}{m_i}$ .

$$S_m(x) = \sum_{n < m} a_n \Phi_n(x)$$

— частные суммы ряда (1).

Морицем [1] был получен следующий результат:

Теорема А. Пусть  $(\Phi_n(x))$  — любая ортонормированная система на  $[0, 1]^d$  и  $(a_n)$  — такая последовательность векторов в  $E^d$ , что  $\sum_n a_n^2 < \infty$ . Тогда

$$\limsup_{m^* \rightarrow \infty} \frac{S_m(x)}{\prod_{i=1}^d \log(m_i + 2)} = 0$$

почти всюду на  $[0, 1]^d$ .

Из утверждений Морица [1, 2] легко получается

Теорема В. Если  $(\Phi_n(x))$  — ортонормированная система на  $[0, 1]^d$  и  $(a_n)$  — такая последовательность векторов в  $E^d$ , что

$$\sum_n \frac{a_n^2}{\left(\prod_{i=1}^d n_i\right)^2} < \infty,$$

то

$$\lim_{m^* \rightarrow \infty} \frac{S_m(x)}{\prod_{i=1}^d m_i \log(m_i + 2)} = 0$$

почти всюду на  $[0, 1]^d$ .

Вопрос о неусиливаемости теорем А и В оставался открытым. В настоящей статье приводятся результаты, из которых, в частности, вытекают окончательность теорем А и В. Кроме того, рассматриваются подобные вопросы для средних Чезаро положительного порядка.

**Теорема 1.** Если последовательность  $\{a_n\}$  не возрастает по каждому аргументу и  $\sum_n a_n^2 = \infty$ , то существует ортонормированная система  $(\Phi_n(x))$  на  $[0, 1]^d$  такая, что

$$\limsup_{m^* \rightarrow \infty} \left| \frac{S_m(x)}{\prod_{i=1}^d \log(m_i + 2)} \right| = \infty$$

почти всюду на  $[0, 1]^d$ .

**Теорема 2.** Пусть последовательность  $\{a_n\}$  не возрастает по каждому аргументу и  $\sum_{n \geq m} a_n^2 = \infty$  для любого целочисленного вектора  $m$ .

Тогда существует  $(\Phi_n(x))$  — ортонормированная система на  $[0, 1]^d$  такая, что

$$\limsup_{m^* \rightarrow \infty} \left| \frac{S_m(x)}{\prod_{i=1}^d \log(m_i + 2)} \right| = \infty$$

почти всюду на  $[0, 1]^d$ .

**Теорема 3.** Если последовательность  $\left\{ \frac{|a_n|}{\prod_{i=1}^d n_i} \right\}$  не возрастает по

каждому аргументу и

$$\sum_n \frac{a_n^2}{\left(\prod_{i=1}^d n_i\right)^2} = \infty,$$

то существует  $(\Phi_n(x))$  — ортонормированная система на  $[0, 1]^d$  такая, что

$$\limsup_{m^* \rightarrow \infty} \left| \frac{S_m(x)}{\prod_{i=1}^d m_i \log(m_i + 2)} \right| = \infty$$

почти всюду на  $[0, 1]^d$ .

Теорема 4. Пусть последовательность  $\left\{ \frac{|a_n|}{d} \prod_{i=1}^d n_i \right\}$  не возрастает

по каждому аргументу и

$$\sum_{n \geq m} \frac{a_n^2}{\left( \prod_{i=1}^d n_i \right)^2} = \infty$$

для любого целочисленного вектора  $m$ . Тогда существует  $(\Phi_n(x))$  — ортонормированная система на  $[0, 1]^d$  такая, что

$$\limsup_{m^* \rightarrow \infty} \left| \frac{S_m(x)}{\prod_{i=1}^d m_i \log(m_i + 2)} \right| = \infty$$

почти всюду на  $[0, 1]^d$ .

Отметим, что теоремы 1—4 являются многомерными аналогами соответствующих утверждений Морица и Тандори [3].

Теорема 5. Если  $(\Phi_n(x))$  — любая ортонормированная система на  $[0, 1]^d$  и  $(a_n)$  — такая последовательность векторов в  $E^d$ , что

$$\sum_n a_n^2 < \infty,$$

то

$$\lim_{m^* \rightarrow \infty} \frac{\sigma_m^n(x)}{\prod_{i=1}^d \log \log(m_i + 4)} = 0$$

почти всюду на  $[0, 1]^d$  при  $\alpha_i > 0$  ( $i = \overline{1, d}$ ).

Это утверждение является многомерным аналогом теоремы Тандори [4].

Неуниверсальность теоремы 5 показывает

Теорема 6. Пусть для последовательности  $a_n$  выполняется условие

$$\sum_n a_n^2 = \infty \text{ и величина } \sum_{n_1=2^{m_1}+1}^{2^{m_1+1}} \sum_{n_2=2^{m_2}+1}^{2^{m_2+1}} \dots \sum_{n_d=2^{m_d}+1}^{2^{m_d+1}} a_n^2 \text{ не воз-}$$

растает по каждому аргументу. Тогда существует  $(\Phi_n(x))$  — ортонормированная система на  $[0, 1]^d$  такая, что

$$\limsup_{m^* \rightarrow \infty} \left| \frac{\sigma_m^n(x)}{\prod_{i=1}^d \log \log(m_i + 4)} \right| = \infty$$

почти всюду на  $[0, 1]^d$ .

Для одномерного случая из теоремы 6 вытекает

Следствие. Если  $(a_n)$  — такая последовательность, что  $\sum_n a_n^2 = \infty$

и величина  $A_m^2 = \sum_{n=2^m+1}^{2^{m+1}} a_m^2$  ( $m = 0, 1, 2, \dots$ ) монотонна, тогда существует



ვუთ  $(\Phi_n(\lambda))$  — ортонормированная система на  $[0, 1]$  такая, что для любого  $\alpha > 0$

$$\limsup_{n \rightarrow \infty} \left| \frac{\sigma_n^\alpha(x)}{\log \log(n+4)} \right| = \infty$$

почти всюду на  $[0, 1]$ .

Последнее следствие для  $\alpha \neq 1$  является новым, а для  $\alpha = 1$  было получено Морицем и Тандори [3].

Тбилисский государственный университет

(Поступило 20.5.1988)

მათემატიკა

დ. ბრეგვაძე

ზოგადი ორთოგონალური მწკრივების შეჯამებადობის შესახებ

რეზიუმე

ნაშრომში მიღებულია შედეგები ზოგადი ორთოგონალური მწკრივების კერძო ჯამების და ჩეზაროს საშუალოების ყოფაქცევის შესახებ; კერძოდ, გამოყენებულია მორიცი [2] თეორემა 3-ის გაუძლიერებადობა; ამას გარდა, მოცემულია ტანდორის [4] თეორემა 7-ის განზოგადება.

MATHEMATICS

D. V. BREGVADZE

## ON THE SUMMABILITY OF GENERAL ORTHOGONAL SERIES

Summary

Results concerning the behaviour of partial sums and Cesaro means of general orthogonal series are given from which, in particular, unimprovement of Moricz [2] theorem 3 is implied. Besides, the extension of the Tandori [4] theorem 7 is established.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. F. Moricz. Acta Math. Acad. Sci. Hung., 37, № 1-3, 1981, 39-50.
2. F. Moricz. Anal. Math., 5, 1979, 135-147.
3. F. Moricz, K. Tandori. Acta Math. Hung., 49, № 1-2, 1987, 283-290.
4. K. Tandori. Acta Sci. Math. 18, 1957, 57-130.



Р. Э. КУХАЛЕИШВИЛИ

О ПРЕДЕЛЬНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ КВАДРАТИЧЕСКОГО  
 УКЛОНЕНИЯ ОЦЕНОК КРИВОЙ РЕГРЕССИИ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 16.6.1987)

1. Пусть  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$  — последовательность наблюдаемых случайных величин вида

$$Y_j = g(x_j) + \varepsilon_j, \quad j = \overline{1, n}, \quad 0 \leq x_1 < x_2 < \dots < x_n \leq 1, \quad n \geq 1,$$

где  $g(x), x \in [0, 1]$  — неизвестная вещественная функция, а  $\varepsilon_j, j = \overline{1, n}$  — независимые, одинаково распределенные случайные величины, причем  $E\varepsilon_1 = 0$  и  $D\varepsilon_1 = \sigma^2 < \infty$ .

В качестве оценки  $g(x)$  рассмотрим статистику

$$g_n(x) = \sum_{j=1}^n (x_j - x_{j-1}) Y_j \delta_m(x, x_j), \quad (1)$$

где  $\delta_m(x, y), x, y \in R$  — измеримая по Борелю функция, а  $m = m(n) \rightarrow \infty, m(n) = o(n^{-1})$ .

Оценка типа (1), когда  $\delta_m(x, y) = m K(m(x-y))$ , где  $K(x), x \in R$  — ядерная функция, впервые была предложена в работе [1]. В дальнейшем различные ее свойства, такие как состоятельность, несмещенность, асимптотическая нормальность, изучались многими авторами.

В настоящей работе изучается предельное распределение квадратического уклонения

$$U_n = n \int_0^1 (g_n(x) - E g_n(x))^2 r(x) dx,$$

где  $r(x)$  — некоторая весовая функция.

Используемый здесь метод исследования — мартингалный метод — одновременно был предложен в [2] и [3] и, в свою очередь, основывается на центральной предельную теорему для последовательности, образующей мартингал-разность [4].

Обозначения:

$$\Delta_j = x_j - x_{j-1},$$

$$\eta_{ij} = \Delta_i \Delta_j \varepsilon_i \varepsilon_j \int_0^1 \delta_m(x, x_j) \delta_m(x, x_i) r(x) dx,$$

$$\sigma_n^2 = 4 \sigma^4 \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^{j-1} \eta_{ij}^2,$$

$$\lambda_n = n^4 \sum_{i,j,s,t=1}^n \eta_{it} \eta_{is} \eta_{jt} \eta_{js}.$$

Предложения: 1.  $\left| \int_0^1 \delta_m(x, x_j) \delta_m(x, x_i) r(x) dx \right| \leq Cm, i, j=1, 2, \dots;$

2.  $m^4 n^{-1} \sigma_n^{-4} \rightarrow 0$ , при  $n \rightarrow \infty$ ;

3.  $\lambda_n = o(\sigma_n^4)$ .

Теорема 1. В условиях 1—3, если  $E\varepsilon_1^4 < \infty$  и  $\max_{1 \leq k \leq n} \Delta_k = O(n^{-1})$ ,

то

$$\sigma_n^{-1} (U_n - EU_n) \xrightarrow{d} N(0, 1).$$

2. Ядерная оценка. В этом пункте будем предполагать, что

$\delta_m(x, y) = mK(m(x-y))$ ,  $x, y \in R$ ,  $x_k = \frac{k}{n}$ ,  $k = \overline{0, n}$ . Тогда

$$g_n(x) = \frac{m}{n} \sum_{j=1}^n Y_j K(m(x-x_j))$$

и предположения 1—3 выполняются, если

4.  $\sup |K(u)| < \infty$ ,  $\int_{-\infty}^{\infty} K(u) du = 1$ ,  $\int_{-\infty}^{\infty} K^2(u) du < \infty$ ,  $K(u) \in \text{Lip}(R)$ ,

$\lim_{|u| \rightarrow \infty} |uK(u)| = 0$ ;

5.  $m^3 n^{-1} \rightarrow 0$ , при  $n \rightarrow \infty$ ,  $r(x)$  — ограничена и кусочно-непрерывна.

Итак, справедлива

Теорема 2. В условиях 4, 5, если  $E\varepsilon_1^4 < \infty$ , то

$$m^{1/2} (\bar{U}_n - E\bar{U}_n) \xrightarrow{d} N(0, \sigma_0^2),$$

где  $\bar{U}_n = \frac{n}{m} \int_0^1 (g_n(x) - Eg_n(x))^2 r(x) dx$ ,  $\sigma_0^2 = 2 \sigma^4 \int_0^1 r^2(u) du \cdot \int_{-\infty}^{\infty} K_0^2(u) du$ ,

$K_0 = K * K$ .

Теорема 3. Если вдобавок к условиям теоремы 2 выполняются со-

отношения  $\int_{-\infty}^{\infty} x^k K(x) dx = 0$ ,  $k = \overline{1, s-1}$ ,  $\int_{-\infty}^{\infty} x^s K(x) dx < \infty$ , для  $s \geq 2$ ,

$\int_{|t| > m} |K(t)| dt = O(m^{-7/4})$ ,  $g(x)$  имеет ограниченные производные порядка

$s$  включительно,  $m^{7/2} n^{-1} \rightarrow 0$  и  $nm^{-4} \rightarrow 0$ , при  $n \rightarrow \infty$ , то



$$m^{1/2} \left( \frac{n}{m} \int_0^1 (g_n(x) - g(x))^2 r(x) dx - \Delta \right) \xrightarrow{d} N(0, \sigma_0^2),$$

$$\text{где } \Delta = \sigma^2 \int_0^1 r(x) dx \cdot \int_{-\infty}^{\infty} K^2(u) du.$$

3. Проекционная оценка. Пусть  $\{\varphi_k\}_{k \geq 1}$  — ортонормированный базис в пространстве  $L_2([0, 1], r(x))$ . обозначим  $H_m = \max_{1 \leq k \leq m} \text{Var}(\varphi_k(x) r(x))$ .

Справедлива

Теорема 4. Пусть  $\max_k \sup_x |\varphi_k(x) r(x)| < \infty$ . Если  $\sigma_n^2 \rightarrow \infty, m^2 n^{-1} \rightarrow 0$  и  $m^4 n^{-1} \sigma_n^{-4} \rightarrow 0$ , при  $n \rightarrow \infty, m H_m n^{-1} = O(1)$ , то

$$\sigma_n^{-1} (U_n - EU_n) \xrightarrow{d} N(0, 1).$$

Замечание. Когда  $\{\varphi_k\}_{k \geq 1}$  — тригонометрическая система и  $\varepsilon_k, k = \overline{1, n}, n \geq 1$  распределены нормально с  $(0, \sigma^2)$ , то в [5] рассмотрен аналог теоремы 4 при конечном объеме выборки.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 18.6.1987)

მათემატიკა

რ. კუხალეიშვილი

რეგრესიის ფუნქციის შეფასებისათვის კვადრატული გადახრის ზღვარიტი განაწილების შესახებ

რეზიუმე

ნაშრომში შემოყვანილია ზოგადი სახის შეფასება რეგრესიის ფუნქციისათვის. გამოკვლეულია ამ შეფასების კვადრატული გადახრის ზღვარიტი განაწილება. მიღებული შედეგების საფუძველზე მიღებულია ანალოგიური დებულებები გულოვანი და პროექციული შეფასებებისთვის.

MATHEMATICS

R. E. KUKHALEISHVILI

ON THE LIMIT DISTRIBUTION OF QUADRATIC DEVIATION FOR ESTIMATORS OF THE REGRESSION CURVE

Summary

A general type estimation of the regression curve is proposed. The limit distribution of quadratic deviation for this estimator is investigated. Based on the results obtained, the analogous statements for the kernel and projective estimators is established.

## ლიბრარბტუბ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. E. Priestley, M. T. Chao. Roy J. Statist. Soc. B34, 385-392, 1972.
2. Э. А. Надарая. Сообщения АН ГССР, 98, № 1, 1980.
3. P. J. Hall. Mult. Annal. 14, 1-16, 1984.
4. Р. Ш. Липцер, А. Н. Ширяев. Теор вер. и ее прим., XXV, вып. 4, 1980.
5. Н. В. Смирнов, И. В. Думин-Барковский. Курс теории вероятностей и математической статистики. М., 1969, 347—355.





В. В. ШЕВЧИК

ОБ ОПЕРАТОРАХ ПЛОТНОГО ВЛОЖЕНИЯ В БАНАХОВЫХ ПРОСТРАНСТВАХ

(Представлено академиком Б. В. Хведелидзе 3.6.1987)

1. Под оператором плотного вложения, действующим из банахового пространства  $X$  в банахово пространство  $Y$ , мы понимаем линейный ограниченный оператор  $A$ , ядро которого нулевое, а область значений  $R(A)$  — незамкнутое плотное в  $Y$  линейное многообразие. Через  $\Omega(X, Y)$  будем обозначать множество операторов плотного вложения из  $X$  в  $Y$ . Введем также следующие обозначения:  $K\Omega(X, Y)$  — множество компактных операторов плотного вложения из  $X$  в  $Y$ ;  $СК\Omega(X, Y)$  — множество некомпактных операторов плотного вложения из  $X$  в  $Y$ ;  $Int(X)$  — множество бесконечномерных замкнутых подпространств пространства  $X$ , коразмерность которых в  $X$  бесконечна.

Как следует из результатов [1], если  $X$  — сепарабельное и  $A \in \Omega(X, Y)$ , то существует  $N \in Int(X)$  такое, что  $A_N \in \Omega(N, Y)$ , где  $A_N$  — сужение  $A$  на  $N$ . Имеет место следующая

**Теорема 1.** Пусть  $X$  — сепарабельное,  $A \in \Omega(X, Y)$ . Существует пара подпространств  $N, M \in Int(X)$  таких, что

а)  $N \cap M = 0$ ,

б) подпространство  $N + M$  плотно в  $X$ , т. е.  $\overline{N + M} = X$  и при этом  $A_N \in \Omega(N, Y)$ ,  $A_M \in \Omega(M, Y)$ .

2. В этом пункте мы остановимся на изучении операторов, принадлежащих множеству  $СК\Omega(X, Y)$ . Для этой цели введем множества  $\mathbf{M}(A)$  и  $\mathbf{N}(A)$ , состоящих из подпространств, принадлежащих  $Int(X)$ , на которых отображение  $A \in СК\Omega(X, Y)$  действует, в определенном смысле, как простейшее. Положим:  $\mathbf{M}(A) = \{M \in Int(X) : A_M — компактный из M в Y\}$ ;  $\mathbf{N}(A) = \{N \in Int(X) : A(N) — подпространство замкнутое в Y\}$ . Заметим, что в силу известной теоремы Като (см. [2, с. 196], [3, с. 76]) множество  $\mathbf{M}(A)$  всегда не пусто. Множество  $\mathbf{N}(A)$  может быть пусто (в этом случае  $A$  называется строго сингулярным [3]) однако, например, если  $X, Y$  гильбертовы, или  $X = Y = l_p (1 \leq p < \infty)$ , а также  $X = Y = c_0$ , то  $\mathbf{N}(A)$  всегда не пусто (см. по этому поводу [4], а также [5, с. 86]).

Имеет место

**Предложение 1.** Пусть  $N \in \mathbf{N}(A)$ ,  $M \in \mathbf{M}(A)$ . Тогда

а)  $\dim(N \cap M) < \infty$ ,

б) если  $N \cap M = 0$ , то подпространство  $N + M$  — замкнутое.

Далее, в зависимости от строения множеств  $\mathbf{N}(A)$ ,  $\mathbf{M}(A)$ , мы введем различные классы некомпактных операторов плотного вложения, действующих из  $X$  в  $Y$ . Для этой цели понадобятся следующие определения.



Определение 1. Будем говорить, что подпространство  $N \in \mathbf{N}(A)$  ( $M \in \mathbf{M}(A)$ ) — максимальное класса  $\mathbf{N}(A)$ , (класса  $\mathbf{M}(A)$ ), если из того, что  $N_1 \in \mathbf{N}(A)$  ( $M_1 \in \mathbf{M}(A)$ ) и  $N \subset N_1$  ( $M \subset M_1$ ) следует  $\dim N_1/N < \infty$  ( $\dim M_1/M < \infty$ ).

Если  $A$  не обладает максимальным подпространством класса  $\mathbf{N}(A)$  (класса  $\mathbf{M}(A)$ ), то мы отнесем  $A$  множеству  $СК\Omega_1(X, Y)$  ( $СК\Omega^1(X, Y)$ ), в противном случае  $A$  отнесем множеству  $СК\Omega_2(X, Y)$  ( $СК\Omega^2(X, Y)$ ). Как нетрудно показать, в гильбертовом случае справедливо следующее утверждение.

Предложение 2. Пусть  $X, Y$  — гильбертовы пространства. Тогда  $СК\Omega_1(X, Y) = СК\Omega^1(X, Y)$  и  $СК\Omega_2(X, Y) = СК\Omega^2(X, Y)$ .

В банаховом случае указанные множества операторов различны. Соответствующий пример нетрудно построить в случае, если  $X = Y = L_p[0, 1]$  ( $1 < p < \infty$ ,  $p \neq 2$ ).

Любопытным является следующий пример, обоснование которого довольно громоздко. Содержание его мы сформулируем в виде следующей теоремы:

Теорема 2. Пусть  $X = Y = L_p[0, 1]$  ( $1 < p < \infty$ ),  $T$  — оператор умножения на  $t$  в  $X$ :  $(Tf)(t) = tf(t)$ . Тогда  $T \in СК\Omega_1(X) \cap СК\Omega^1(X)$ .

В заключение пункта 2 дадим критерий принадлежности оператора, действующего в гильбертовом пространстве, множеству  $СК\Omega_1(H)$ .

Теорема 3. Оператор  $A \in СК\Omega(H)$  принадлежит множеству  $СК\Omega_1(H)$  тогда и только тогда, когда для любого  $\varepsilon > 0$  существует  $N \in \mathbf{N}(A)$  такое, что  $\|A_N\| < \varepsilon$ .

3. В этом пункте мы остановимся на изучении вопроса о действии над операторами из введенных нами классов. В силу предположения 2 для иллюстрации возможных ситуаций достаточно ограничиться рассмотрением множеств  $СК\Omega_1(H)$ ,  $СК\Omega_2(H)$ . Оказывается, что произведение  $C = A \cdot B$  двух операторов  $A, B \in СК\Omega_1(H)$  ( $СК\Omega_2(H)$ ) принадлежит либо множеству  $СК\Omega_1(H)$  ( $СК\Omega_2(H)$ ), либо  $СК\Omega_2(H)$  ( $СК\Omega_1(H)$ ), либо  $C$  является компактным оператором плотного вложения в  $H$ . Приведем пример, иллюстрирующий последний, наиболее трудный случай. Соответствующее обоснование основано на использовании результатов работы [6], и нами опускается.

Пример. Пусть  $H = L_2[0, 1]$ ,  $A$  — оператор умножения на независимую переменную:  $(Af)(t) = tf(t)$ ,  $B$  — оператор Харди  $(Bf)(t) = \frac{1}{t} \int_0^t f(t) dt$ ,

ограниченный в  $L_2[0, 1]$ . Тогда  $A, B \in СК\Omega_1(H)$  и при этом  $C = A \cdot B$  — вполне непрерывный.

Сформулируем, наконец, одно утверждение о возмущении некомпактных операторов плотного вложения в  $H$  компактными.

Предложение 3. а. Если  $A \in СК\Omega_2(H)$ , то существует  $T \in K(H)$  такой, что  $\dim \text{Ker}(A+T) = \infty$  и  $R(A+T) \in \text{Int}(H)$ . б. Если  $A \in СК\Omega_1(H)$ , и  $T \in K(H)$ , то область значений  $R(A+T)$  оператора  $A+T$  — незамкнута в  $H$ .

## 3. შეჯამება

მკვრივი ჩადგმის ოპერატორების შესახებ ბანახის სივრცეებში

რეზიუმე

განხილულია მკვრივი ჩადგმის წრფივი ოპერატორი ბანახის სივრცეში. შესწავლილია ასეთი ოპერატორის თვისებები. განხილულია მკვრივი ჩადგმის ოპერატორის კლასები.

MATHEMATICS

V. V. SHEVCHIK

ON DENSE EMBEDDING OPERATORS IN BANACH SPACES

Summary

Linear operators of dense embedding in Banach spaces are considered. The properties of such operators are investigated. Some new classes of dense embedding operators are studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Шевчик. Мат. заметки, т. 38, № 4, 1985, 545.
2. И. Ц. Гохберг, Н. Я. Крупник. Введение в теорию одномерных сингулярных интегральных операторов. Кишинев, 1973.
3. J. Lindenstrauss, L. Tzafriri. Classical Banach Spaces 1. Springer-Verlag, 1977.
4. И. Ц. Гохберг, А. С. Маркус, И. А. Фельдман. Изв. Молдавского филиала АН СССР, № 10, 1960, 51.
5. А. Пич. Операторные идеалы. М., 1982.
6. P. A. Fillmore, J. P. Williams. Advances in Mathematics, 7, 1971, 254.



Р. Н. ОРМОЦАДЗЕ

## О НЕКОТОРЫХ КЛАССАХ ОТОБРАЖЕНИЙ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 23.5.1988)

Все пространства, встречающиеся в этой заметке, предполагаются по крайней мере хаусдорфовыми и вполне регулярными, а отображения — непрерывными.

**Определение 1.** Отображение  $f: X \rightarrow Y$  называется  $k$ -совершенным, если множество  $A \subseteq X$  замкнуто в  $X$  тогда и только тогда, когда его пересечение с любым  $f$ -совершенным множеством [1] замкнуто в  $X$ .

**Определение 2.** Пусть дано отображение  $f: X \rightarrow Y$ . Тогда  $x \in X$  называется  $k$ -точкой отображения  $f$ , если, каково бы ни было множество  $M \subseteq X$ ,  $x \in [M]$  ( $[M]$  — замыкание множества  $M$ ) тогда и только тогда, когда для некоторого  $f$ -совершенного множества  $F \subseteq X$  имеет место  $x \in [M \cap F]$ .

**Определение 3.** Отображение  $f: X \rightarrow Y$  называется  $k'$ -совершенным, если любая точка  $x \in X$  является  $k$ -точкой этого отображения.

Ясно, что любое отображение  $k$ -пространства ( $k'$ -пространства) является  $k$ -совершенным ( $k'$ -совершенным). Многие результаты из [2] о  $k$ - и  $k'$ -пространствах переносятся на  $k$  и  $k'$ -совершенных отображениях (некоторые следуют из [3]), а наименее места мы приведем только некоторые из них.

**Теорема 1.** *Отображение  $\psi: Y \rightarrow Y_1$  тогда и только тогда является  $k$ -совершенным ( $k'$ -совершенным), когда существует коммутативная диаграмма*

$$\begin{array}{ccc} X & \xrightarrow{\varphi} & X_1 \\ f \downarrow & & \downarrow f_1 \\ Y & \xrightarrow{\psi} & Y_1 \end{array}$$

где  $f_1$  — совершенное отображение  $X_1$  на  $Y_1$ ;  $\varphi$  — локально совершенное отображение [4], а  $f$  — факторное (псевдооткрытое) отображение  $X$  на  $Y$ .

**Теорема 2.** *Пусть дано отображение  $f: X \rightarrow Y$ , где  $Y$  —  $k$ -пространство  $X$  является  $k$ -пространством тогда и только тогда, когда  $f$   $k$ -совершенное отображение.*

**Теорема 3.**  *$f: X \rightarrow Y$  является  $k$ -совершенным отображением тогда и только тогда, когда абсолют  $\hat{f}: \hat{X} \rightarrow \hat{Y}$  отображения  $f$  [5] является  $k$ -совершенным отображением.*

Теорема 3 является ответом на задачу 2 из [5] для класса  $k$ -совершенных отображений.



Семейство множеств  $\xi$  называется цепью, если для любой пары элементов  $A, B$  из  $\xi$  выполняется либо  $A \subseteq B$ , либо  $B \subseteq A$ .

Пусть  $f: X \rightarrow Y$  — произвольное отображение,  $\tilde{f}: \tilde{X} \rightarrow Y$  — продолжение отображения  $f$ , а  $P$  — некоторый класс отображений. Пусть  $\{\tilde{f}_{A_\alpha}: A_\alpha \rightarrow Y, A_\alpha \subseteq \tilde{X}, \tilde{f}_{A_\alpha} \in P\}_{\alpha \in A}$  — семейство сужений отображения  $\tilde{f}$  и семейство  $\{A_\alpha\}_{\alpha \in A}$  является цепью: если  $X = \bigcap_{\alpha \in A} A_\alpha$ , то скажем, что

отображение  $f$  является пересечением цепи отображений из класса  $P$ . Это понятие является обобщением соответствующего понятия для пространств [6].

Пусть  $\tilde{f}_\beta: \tilde{X}_\beta \rightarrow Y$  — максимальное бикомпактное расширение отображения  $f: X \rightarrow Y$  [4]. Обозначим через  $f^*$  нарост  $(\tilde{f}_\beta) \tilde{X}_\beta \setminus X: \tilde{X}_\beta \setminus X \rightarrow Y$  отображения  $f$ . Пусть  $P$  — некоторый класс отображений. Класс  $P^*$  называется двойственным классу  $P$ , если  $f \in P$  тогда и только тогда, когда  $f^* \in P^*$ . Класс отображений  $P$  называется совершенным, если всегда, когда дана коммутативная диаграмма (1), где  $f$  и  $f_1$  совершенные отображения «на»,  $\varphi \in P$  тогда и только тогда, когда  $\psi \in P$ . С помощью приведенных выше понятий доказывается, что имеет место аналог предложения 2 из [6] для класса отображений.

**Теорема 4.** Пусть  $f: X \rightarrow Y$  является пересечением цепи локально совершенных отображений и  $f$  имеет такое бикомпактное расширение  $\tilde{f}: \tilde{X} \rightarrow Y$ , что  $\tilde{X} \setminus X$  сепарабельно. Тогда  $f$  полное в смысле Чеха отображение.

**Следствие 1.** Пусть отображение  $f: X \rightarrow Y$  не имеет точек локальной совершенности ( $\equiv f$  совершенно расположено в смысле Г. С. Чо-гошвили в любом продолжении [8], когда  $W(f) \geq \chi_0$  [7]) и является пересечением цепи локально совершенных отображений; если  $\pi\omega(X) \leq \kappa_0$ , то  $f$  полное в смысле Чеха отображение.

**Следствие 2.** Пусть дано отображение  $f: X \rightarrow Y$ , где  $X$  и  $Y$  — пространства со счетными базами.  $f$  является пересечением цепи локально совершенных отображений тогда и только тогда, когда  $f$  полное в смысле Чеха отображение.

Пусть дано отображение  $f: X \rightarrow Y$  и продолжение  $\tilde{f}: \tilde{X} \rightarrow \tilde{Y}$ ,  $X \subseteq \tilde{X}$ ,  $Y \subseteq \tilde{Y}$  отображения  $f$ . Скажем, что  $f$  является  $WZ_{\tilde{X}, \tilde{Y}}$  — отображением, если  $[f^{-1}y]_{\tilde{X}} = \tilde{f}^{-1}y$  для любого  $y \in Y$ . Если  $\tilde{X} = \beta X$  и  $\tilde{Y} = \beta Y$ , то  $f$  называется  $WZ$ -отображением [9].

Отображение  $f: X \rightarrow Y$  назовем  $k$ -метаполным, если для каждой точки  $x \in \tilde{X}_\beta \setminus X$  существует такое точечно конечное открытое в  $X$  покрытие  $\omega = \{O_\alpha\}_{\alpha \in A}$  пространства  $X$ , что  $x \notin [O_\alpha]_{\tilde{X}_\beta}$  для любого  $\alpha \in A$ .

Ясно, что любое отображение  $k$ -метаполного [9] пространства является  $k$ -метаполным отображением.

Для отображения  $f: X \rightarrow Y$  через  $P(f)$  обозначим множество всех течек совершенности отображения  $f$ , т. е. множество всех таких точек  $y \in Y$ , что отображение  $f$  замкнуто в точке  $y$  [10, с. 364] и  $f^{-1}y$  бикомпакт. Положим  $NP(f) = Y \setminus P(f)$ .

Пусть дана коммутативная диаграмма (1), в которой, в дальнейшем, всегда будем предполагать, что  $f_1$  совершенное отображение «на». Можно легко показать, что существует коммутативная диаграмма

$$\begin{array}{ccc} \tilde{X}_\beta & \xrightarrow{\tilde{\Phi}_\beta} & X_1 \\ \tilde{f} \downarrow & & \downarrow f_1 \\ \tilde{Y}_\beta & \xrightarrow{\tilde{\Psi}_\beta} & Y_1 \end{array}$$

где  $\tilde{f}: \tilde{X}_\beta \rightarrow \tilde{Y}_\beta$  — совершенное предложение отображения  $f: X \xrightarrow{\text{на}} Y$ .

**Теорема 5.** Пусть  $f: X \rightarrow Y$  — счетно-дискретное [11],  $WZ\tilde{X}_\beta, \tilde{Y}_\beta$  — отображение (в частности,  $f$  — замкнутое отображение),  $\Phi$  —  $k$ -метаполное отображение, а  $\Psi$  —  $k$ -совершенное отображение. Если  $\tilde{X}_\beta \cong X = \bigcup_{\alpha \in A} F_\alpha$ ,

где  $\{F_\alpha\}_{\alpha \in A}$  — цепь  $f$ -совершенных, счетно компактных множеств, то  $Y = P(f) \bigcup_{\alpha \in A} Y_\alpha$ , где  $\{Y_\alpha\}_{\alpha \in A}$  — цепь замкнутых и дискретных в  $Y$  множеств.

**Следствие 3.** Пусть дана коммутативная диаграмма (1) где  $f$  — счетно дискретное  $WZ$ -отображение,  $\Phi$  —  $k$ -метаполное, локально совершенное отображение (полное в смысле Чеха отображение; отображение, являющееся пересечением цепи локально совершенных отображений  $\{f_\alpha\}_{\alpha \in A}$ ),  $\Psi$  —  $k$ -совершенное отображение и  $NP(\Phi)$  счетно-компактно (соответственно,  $NP(\Phi)$  —  $\sigma$ -счетно-компактно,  $NP(\Phi)$  — счетно-компактно). Тогда  $Y = P(f) \bigcup NP(f)$  и  $NP(f)$  дискретное в  $Y$  множество (соответственно,  $Y = P(f) \bigcup_{i=1}^{\infty} Y_i$ , где каждое  $Y_i$  дискретное в  $Y$  множество;  $Y = P(f) \bigcup_{\alpha \in A} Y_\alpha$ , где  $\{Y_\alpha\}_{\alpha \in A}$  — цепь дискретных в  $Y$  множеств).

**Следствие 4.** Пусть  $f: X \rightarrow Y$  — счетно-дискретное  $WZ$ -отображение локально бикompактного (полного в смысле Чеха; пространство, являющееся пересечением цепи локально бикompактных пространств  $\{X_\alpha\}_{\alpha \in A}$ ,  $k$ -метаполного пространства  $X$  на  $k$ -пространство  $Y$ . Тогда  $Y = P(f) \bigcup NP(f)$ , где  $NP(f)$  — дискретное в  $Y$  множество (соответственно,  $Y = P(f) \bigcup_{i=1}^{\infty} Y_i$ , где каждое  $Y_i$  дискретное в  $Y$  множество;  $Y = P(f) \bigcup_{\alpha \in A} Y_\alpha$ , где  $\{Y_\alpha\}_{\alpha \in A}$  — цепь дискретных в  $Y$  множеств).

**Следствие 5.** Образ локально бикompактного,  $k$ -метаполного пространства при счетно-дискретном  $WZ$ -отображении  $f: X \rightarrow Y$  представим в виде объединения двух своих локально бикompактных подпространств, из которых одно открыто, а другое дискретно в  $Y$ .

Первая часть следствия 4 и следствие 5 являются усилениями соответственно [12, VI, 94] и [12, VI, 95].

**Следствие 6.** Пусть  $bX$  и  $bY$  — бикompактные расширения пространств  $X$  и  $Y$ , причем  $bX$  совершенно [13], а  $\text{ind}(bY \setminus Y) \leq 0$ . Всякое счетно дискретное,  $WZ$ -отображение  $k$ -метаполного, полного в смысле

Чеха пространства  $X$  на полное в смысле Чеха пространство  $Y$  продолжается до отображения  $\tilde{f}: bX \rightarrow bY$ .

Тбилисский государственный университет

(Поступило 25.6.1987)

მათემატიკა

რ. ორმოცაძე

ასახვათა ზოგიერთი კლასის შესახებ

რეზიუმე

შემოტანილია ასახვათა ზოგიერთი ახალი კლასი ( $k$ - და  $k'$ - სრულყოფილი ასახვები და სხვ.). შესწავლილია საკითხი თუ დიაგრამა (I)-ში  $\varphi$ ,  $\psi$  და  $f_1$  ასახვები რა პირობებს უნდა აკმაყოფილებდნენ, რომ  $f$  თვლადად დისკრეტული,  $WZ$ -ასახვის (კერძოდ, ჩაკეტილი ასახვის) არასრულყოფილობის წერტილთა სიმრავლე  $NP(f)$  იყოს დისკრეტული,  $\sigma$ -დისკრეტული ან დისკრეტულ სიმრავლეთა ჯაჭვის გაერთიანება.

MATHEMATICS

R. N. ORMOTSADZE

ON SOME CLASSES OF MAPPINGS

Summary

Some classes of new mappings ( $k$ - and  $k'$ -perfect, etc.) are introduced. The question is studied under what conditions on the mappings  $\varphi$ ,  $\psi$  and  $f_1$  in the diagram (I) the set  $NP(f)$  of nonperfect points of a countably discrete,  $WZ$ -mapping  $f$  (in particular, closed mapping) is discrete,  $\sigma$ -discrete or the union of a chain of discrete sets.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. Н. Ормоцадзе. Сообщения АН ГССР, 125, № 2, 1987, 241—244.
2. А. В. Архангельский. Труды Московск. матем. о-ва, 13, 1965, 3—55.
3. А. И. Башкиров. ДАН СССР, 207, 1972, 1025—1028.
4. Н. Кролевец. ДАН СССР, 175, 1967, 1008—1011.
5. В. И. Пономарев, Л. В. Шапиро. УМН, 31, № 5, 1976, 121—136.
6. М. А. Лебедев. Вестн. МГУ, сер. матем., мех., № 2, 1984, 50—53.
7. Б. А. Пасынков. Отображения и функторы. М., 1984, 72—102.
8. Р. Н. Ормоцадзе. Сообщения АН ГССР, 130, № 2, 1988, 257—260.
9. Н. В. Величко. Сиб. матем. ж., 13, № 3, 1972, 541—557.
10. R. Engelking. General Topology, Warszawa, 1977.
11. Т. Тани, Math. Jap., 20, № 3 1975, 237—252.
12. А. В. Архангельский, В. И. Пономарев. Основы общей топологии в задачах и упражнениях. М., 1974.
13. Е. Г. Скляренко. Изв. АН СССР, сер. матем., 26, 1962, 427—452.



З. М. НАЦВЛИШВИЛИ

ГРАНИЧНЫЕ СВОЙСТВА РЕШЕНИЙ ОДНОГО  
 ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ С ЧАСТНЫМИ  
 ПРОИЗВОДНЫМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. Т. Кигурадзе 23.7.1987)

В данной работе мы будем рассматривать поведение решений дифференциального уравнения вида

$$y\Delta W(x, y) + \alpha \frac{\partial W(x, y)}{\partial y} = -F(x, y) \quad (1)$$

и соответствующего однородного уравнения

$$y\Delta W(x, y) + \alpha \frac{\partial W(x, y)}{\partial y} = 0, \quad -\infty < x < \infty, y > 0, \quad (2)$$

где

$$\Delta W(x, y) = \frac{\partial^2 W(x, y)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 W(x, y)}{\partial y^2};$$

$\alpha$  — действительное число, а  $F$  удовлетворяет определенным условиям.

Как известно из работ А. Вейнштейна (см. [1—3]), фундаментальное решение уравнения (2) имеет вид

$$Z(x, y, \xi, \eta, \alpha) = \frac{1}{2\pi} \int_0^\pi \left[ (x - \xi)^2 + (y - \eta)^2 + 4y\eta \sin^2 \frac{\Theta}{2} \right]^{-\frac{\alpha}{2}} \sin^{\alpha-1} \Theta d\Theta, \quad (3)$$

где  $-\infty < x, \xi < \infty; y, \eta > 0$ .

Положим  $K = \{\omega = x + iy; |\omega| < R, y > 0\}$ ,  $\bar{K} = K \cup \partial K$ , где  $\partial K$  — граница области  $K$ .

Функция  $f$ , определенная в области  $K$ , удовлетворяет условию Гельдера, если для любых точек  $(x_1, y_1), (x_2, y_2)$  из  $K$  имеем

$$|f(x_1, y_1) - f(x_2, y_2)| \leq C \{|x_1 - x_2|^\delta + |y_1 - y_2|^\delta\}, \quad 0 < \delta \leq 1,$$

где константа  $C > 0$  не зависит от точек.

Скажем, что  $F \in C^r(D)$ , если функция  $F$  и ее частные производные до порядка  $r$  включительно непрерывны на множестве  $D$ . Положим  $C^0(D) = C(D)$  — класс непрерывных функций на  $D$ .

В дальнейшем будем предполагать, что  $F$  удовлетворяет условию Гельдера на  $K$  и приведем следующие задачи:

Задача 1. Найти решение  $W \in C^2(K) \cap C(\bar{K})$  уравнения (1), которое удовлетворяет условию

$$(i) \quad W(x, y) = f(x, y), \quad (x, y) \in \partial K,$$

где  $f \in C(\partial K)$ .





Задача 2. Найти решение  $W \in C^2(K) \cap C(\bar{K} \setminus [-R, R])$  уравнения 1), которое удовлетворяет условиям

$$(ii) \quad W(x, y) = f(x, y), \quad (x, y) \in \partial K \setminus [-R, R],$$

$$(iii) \quad W(x, y) = O(1) \text{ при } y \rightarrow 0, \quad x \in [-R, R],$$

где  $f \in C(\partial K \setminus [-R, R])$ .

В вышеуказанных работах устанавливается, что приведенные задачи имеют решения, причем справедливы следующие утверждения:

**Теорема А.** Пусть  $-\infty < \alpha < 1$ . Тогда для любой функции  $f \in C(\partial K)$  задача 1 имеет единственное решение  $W$ , представленное в следующем виде:

$$\begin{aligned} W(x, y) = & y^{1-\alpha} \iint_K F(\xi, \eta) G(x, y, \xi, \eta, 2-\alpha) d\xi d\eta + \\ & + (1-\alpha) y^{1-\alpha} \int_{-R}^R G(x, y, \xi, 0, 2-\alpha) f(\xi, 0) d\xi - \\ & - y^{1-\alpha} R^2 \int_0^\pi \sin \varphi f(R \cos \varphi, R \sin \varphi) \frac{\partial G(x, y, R \cos \varphi, R \sin \varphi, 2-\alpha)}{\partial R} d\varphi = \\ & = I_1(F, x, y, \alpha) + I_2(f, x, y, \alpha) + I_3(f, x, y, \alpha). \end{aligned} \quad (4)$$

**Теорема В.** При  $\alpha \geq 1$  и для  $f \in C(\partial K \setminus [-R, R])$  задача 2 имеет единственное решение  $W$ , представленное в виде

$$\begin{aligned} W(x, y) = & \iint_K \eta^{\alpha-1} F(\xi, \eta) G(x, y, \xi, \eta, \alpha) d\xi d\eta - \\ & - R^{2+\alpha} \int_0^\pi \sin^\alpha \varphi f(R \cos \varphi, R \sin \varphi) \frac{\partial G(x, y, R \cos \varphi, R \sin \varphi, \alpha)}{\partial R} d\varphi = \\ & = K_1(F, x, y, \alpha) + K_2(f, x, y, \alpha), \end{aligned} \quad (5)$$

где

$$\begin{aligned} G(x, y, \xi, \eta, \alpha) = & Z(x, y, \xi, \eta, \alpha) - R^\alpha (\xi^2 + \eta^2)^{-\frac{\alpha}{2}} \times \\ & \times Z\left(x, y, \frac{R^2 \xi}{\xi^2 + \eta^2}, \frac{R^2 \eta}{\xi^2 + \eta^2}, \alpha\right) \leq C [(x - \xi)^2 + (y - \eta^2)]^{-\frac{\alpha}{2}}, \end{aligned}$$

а константа  $C > 0$  не зависит от точек.

**Теорема 1.** Пусть  $-\infty < \alpha < 1$ ,  $F$  — суммируемая в области  $K$  функция, обращающаяся в нуль в полосе  $0 < y \leq \epsilon$ . Тогда для всех  $\tau \in \partial K$  имеем

$$\lim_{\omega \rightarrow \tau} I_1(F, \omega, \alpha) = 0.$$

**Теорема 2.** Пусть  $\alpha \geq 1$  и  $F$  — суммируемая функция в области  $K$ , при этом  $F(x, y) = 0$ , когда  $(x, y) \in K$  и  $0 < y \leq \epsilon$ . Тогда для  $\tau \in \partial K \setminus [-R, R]$  имеем

$$\lim_{\omega \rightarrow \tau} K_1(F, x, y, \alpha) = \lim_{\omega \rightarrow \tau} K_1(F, \omega, \alpha) = 0, \quad x + iy = \omega \in K.$$

Теорема 3. Пусть  $-\infty < \alpha < 1$ . Тогда для любой суммируемой на  $[-R, R]$  функции  $f$  почти для всех  $x_0 \in [-R, R]$  имеем

$$\lim_{\substack{x \rightarrow x_0 \\ y \rightarrow 0}} I_2(f, x, y, \alpha) = f(x_0),$$

когда  $0 < K \geq \frac{|x - x_0|}{y}$ .

Теорема 4. Пусть  $-\infty < \alpha < 1$  и  $f$  — суммируемая функция на  $\partial K \setminus [-R, R]$ . Тогда почти для всех  $\tau_0 \in \partial K \setminus [-R, R]$  имеем

$$\lim_{\omega \rightarrow \tau_0} -R^2 y^{1-\alpha} \int_0^\pi \hat{f}(\varphi) \frac{\partial G(\omega, R \cos \varphi, R \sin \varphi, 2-\alpha)}{\partial R} \sin \varphi d\varphi = f(\tau_0),$$

когда точка  $\omega \in K$  угловым путем стремится к точке  $\tau_0$ .

Теорема 5. Пусть  $-\infty < \alpha < 1$  и  $f \in C(\partial K)$ . Тогда для  $\tau \in \partial K \setminus [-R, R]$  имеем

$$\lim_{\omega \rightarrow \tau} I_3(f, \omega, \alpha) = f(\tau) \quad (\omega \in K).$$

Теорема 6. Пусть  $f \in C(\partial K \setminus [-R, R])$  и константа  $\alpha \geq 1$ . Тогда для  $\tau \in \partial K \setminus [-R, R]$  имеем

$$\lim_{\omega \rightarrow \tau} K_2(f, x, y, \alpha) = \lim_{\omega \rightarrow \tau} K_2(f, \omega, \alpha) = f(\tau)$$

и для  $\tau \in (-R, R)$

$$\lim_{\omega \rightarrow \tau} K_2(f, \omega, \alpha) = C(\tau) < +\infty.$$

Заметим, что при  $\eta = 0$  имеем

$$\begin{aligned} G(\omega, \xi, 0, \beta) &= V_\beta [(x - \xi)^2 + y^2]^{-\beta/2} - V_\beta \left(\frac{R}{\xi}\right)^\beta \left[\left(x - \frac{R^2}{\xi}\right)^2 + y^2\right]^{-\beta/2} = \\ &= K_\beta(x, y, \xi, \beta) + N_\beta(x, y, \xi, \beta, R). \end{aligned}$$

При  $\beta > 0$  получаем  $\lim_{R \rightarrow \infty} N_\beta(x, y, \xi, \beta, R) = 0$ . С учетом этого изучим интеграл

$$K_\beta(f, x, y) = \gamma_\beta y^{1-\alpha} \int_{-\infty}^{\infty} f(t) K_\beta(x, y, t, \beta) dt,$$

где  $\gamma_\beta$  подобрано так, что

$$\lim_{y \rightarrow 0} \gamma_\beta y^{\beta+1} \int_{-\infty}^{\infty} K_\beta(x, y, t, \beta) dt = 1.$$

Предположим  $\beta = 2 - \alpha$ . Тогда для  $f \in L(-\infty, \infty)$  имеем

$$K_{\alpha}(f, x, y) = \chi_{\alpha} y^{1-\alpha} \int_{-\infty}^{\infty} [x-t]^2 + y^2]^{\frac{\alpha}{2}-1} f(t) dt,$$

где  $-\infty < x < \infty$ ,  $y > 0$ .

Теорема 7. Пусть  $f \in L(-\infty, \infty)$ . Тогда в каждой точке Лебега  $x_0$  для функции  $f$  имеет место равенство

$$\lim_{y \rightarrow 0} K_{\alpha}(f, x_0, y) = f(x_0), \quad 0 < \alpha < 1.$$

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 3.9.1987)

მათემატიკა

ზ. ნაცვლიშვილი

ერთი სახის კერძო წარმოებულ განტოლებების დიფერენციალური  
განტოლების ამონახსნთა სასაზღვრო თვისებები

რეზიუმე

განხილულია მათემატიკური ფიზიკის ერთი სახის დიფერენციალური განტოლების ზოგად ამონახსნთა ყოფაქცევა საზღვრის წერტილების მახლობლობაში. კერძოდ, ნაჩვენებია აღნიშნულ ამონახსნთა კუთხური სასაზღვრო მნიშვნელობის არსებობა საზღვრის თითქმის ყველა წერტილში.

METHEMATICS

Z. M. NATSVLISHVILI

## BOUNDARY PROPERTIES OF SOLUTIONS OF ONE TYPE OF PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATIONS

### Summary

The question of behaviour of the solution of one type of mathematical physics equations near the boundary is considered in the paper. In particular, the existence of angular boundary value of the given solution is shown almost at all boundary points.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. Weinstein. Tran. of the Amer. Math. Soc., 63, № 2, 1948.
2. A. Weinstein. Bull. Acad. Royale de Belgique, vol. 37, 1951.
3. A. Weinstein. Bull. Amer. Math. Soc., 59, № 1, 1953.
4. Г. В. Джаниани. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1974.



Г. Т. ОНИАНИ

### ТОПОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕКОТОРЫХ КЛАССОВ НЕПРЕРЫВНЫХ ФУНКЦИЙ, РЯДЫ ФУРЬЕ КОТОРЫХ СХОДЯТСЯ РАВНОМЕРНО

(Представлено академиком Б. В. Хведелидзе 21.7.1987)

Пусть  $T$  обозначает единичную окружность на комплексной плоскости;  $C$  — пространство непрерывных на  $T$  функций;  $V$  — класс функций, имеющих на  $T$  ограниченное изменение;  $U$  — класс функций из  $C$ , имеющих равномерно сходящиеся ряды Фурье;

$$U_0 = \left\{ f: f \in C, \widehat{f}(n) = o\left(\frac{1}{n}\right) \right\} \text{ и } U^0 = \left\{ f: f \in C, \widehat{f}(n) = o\left(\frac{1}{n}\right) \right\};$$

$\widehat{f}(n)$  — коэффициент Фурье функции  $f$ .

Пусть  $\tau$  — отношение топологической эквивалентности, определенное на  $C$ :  $f_1 \tau f_2$ ,  $f_1, f_2 \in C$ , если существует такой гомеоморфизм  $\omega$  окружности  $T$ , что  $f_1 = f_2 \circ \omega$ . Множество  $Y \subset C$  назовем  $\tau$ -множеством, если

$$(f_1 \tau f_2, f_1 \in Y) \Rightarrow f_2 \in Y.$$

Наибольшее  $\tau$ -множество, содержащееся в заданном множестве  $X \subset C$ , назовем  $\tau$ -ядром множества  $X$ , а наименьшее  $\tau$ -множество, содержащее  $X$  —  $\tau$ -оболочкой множества  $X$ . Их обозначаем, соответственно, через  $\underline{X}(\tau)$  и  $\overline{X}(\tau)$ . Задача отыскания  $\tau$ -ядра и  $\tau$ -оболочки множества  $X$  называется задачей топологической характеристики множества  $X$ . Если задача решена, т. е. найдены множества  $\underline{X}(\tau)$  и  $\overline{X}(\tau)$ , то говорим, что дана топологическая характеристика множества  $X$  (по поводу введенных понятий см. [1, 2]).

Как известно,  $U^0 \subset U_0 \subset U$  (см. [3]). Классическая теорема Бора утверждает, что  $\overline{U}(\tau) = C$  (см. [4]). Найдено и ядро (см. [5]). А. А. Сакян получил следующее усиление теоремы Бора:  $\overline{U^0}(\tau) = C$  [6]. Заметим, что в доказательстве теоремы Бора, которое принадлежит Салем у,



содержится утверждение:  $\overline{U^0}(\tau) = C$  (см. [7, 8] или [3, с. 465]).  
 ливы сформулированные ниже теоремы 1 и 2, которые вместе с этими утверждениями позволяют получить топологическую характеристику множеств  $U_0$  и  $U^0$ :

$$\overline{U_0}(\tau) = C, \underline{U_0}(\tau) = C \cap V \text{ и } \overline{U^0}(\tau) = C, \underline{U^0}(\tau) = \{f : f = \text{const}\}.$$

Теорема 1. Пусть  $f \in C$  и  $\widehat{f \circ \omega}(n) = O\left(\frac{1}{n}\right)$  для каждого гомеоморфизма  $\omega$  окружности  $T$ . Тогда  $f \in C \cap V$ .

Теорема 2. Пусть  $f \in C$  и  $\widehat{f \circ \omega}(n) = o\left(\frac{1}{n}\right)$  для каждого гомеоморфизма  $\omega$  окружности  $T$ . Тогда  $f = \text{const}$ .

Тбилисский государственный университет

(Поступило 3.9.1987)

მათემატიკა

ბ. ონიანი

ტოპოლოგიური დახასიათება იმ უწყვეტ ფუნქციათა ჯგუფებით  
 კლასისა, რომელთა ფურიეს მწკრივები კრებადია თანაბრად

რეზიუმე

ვთქვათ,  $T$  არის ერთეულოვანი წრეწირი, ხოლო  $\widehat{\varphi}$  —  $\varphi$ -ფუნქციის ფურაეს  
 გარდაქმნა. ჩამოყალიბებულია შემდეგი თეორემები:

თეორემა 1. თუ  $f$  უწყვეტია  $T$ -ზე და  $T$ -ს ყოველი  $\omega$  ჰომეომორფიზმი-  
 სთვის  $\widehat{f \circ \omega}(n) = O\left(\frac{1}{n}\right)$ , მაშინ  $f$ -ს აქვს სასრული ვარიაცია  $T$ -ზე.

თეორემა 2. თუ  $f$  უწყვეტია  $T$ -ზე და  $T$ -ს ყოველი  $\omega$  ჰომეომორფიზმი-  
 სთვის  $\widehat{f \circ \omega}(n) = o\left(\frac{1}{n}\right)$ , მაშინ  $f$  არის მუდმივი.

MATHEMATICS

G. T. ONIANI

THE TOPOLOGICAL CHARACTERIZATION OF SOME CLASSES  
 OF CONTINUOUS FUNCTIONS WHOSE FOURIER SERIES  
 CONVERGE UNIFORMLY

Summary

Let  $T$  be the unit circle on a complex plane and  $\widehat{\varphi}$  be the Fourier transform of the function  $\varphi$ . The following theorems are valid:



Theorem 1. Let  $f$  be a continuous function on  $T$  and  $f \circ \omega(n) = O(1/n)$  for each homeomorphism  $\omega$  of the circle  $T$ . Then  $f$  has a bounded variation on  $T$ .

Theorem 2. Let  $f$  be a continuous function on  $T$  and  $f \circ \omega(n) = o(1/n)$  for each homeomorphism  $\omega$  of the circle  $T$ . Then  $f = \text{const}$ .

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. О. Д. Церетели. Семинар Ин-та прикладной математики ТГУ. Аннотации докл., 3. Тбилиси, 1972, 33—36.
2. О. Д. Церетели. Матем. заметки, 22, 5, 1977, 771—783.
3. А. Зигмунд. Тригонометрические ряды, т. I. М., 1965, 135.
4. Н. Боhr. Acta Univ. Szeged, 7, 1935, 129-135.
5. A. Baernstein, D. Waterman. Indiana University Mathem. Journal, 22, 6, 1972, 569-576.
6. А. А. Саакян. ДАН СССР, 248, № 2, 1979, 302—306.
7. R. Salem. Bull. Amer. Math. Soc., 50, 1944, 549-580.
8. А. М. Олевский. УМН, 40, вып. 3 (243), 1985, 157—193.



Г. К. ДЖАПАРИДЗЕ

## АРИФМЕТИЧЕСКАЯ ПОЛНОТА ЛОГИКИ ДОКАЗУЕМОСТИ С КВАНТОРНЫМИ МОДАЛЬНОСТЯМИ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 9.3.1988)

*x-Формулами* называем формулы предикатного модального языка (получающегося добавлением  $\Box$  к языку узкого исчисления предикатов), в которых встречаются только одноместные атомы и одна фиксированная переменная  $x$ . Поскольку переменная одна, ее можно не выписывать. Тем самым мы фактически имеем дело с пропозиционным бимодальным (с модальностями  $\Box$  и  $\exists$ ) языком. Считаем, что операторы  $\rightarrow$ ,  $\&$ ,  $\diamond$ ,  $\forall$  выражены через  $\neg$ ,  $\vee$ ,  $\Box$ ,  $\exists$  обычным образом. \* означает функцию, сопоставляющую каждой атомарной  $x$ -формуле  $P(x)$  арифметическую формулу  $P^*(x)$  с единственной свободной переменной  $x$ ; \* коммутрует с булевыми связками и кванторами;  $(\Box A)^* = \text{Bew}([A^*])$ , где  $\text{Bew}(\cdot)$  — стандартная формула доказуемости в арифметике  $PA$ ;  $[A^*]$  — стандартный терм для примитивно-рекурсивной функции  $\lambda x'A^*!$ .

Логика  $GLq$  получается замыканием относительно классической пропозициональной логики и правил  $A/\Box A$  и  $A/\forall A$  множества  $x$ -формул, задающихся схемами:

$$\Box(A \rightarrow B) \rightarrow (\Box A \rightarrow \Box B); \quad \Box(\Box A \rightarrow A) \rightarrow \Box A; \quad \forall(A \rightarrow B) \rightarrow (\forall A \rightarrow \forall B); \\ \forall A \rightarrow A; \quad \exists A \rightarrow \forall \exists A; \quad \Box \forall A \rightarrow \forall \Box A.$$

Логика  $Sq$  получается замыканием относительно правил модус поненс и  $A/\forall A$  множества теорем  $GLq$  и  $x$ -формул вида  $\Box A \rightarrow A$ .

**Теорема 1.** Пусть  $A$  — замкнутая  $x$ -формула. Тогда: а)  $GLq \vdash A \iff$  для любой \*  $PA \vdash A^*$ ; б)  $Sq \vdash A \iff$  для любой \*  $A^*$  истинна.

Корректность этих логик, т. е.  $PA$  — доказуемость (соотв. истинность) всех арифметических переводов теорем  $GLq$  (соотв.  $Sq$ ), проверяется индукцией по длине их вывода. Ниже мы даем схему доказательства арифметической полноты.

*x-Формулы*, в которых все свободные вхождения  $x$  (если они имеются) заменены некоторым (одним) параметром, называем *ax-формулами*.

Пусть  $A_1, \dots, A_n$  —  $ax$ -формулы и  $a_1, \dots, a_m$  — параметры, где  $n, m \geq 1$ . Построение порожденного этими объектами дерева начинаем с помещения формул  $A_1, \dots, A_n$  на исходную ветвь. После этого к каждой ветви  $\omega$ , возникающей в конструкции, если это возможно, применяем какое-нибудь одно (любое) из следующих пяти правил, получая при этом новую ветвь  $\omega'$  (или две ветви  $\omega'$  и  $\omega''$ ):

$$\neg \neg: \text{если } \neg \neg A \in \omega \text{ и } A \notin \omega, \text{ то } \omega' = \omega \cup \{A\}.$$

$$\vee: \text{если } A \vee B \in \omega, A \notin \omega \text{ и } B \notin \omega, \text{ то } \omega' = \omega \cup \{A\} \text{ и } \omega'' = \omega \cup \{B\}.$$

$$\neg: \text{если } \neg(A \vee B) \in \omega \text{ и } \neg A \notin \omega \text{ или } \neg B \notin \omega, \text{ то } \omega' = \omega \cup \{\neg A, \neg B\}.$$



Ниже через  $D_w$  обозначаем множество параметров, встречающихся в формулах ветви  $w$  или в списке  $a_1, \dots, a_m$ .

Э: если  $\exists x A(x) \in w$  и  $A(a) \notin w$  для всех  $a \in D_w$ , то  $w' = w \cup \{A(a)\}$  для некоторого нового параметра  $a \notin D_w$ .

$\neg$  Э: если  $\neg \exists x A(x) \in w$ ,  $a \in D_w$  и  $\neg A(a) \notin w$ , то  $w' = w \cup \{\neg A(a)\}$ .

Ветвь называем *полной*, если к ней не применимо ни одно из этих правил. Множество всех полных ветвей, возникающих в описанной конструкции, называем деревом, порожденным формулами  $A_1, \dots, A_n$  и параметрами  $a_1, \dots, a_m$ . Можно убедиться, что построение этого дерева всегда завершится через конечное число шагов и, тем самым, для любой ветви  $w \in D_w$  будет конечно.

Пусть  $w = \{B_1, \dots, B_k, A_1^1(a_1), \dots, A_{i_1}^1(a_1), \dots, A_1^h(a_h), \dots, A_{i_h}^h(a_h)\}$ , где  $B_j$  ( $1 \leq j \leq k$ ) — замкнутая  $x$ -формула, а  $A_{i_j}^t(a_i)$  ( $1 \leq t \leq h$ ,  $1 \leq j \leq i_j$ ) —  $ax$ -формула, содержащая параметр  $a_i$ . Через  $U(w)$  будем обозначать  $x$ -формулу

$$B_1 \& \dots \& B_k \& \exists x (A_1^1(x) \& \dots \& A_{i_1}^1(x)) \& \dots \& \exists x (A_1^h(x) \& \dots \& A_{i_h}^h(x)).$$

Если  $t$  — дерево и  $\{w_1, \dots, w_k\}$  — множество всех его (полных) ветвей, то через  $U(t)$  обозначаем формулу  $U(w_1) \vee \dots \vee U(w_k)$ .

Лемма 2. Пусть  $t$  — дерево, порожденное  $ax$ -формулами  $A_1, \dots, A_n$  и параметрами  $a_1, \dots, a_m$ . Тогда  $GLq \vdash U(\{A_1, \dots, A_n\}) \rightarrow U(t)$ .

Везде ниже слово «ветвь» употребляем в смысле полной ветви.

Конструкцию *диаграммы*, порожденной замкнутой  $x$ -формулой  $A$ , начинаем с построения («исходного») дерева, порожденного формулой  $A$  и параметром  $a$ . Далее действуем согласно предписанию  $\neg \square$ -правила:

$\neg \square$ : пусть  $\neg \square B_1, \dots, \neg \square B_k, \square C_1, \dots, \square C_l$  — все формулы вида  $\neg \square B$  и  $\square C$ , принадлежащие ветви  $w$ . Тогда, если  $w$  не является явно закрытой (определение см. ниже) и  $k \geq 1$ , для каждого  $1 \leq i \leq k$  строим дерево, порожденное формулами  $\neg \square B_i, C_1, \dots, C_l, \square C_1, \dots, \square C_l$  и параметрами из  $D_w$ .

Если дерево  $t$  получено из ветви  $w$  по  $\neg \square$ -правилу, то скажем, что  $w$  является *непосредственным предком* дерева  $t$ , а также каждой ее ветви. Скажем, что ветвь  $w$  является *предком* дерева  $t$  (ветви  $v$ ), если  $w$  есть непосредственный предок  $t(v)$ , или непосредственный предок непосредственного предка  $t(v)$ , или... Ветвь  $w$  называем *явно закрытой*, если она содержит формулу вместе с отрицанием или существует такой ее предок  $v$ , что множества конъюнктов формул  $U(v)$  и  $U(w)$  совпадают. Диаграмму считаем построенной, если  $\neg \square$ -правило было применено ко всем ветвям (всех деревьев), допускающим его применение. Можно показать, что построение всегда завершится через конечное число шагов.

Лемма 3. Если ветвь  $w$  является непосредственным предком дерева  $t$ , то  $GLq \vdash U(w) \rightarrow \diamond U(t)$ .

Ветвь называем *закрытой*, если она явно закрыта или является непосредственным предком некоторого закрытого дерева; дерево закрыто, если все его ветви закрыты. Диаграмма закрыта, если закрыто ее исходное дерево.

Лемма 4. Если диаграмма, порожденная замкнутой  $x$ -формулой  $\neg A$ , закрыта, то  $GLq \vdash A$ .





Схема доказательства. Упростим закрытую диаграмму, порожденную формулой  $\neg A$ , следующим образом: для каждой ветви  $w$  исходного дерева выберем одно закрытое дерево из множества всех деревьев, непосредственным предком которых является  $w$  (если такие существуют), и вычеркнем все остальные деревья этого множества, а также деревья, предками которых являлись ветви вычеркнутых деревьев; ту же операцию сделаем и для единственного оставшегося дерева, непосредственным предком которого является  $w$ , и т. д. Все деревья полученной таким образом диаграммы  $D$  окажутся закрытыми, а леммы 2, 3 останутся в силе. Пусть  $w_1, \dots, w_k$  — все явно закрытые ветви (всех деревьев) диаграммы  $D$ . Пусть  $U = U'(w_1) \vee \dots \vee U(w_k)$ . Используя лемму 3, легко показать, что если ветвь  $w$  является предком (каких-нибудь деревьев в  $D$ ), то  $GLq \vdash U(w) \rightarrow \diamond U$ . Если же  $w$  не является предком, то  $w \in \{w_1, \dots, w_k\}$  и возможны два случая: 1)  $w$  содержит формулу вместе с ее отрицанием; тогда ясно, что  $GLq \vdash U(w) \rightarrow \diamond U$ ; 2) существует предок  $v$  ветви  $w$  такой, что  $U(v)$  и  $U(w)$  состоят из одинаковых конъюнктов; но, поскольку  $v$  является предком,  $GLq \vdash U(v) \rightarrow \diamond U$ . Из всего следует  $GLq \vdash U \rightarrow \diamond U$ , что влечет  $GLq \vdash \neg \diamond U$ . Отсюда из леммы 2 и того факта, что для каждой ветви  $w$  диаграммы  $D$   $GLq \vdash U(w) \rightarrow \diamond U$ , следует  $GLq \vdash \neg U(\{\neg A\})$ , т. е.  $GLq \vdash A$ .

Моделью здесь называем  $\langle W, <, \{D_w\}_{w \in W}, \# \rangle$ , где  $W$  — непустое конечное множество возможных миров,  $<$  — транзитивное иррефлексивное отношение достижимости,  $\{D_w\}_{w \in W}$  — семейство непустых конечных индивидуальных областей, сопоставленных мирам, таких, что  $w < v$  влечет  $D_w \subseteq D_v$ ,  $\#$  есть отношение вынуждения в мирах  $w \in W$   $ax$ -формул с параметрами из  $D_w$ , удовлетворяющее стандартным требованиям (см. [1]).

Лемма 5. Если диаграмма, порожденная замкнутой  $x$ -формулой  $\neg A$  не закрыта, то существует контрмодель для  $A$ .

Схема доказательства. Упростим незакрытую диаграмму, порожденную формулой  $\neg A$ , следующим образом: в исходном дереве выберем одну незакрытую ветвь и вычеркнем все остальные ветви вместе с деревьями, предками которых они являются; для всех деревьев, непосредственным предком которых является оставшаяся ветвь, сделаем ту же операцию и т. д. Ветви полученной таким образом диаграммы будем считать элементами  $W$ ; пусть  $w < v$ , если  $w$  есть предок  $v$ ; пусть  $w \# P(a)$  ( $P$  — атом), если  $P(a) \in w$ , и не  $w \# P(a)$  в противном случае.  $\langle W, <, \{D_w\}_{w \in W}, \# \rangle$  есть контрмодель для  $A$ .

Через  $H(A)$  обозначим  $\forall x ((\Box B_1 \rightarrow B_1) \& \dots \& (\Box B_k \rightarrow B_k))$ , где  $\Box B_1, \dots, \Box B_k$  — все подформы вида  $\Box B$   $x$ -формулы  $A$ .

Лемма 6 (доказательство дано в [1]). Пусть  $A$  — замкнутая  $x$ -формула. Тогда если существует контрмодель для  $A$  (соотв. для  $H(A) \rightarrow A$ ), то существует такая  $*$ , что не  $PA \vdash A^*$  (соотв.  $A^*$  ложна).

Теорема 1 следует из лемм 4, 5, 6; для доказательства пункта б) используется тот факт что не  $Sq \vdash A$  влечет не  $GLq \vdash H(A) \rightarrow A$ .

Из всего изложенного следует разрешимость  $GLq$  и  $Sq$ .

Идея исследования фрагмента предикатной логики доказуемости, получаемого ограничением одной переменной, была предложена Л. Л. Эсакиа; им же введена система  $GLq$ , замечена ее корректность и поставлен вопрос об арифметической полноте (см. [2]).

ბ. ჯაფარიძე

კვანტორულ-მოდალობიანი დამტკიცებადობის ლოგიკის  
 არითმეტიკული სისრულე

რეზიუმე

მოცემულია ამოხსნის პროცედურა ორმოდალობიანი  $(\forall, \square)$  პროპოზიციული სისტემებისთვის  $GLq$  და  $Sq$ . ნაჩვენებია, რომ როდესაც  $A$  და  $\square$  შესაბამისად ინტერპრეტირდება როგორც  $\forall x$  და  $PA$ -დამტკიცებადობის პრედიკატი,  $GLq$  ( $Sq$ ) იძლევა ზუსტად  $PA$ -დამტკიცებად (კეშმარტი) არითმეტიკულ ფორმულათა სქემებს.

MATHEMATICS

G. K. JAPARIDZE

ARITHMETICAL COMPLETENESS OF PROVABILITY LOGIC WITH  
 QUANTIFIER MODALITIES

Summary

The deciding procedure for bimodal  $(\square, \forall)$  propositional systems  $GLq$  (the system proposed by L. Esakia) and  $Sq$  is given. It is shown that if propositional variables are interpreted by  $PA$ -formulae containing the only free variable  $x$ ,  $\forall$  by  $\forall x$  and  $\square$  by standard provability predicate of  $PA$ , then  $GLq(Sq)$  gives exactly schemata of  $PA$ -provable (true) formulae. Axiom schemata and rules of inference of  $GLq(Sq)$  are: tautologies,  $\square(A \rightarrow B) \rightarrow \square(\square A \rightarrow \square B)$ ,  $\square(\square A \rightarrow A) \rightarrow \square A$ ,  $\forall(A \rightarrow B) \rightarrow (\forall A \rightarrow \forall B)$ ,  $\forall A \rightarrow A$ ,  $\neg \forall A \rightarrow \forall \neg \forall A$ ,  $\square \forall A \rightarrow \forall \square A$ ;  $MP$ ,  $A \vdash \square A$ ,  $A \vdash \forall A$  (theorems of  $GLq$ ,  $\square A \rightarrow A$ ;  $MP$ ,  $A \vdash \forall A$ ).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. Н. Артемов, Г. К. Джапаридзе. ДАН СССР, т. 297, № 3, 1987.
2. Л. Л. Эсакиа. Сб. «Интенциональные логики и логическая структура теорий». Тбилиси, 1988.

Г. Ш. БАЗГАДЗЕ, Р. Д. ГИОРГАДЗЕ, М. Г. КАЛАБЕГАШВИЛИ

К РАСЧЕТУ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ СБОРНЫХ ПЛАСТИНОК  
 КРИВОЛИНЕЙНОГО ОЧЕРТАНИЯ

(Представлено академиком Б. В. Хведелидзе 17.11.1987)

Рассмотрим тонкую пластинку, ограниченную двумя дугами концентрических окружностей и двумя радиусами, которая подвергается действию распределенной нагрузки интенсивности  $q$ . Пластинка составлена из  $m$  элементов, шарнирно сопряженных между собой вдоль дуг окружностей, что позволяет рассматривать ее как некоторую возможную теоретическую модель сборной конструкции (рис. 1).

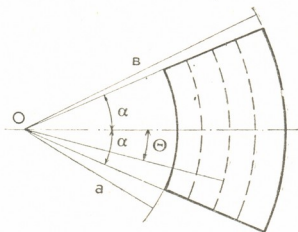


Рис. 1

Дифференциальное уравнение упругого равновесия пластинки в цилиндрической системе координат  $(r, \theta)$  имеет вид [1, 2]

$$\left( \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} \right) \left( \frac{\partial^2 \omega}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \omega}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \omega}{\partial \theta^2} \right) = \frac{q}{D}, \quad (1)$$

где  $\omega$  — прогиб пластинки;  $D = Eh^3/12(1-\nu^2)$  — цилиндрическая жесткость при изгибе;  $E$  — модуль упругости;  $\nu$  — коэффициент Пуассона, а  $h$  — толщина пластинки.

Когда прямолинейные края пластинки оперты шарнирно, решение уравнения (1) ищется в виде

$$\omega = \sum_n f_n(r) \sin \frac{n\pi(\alpha + \theta)}{2\alpha},$$

где  $2\alpha$  — центральный угол.

При этом аналогичным образом разлагается в ряд и действующая на конструкцию нагрузка:

$$q = \sum_n q_n \sin \frac{n\pi(\alpha + \theta)}{2\alpha}.$$



В результате, вводя новые переменные  $t=r/a$  и  $u(t)=f_n(t)\sqrt{t}$ , уравнению (1) можно придать вид

$$U_n^{(4)} + A_1(t) U_n^{(3)} + A_2(t) U_n'' + A_3(t) U_n' = F_2(t), \quad (2)$$

где

$$A_1(t) = \frac{1,5 - a_1}{t^2}, \quad A_2(t) = \frac{2a_1 - 3}{t^3},$$

$$A_3(t) = \frac{16a_0 - 20a_1 + 45}{16t^4}, \quad F_2(t) = \frac{a^4 q_n \sqrt{t}}{tD},$$

$$a_0 = \left[ -4 + \left( \frac{n\pi}{2\alpha} \right)^2 \right] \left( \frac{n\pi}{2\alpha} \right)^2, \quad a_1 = 1 + 2 \left( \frac{n\pi}{2\alpha} \right)^2$$

Существование промежуточных шарниров обуславливает скачкообразный характер изменения углов поворота цилиндрических сечений ( $t=t_j$ ,  $j=1, 2, \dots, m-1$ ) пластинки. Соответствующие неизвестные значения скачков функций  $du_n/dt$  обозначим через  $\delta_{1jn}$ . Из условия непрерывности радиального изгибающего момента  $M_r$  и поперечной силы  $Q_r$  следует прерывность  $d^2 U_n/dt^2$  и  $d^3 U_n/dt^3$ . Соответствующие скачки выражаются через  $\sigma_{1jn}$ :

$$\delta_{2jn} = \frac{(1-\nu)\delta_{1jn}}{t_j}, \quad \delta_{3jn} = \left[ 0,25 - 0,5\nu + \left( \frac{n\pi}{2\alpha} \right)^2 \right] \frac{\delta_{1jn}}{t_j^2}$$

Для построения разрывного решения уравнения (2) используется обобщенная Ш. Е. Микеладзе формула Маклорена [3], которая применительно к данной задаче имеет вид

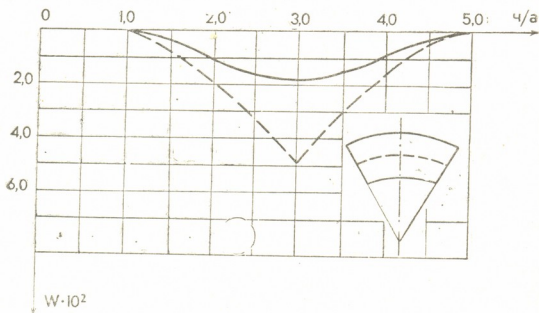


Рис 2

$$U_n(t) = \sum_{k=0}^3 U_n^{(k)}(1) \frac{(t-1)^k}{k!} + \sum_{j=1}^{m-1} \left\{ t-t_j + \frac{1-\nu}{2t_j} (t-t_j)^2 + \right.$$

$$\left. + \left[ 0,25 - 0,5\nu + \left( \frac{n\pi}{2\alpha} \right)^2 \right] \frac{(t-t_j)^3}{6t_j^2} \right\} + \frac{1}{\sigma} \int_1^t (t-\xi)^3 U_n^{(4)}(\xi) d\xi. \quad (3)$$

Затем, следуя [3], с помощью (2) и (3) задачу сводим к решению интегрального уравнения типа Вольтерра второго рода относительно  $U_n^{(4)}(t)$ . Это решение ищем в виде следующей суммы:

$$U_n^{(4)}(t) = \sum_{k=0}^3 \Phi_{k,n}(t) U_n^{(k)}(1) + \sum_{j=1}^{m-1} \Phi_{3+j,n}(t) \delta_{1jn} + \Phi_{m+3}(t),$$

где функции  $\Phi(t)$ , в свою очередь, определяются путем численного решения интегральных уравнений, с помощью рекуррентных формул, аналогичных [4].

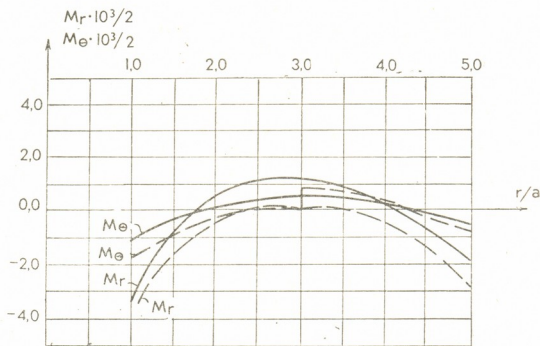


Рис. 3

Для определения начальных параметров  $U_n^{(k)}(1)$  ( $k=0, 1, 2, 3$ ) и скачков  $\delta_{1jn}$ , мы располагаем граничными условиями на криволинейных краях пластинки и условием обращения в нуль радиального изгибающего момента вдоль шарнирных соединений.

В качестве примера рассмотрена пластинка с жестко защемленными криволинейными краями, когда

$$\alpha = 60^\circ, t_1 = 3, h = 2,5 \text{ см}, a = 10 \text{ см}, b = 50 \text{ см}, E = 2,1 \cdot 10^6 \text{ кг}^2/\text{см}^2,$$

$$q = 10 \text{ кг}/\text{см}^2, \nu = 0,3, n = 1, m = 2.$$

Результаты вычислений представлены на рис. 2, 3, где сплошная линия соответствует случаю отсутствия шарниров, а прерывистая — наличия шарниров.

Анализ полученных результатов показывает, что наличие промежуточного шарнира существенно влияет на прогибы и изгибающие моменты (в особенности радиальные). Что касается поперечных сил, то влияние здесь незначительно.

ბ. ბაზღაძე, რ. ბიორგაძე, მ. ყალაბეგაშვილი

მრუდფირფული მოხაზულობის ასაწყობი მართკუთხა ფილების  
 ბანგბარიშებისათვის

რეზიუმე

შესწავლილია კონცენტრული წრეწირის რკალებითა და ორი რადიუსით შემოსაზღვრული ფილის გაანგარიშების საკითხი. კონსტრუქცია წარმოდგენილია ერთმანეთთან წრეწირის რკალთა გასწვრივ სახსრულად შენაწევრებული ელემენტებისაგან. ამოცანის შესაბამისი დიფერენციალური განტოლების წყვეტილი ამონახსნების ასაგებად გამოყენებულია შ. მიქელაძის მეთოდი.

განხილულია კონკრეტული მაგალითი და შედეგები წარმოდგენილია გრაფიკების სახით.

MECHANICS

G. Sh. BAZGADZE, R. D. GIORGADZE, M. G. KALABEGASHVILI

TO THE ANALYSIS OF PRE-FABRICATED RECTANGULAR  
 PLATES OF CURVILINEAR SHAPE

Summary

A study of the pre-fabricated plate scribed with concentric arcs and two circumradii is carried out. The structure is composed of separate elements hinge-joined along the concentric arcs. In order to obtain a discontinuous solution the method of Sh. E. Mikeladze is used. Results for the special case are represented graphically.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. Г. Галеркин. Собрание сочинений, т. II, М., 1953.
2. С. П. Тимошенко, С. Войновский-Кригер. Пластинки и оболочки, М., 1963.
3. Ш. Е. Микеладзе. Некоторые задачи строительной механики. М.—Л., 1948.
4. М. Ш. Микеладзе. Упругость и пластичность элементов конструкций и машин. Тбилиси, 1976.



ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

Н. П. БУЛИЯ

КОЛЕБАНИЕ ПОЛОГОЙ ОБОЛОЧКИ ДВОЙКОЙ КРИВИЗНЫ  
 С ОТВЕРСТИЕМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 14.5.1987)

Исследуем колебания прямоугольных в плане, пологих оболочек положительной гауссовой кривизны с постоянными кривизнами  $k_1 = \frac{1}{R_1}$  и  $k_2 = \frac{1}{R_2}$ , с круговым отверстием.

Как известно [1], расчет пологих оболочек сводится к интегрированию следующих дифференциальных уравнений:

$$\frac{1}{Eh} \nabla^2 \nabla^2 \varphi - \nabla_k^2 W = 0, \quad \nabla_k^2 \varphi + D \nabla^2 \nabla_w^2 + \frac{\gamma h}{g} \frac{\partial^2 W}{\partial t^2} - p^* = 0, \quad (1)$$

где  $\nabla^2$  и  $\nabla_k^2$  — дифференциальные операторы;  $W$  — прогиб оболочки;  $\varphi$  — функция напряжений;  $E$  — модуль Юнга;  $h$  — толщина оболочки. В качестве возмущающей причины рассматривается произвольная нагрузка, меняющаяся во времени по гармоническому закону с круговой частотой:

$$P^*(t, x, y) = \sin k^* t \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} C_{mn}^{(p^*)} \sin \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi y}{b}. \quad (2)$$

Имеется двусвязная область  $D$  срединной поверхности оболочки, ограниченная наружным контуром  $\Gamma$  и контуром отверстия  $L$ . Область, заключенная внутри  $D$  (отверстия), обозначена  $S$ . Отверстие заполняется оболочечным элементом. На контуре отверстия  $L$  прикладываются компенсирующие нагрузки [2—4], поперечная  $Q_k^*$ , сдвигающая  $S_k^*$ , нормальная к контуру  $N_k^*$  и изгибающие моменты  $M_k^*$ , которые представляются в следующем виде:

$$\begin{aligned} Q_k^* &= \sum_{k=1}^{\infty} Q_k^{(1)} \sin k\theta + \sum_{k=0}^{\infty} Q_k^{(2)} \cos k\theta; \\ M_k^* &= \sum_{k=1}^{\infty} M_k^{(1)} \sin k\theta + \sum_{k=0}^{\infty} M_k^{(2)} \cos k\theta; \\ N_k^* &= \sum_{k=1}^{\infty} N_k^{(1)} \sin k\theta + \sum_{k=0}^{\infty} N_k^{(2)} \cos k\theta; \\ S_k^* &= \sum_{k=1}^{\infty} S_k^{(1)} \sin k\theta + \sum_{k=0}^{\infty} S_k^{(2)} \cos k\theta. \end{aligned} \quad (3)$$



В прямоугольной координатной системе формулы (3) преобразуются с учетом того, что  $\theta = \arctg \frac{y}{x}$ .

Граничные условия на контуре  $|z|=r$  оболочки с отверстием имеют вид [2—4]

$$\begin{aligned} \frac{\partial^3 W}{\partial r^3} + \frac{2-\nu}{r^2} \frac{\partial^3 W}{\partial r \partial \theta^2} + \frac{1}{r} \left[ \frac{\partial^2 W}{\partial r^2} - \frac{3-\nu}{r^2} \frac{\partial^2 W}{\partial \theta^2} - \frac{1}{r} \frac{\partial W}{\partial r} \right] &= 0; \\ \frac{\partial^2 W}{\partial r^2} + \frac{\nu}{r} \left[ \frac{\partial W}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial^2 W}{\partial \theta^2} \right] &= 0; \quad \frac{\partial \varphi}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \theta^2} = 0; \\ \frac{1}{r} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial r \partial \theta} - \frac{D(1-\nu)}{R_1} \left[ \frac{1}{r} \frac{\partial^2 W}{\partial r \partial \theta} - \frac{1}{r^2} \frac{\partial W}{\partial \theta} \right] &= 0. \end{aligned} \quad (4)$$

Обозначим через  $W_{P^*}$  прогиб, вызванный нагрузкой  $P^*$ . Прогибы, вызванные силами  $\Theta_k^*$ ,  $N_k^*$ ,  $S_k^*$ , и моментом  $M_k^*$ , обозначим соответственно через  $W_{Q_k^*}$ ,  $W_{N_k^*}$ ,  $W_{S_k^*}$ ,  $W_{M_k^*}$ , общий интеграл уравнения (1)—через  $W_0$ . Прогиб оболочки для рассмотренной двусвязной области будет иметь вид

$$W = W_0 + W_{P^*} + W_{Q_k^*} + W_{M_k^*} + W_{S_k^*} + W_{N_k^*}. \quad (5)$$

Рассмотрим частный случай опирания оболочки на торцовых диафрагмах, абсолютно жестких в своей плоскости и гибких из своей же плоскости.

Радиальное опирание подразумевает задание на контуре оболочки следующих граничных условий:

$$\begin{aligned} V = W = M_1 \text{ при } x=0, x=a; \\ u = W = M_2 \text{ при } y=0, y=b. \end{aligned} \quad (6)$$

Решение (1) будем искать в рядах

$$\begin{aligned} \varphi_j &= \sin k^* t \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} A_{mn}^{(j)} \sin \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi y}{b}; \\ W_j &= \sin k^* t \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} B_{mn}^{(j)} \sin \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi y}{b}; \\ (j &= P^*, Q_k^*, M_k^*, S_k^*, N_k^*). \end{aligned} \quad (7)$$

Подставив (2) и (7) в уравнения (1), во втором уравнении (1) коэффициент  $A_{mn}$  заменим его значением, определенным из первого уравнения. Далее, на основании сравнения коэффициентов разложения получим

$$\left[ Eh \frac{(\lambda_n^2 k_2 + \mu_m^2 k_1)}{(x_n^2 + \mu_m^2)} + D(\lambda_n^4 + \mu_m^2)^2 - \frac{\gamma h}{g} k^{*2} \right] B_{mn}^{(P^*)} = C_{mn}^{(P^*)},$$

где

$$\lambda_n = \frac{n\pi}{a}; \quad \mu_m = \frac{m\pi}{b} \quad (m, n=1, 2, \dots, \infty).$$

Получим амплитуду вынужденных колебаний для силы  $P^*$ :

$$W_{P^*} = \frac{g}{\gamma h} \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{C_{mn}^{(P^*)}}{\omega_{mn}^2 - k^{*2}} \sin \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi y}{b}, \quad (8)$$



где

$$B_{mn}^{(p^*)} = \frac{g}{\gamma h} \frac{C_{mn}^{(p^*)}}{(\omega_{mn}^2 - k^{*2})}; \quad C_{mn}^{(p^*)} = \frac{4P^*}{ab} \sin \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi y}{b}.$$

Амплитуды вынужденных колебаний для компенсирующих нагрузок имеют вид [2—4]

$$W_{Q_k^*} = \frac{4}{ab\gamma h} \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^8 \frac{\left[ \sum_{k=1}^{\infty} Q_k^{(1)} \sin k\theta \delta(x - C_k^*) \delta(y - d_k^*) + \sum_{k=0}^{\infty} Q_k^{(2)} \cos k\theta \delta(x - C_k^*) \delta(y - d_k^*) \right]}{\omega_{mn}^{(2)} - k^{*2}} \times \\ \times \sin \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi y}{b};$$

$$W_{N_k^*} = \frac{4}{ab\gamma h} \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\left[ \sum_{k=1}^{\infty} N_k^{(1)} \sin k\theta \delta(x - c_k^*) \delta(y - d_k^*) + \sum_{k=0}^{\infty} N_k^{(2)} \cos k\theta \delta(x - c_k^*) \delta(y - d_k^*) \right]}{\omega_{mn}^2 - h^{*2}} \times \\ \times \sin \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi y}{b};$$

$$W_{S_b^*} = \frac{4}{ba\gamma h} \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\left[ \sum_{k=1}^{\infty} S_k^{(1)} \sin k\theta \delta(x - c_k^*) \delta(y - d_k^*) + \sum_{k=0}^{\infty} S_k^{(2)} \cos k\theta \delta(x - c_k^*) \delta(y - d_k^*) \right]}{\omega_{mn}^2 - h^{*2}} \times \\ \times \sin \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi y}{b};$$

$$W_{M_{kx}^*} = \frac{4}{ab\gamma h} \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\left\{ \sum_{k=1}^{\infty} M_k^{(1)} \sin k\theta \frac{d[\delta(x - c_k^*)]}{dx} \delta(y - d_k^*) + \sum_{k=0}^{\infty} M_k^{(2)} \cos k\theta \frac{d[\delta(x - c_k^*)]}{dx} \delta(y - d_k^*) \right\} \cos \alpha}{\omega_{mn}^2 - k^2} \times \\ \times \sin \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi y}{b};$$

$$W_{M_{ky}^*} = \frac{4}{abyh} \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\left\{ \sum_{k=1}^{\infty} M_k^{(1)} \sin k\theta \delta(x-c_k^*) \frac{d[\delta(y-d_k^*)]}{dy} + \sum_{k=0}^{\infty} M_k^{(2)} \sin k\theta \delta(x-c_k^*) \frac{d[\delta(y-d_k^*)]}{dy} \right\} \sin \alpha \times}{\omega_{mn}^2 - k^{*2}} \times \sin \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi y}{b}.$$

Здесь

$$W_{M^*} = W_{M_{kx}^*} + W_{M_{ky}^*};$$

$$\omega_{mn}^2 = \frac{g}{\gamma h} \left[ D(\lambda_n^2 + \mu_m^2)^2 + \frac{Eh(\lambda_n^2 k_2 + \mu_m^2 k_1)}{(\lambda_n^2 + \mu_m^2)^2} \right].$$

Общий интеграл  $W_0$  вычисляется приближенным способом [2—5].

НИПИ «Трансавтоматика»

(Поступило 17.9.1987)

დრეკადობის თეორია

ბ. ბულია

ორმაგი სივრცის მქონე ხვრეტიანი დახრილი გარსის რხევა

რეზიუმე

სტატიაში განხილულია წრიული ხვრეტის მქონე დახრილი გარსის რხევის ამოცანა.

THEORY OF ELASTICITY

N. P. BULIA

ON ONE PROBLEM OF BENDING OF SLOPING SHELLS WITH AN ORIFICE

Summary

The paper considers the bending of sloping shells with a fixed circular orifice.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. О. Д. Ониашвили. Избранные труды. Тбилиси, 1978.
2. Н. П. Булия. ДАН СССР, 239, № 3, 1978.
3. Н. П. Булия. ДАН СССР, 242, № 4, 1978.
4. Н. П. Булия, Т. С. Хутидзе. Изв. вузов, Строительство и архитектура, № 5, 1987.
5. И. Н. Векуа. Новые методы решения эллиптических уравнений. Л.—М., 1948.



Д. И. БАШАЛЕИШВИЛИ

ОБ ИДЕНТИФИКАЦИИ НЕОДНОРОДНОЙ УМЕНЬШАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 19.10.1987)

Задача идентификации неоднородной уменьшающей системы заключается в решении функционального уравнения

$$\varphi(x) = \int_x^{\infty} W(x-y, y) f(y) dy, \quad x > 0 \quad (1)$$

относительно  $W(x-y, y)$ , где  $f(x)$  и  $\varphi(x)$  суть заданные плотности распределения на входе и выходе системы соответственно. В [1] приведено множество решений уравнения (1) в виде

$$W(x-y, y) = \frac{\varphi(x) \psi(x, y)}{f(y) \int_x^{\infty} \psi(x, z) dz}, \quad (2)$$

где  $\psi(x, y)$  — произвольная интегрируемая или непрерывная по совокупности переменных  $x$  и  $y$  функция. Для выделения из этого множества решений характеристики системы  $W(x-y, y)$  требуется решение некоторого функционального уравнения относительно  $\psi(x, y)$  [1]. Из-за отсутствия общего метода решения указанного уравнения задача идентификации становится трудно разрешимой, и поэтому установление методов решения задачи хотя бы для некоторых классов плотностей распределения  $f(x)$  и  $\varphi(x)$  имеет важное значение. Ниже приводится процедура идентификации, справедливая для некоторого класса плотностей распределения.

Утверждение 1. Для того чтобы решение функционального уравнения (1) имело вид

$$W(x-y, y) = \frac{nx^{n-1}}{y^n}, \quad (3)$$

необходимо и достаточно выполнение условия

$$\frac{f(y)}{y^n} = -\frac{1}{n} \frac{d}{dy} \left[ \frac{\varphi(y)}{y^{n-1}} \right], \quad (4)$$

где  $n$  — натуральное число.

Доказательство. Необходимость. Пусть решение уравнения (1) имеет вид (3). Тогда в силу выражения (2) имеем

$$\frac{nx^{n-1}}{y^n} = \frac{\varphi(x) \psi(x, y)}{f(y) \int_x^{\infty} \psi(x, z) dz}. \quad (5)$$



Так как левая часть этого равенства является произведением функции от  $x$  на функцию от  $y$ , то и правая часть должна быть таким же произведением. Последнее возможно только тогда, когда  $\psi(x, y) = \psi_1(x)\psi_2(y)$ . Следовательно, выражение (5) принимает вид

$$y^{-n} f(y) = \psi_2(y) \varphi(x) \left( n x^{n-1} \int_x^{\infty} \psi_2(z) dz \right)^{-1}.$$

Отсюда следуют выражения

$$\psi_2(y) = c^{-1} y^{-n} f(y), \quad (6)$$

$$\frac{\varphi(x)}{n x^{n-1}} = c \int_x^{\infty} \psi_2(z) dz,$$

где  $c = \text{const}$ .

Из последнего выражения имеем

$$\psi_2(x) = -\frac{1}{cn} \frac{d}{dx} \left[ \frac{\varphi(x)}{x^{n-1}} \right]. \quad (7)$$

Сравнивая выражения (6) и (7), получаем выражение (4). Достаточность. Пусть имеет место условие (4). Тогда справедливо

$$\int_x^{\infty} \frac{f(y)}{y^n} dy = -\frac{1}{n} \int_x^{\infty} \frac{d}{dy} \left[ \frac{\varphi(y)}{y^{n-1}} \right].$$

Отсюда следует

$$\varphi(x) = \int_x^{\infty} \frac{n x^{n-1}}{y^n} f(y) dy.$$

Сравнивая это выражение с выражением (1), получаем выражение (3).

При заданных функциях  $f(x)$  и  $\varphi(x)$  условие (4) более удобно для нахождения функции  $W(x-y, y)$ , чем исходное уравнение (1). Действительно, если заданные плотности распределения принадлежат классу функ-

ций  $\frac{x^n}{n! \beta^{n+1}} e^{-\frac{x}{\beta}}$ ,  $n = 0, 1, \dots$ ,  $\beta > 0$  (показательное и гамма-распределе-

ние), и, как это видно из условия (4), если значение параметра  $n$  функции  $\varphi(x)$  меньше значения параметра  $n$  функции  $f(x)$  на единицу, то определение функции  $W(x-y, y)$  не представляет труда (см. ниже примеры 1 и 2). А если разность  $k$  между указанными значениями  $n$  больше единицы, то для определения характеристики  $W(x-y, y)$  изучаемой системы можно эту систему представить как последовательное соединение подсистем, число которых равно  $k$  (характеристика  $W_i(x-y, y)$  каждой подсистемы определяется с помощью условия (4)).

Как известно (см. § 6 главы 2 в [1]) характеристика системы, состоящей из последовательно соединенных подсистем, имеет вид

$$W_{1,k}(x-y, y) = \int_x^y W_k(x-z, z) W_{1,k-1}(z-y, y) dz, \quad k = 2, 3, \dots, \quad (8)$$



где  $W_1, W_2, \dots, W_n$  суть характеристики подсистем, расположенных в последовательном соединении в указанном порядке,  $W_{i,1} = W_1$ .

Поэтапное применение выражений (4) и (8) позволяет решить задачу идентификации уменьшающей системы, если заданные функции  $f(x)$  и  $\Phi(x)$  принадлежат указанному выше классу (см. пример 3).

Пример 1. Пусть  $f(x) = \frac{x^2}{2} e^{-x}$  и  $\Phi(x) = xe^{-x}$ . При  $n = 1$  условие (4) не выполняется. При  $n = n_0 = 2$  оно выполняется. Следовательно,  $W(x-y, y) = \frac{2x}{y^2}$ .

Пример 2. Пусть  $f(x) = \frac{x^4}{24} e^{-x}$  и  $\Phi(x) = \frac{x^3}{6} e^{-x}$ . При значениях  $n = 1, 2, 3$  условие (4) не выполняется. При  $n = n_0 = 4$  оно выполняется. Следовательно,  $W(x-y, y) = \frac{4x^3}{y^4}$ .

З а м е ч а н и е. При определении значения  $n = n_0$  не обязательна проверка условия (4) для всех значений  $n$  до  $n_0$ . Для этого достаточно лишь проверка равенства абсолютных значений числовых множителей в левой и правой частях условия (4) при различных значениях  $n$  до обнаружения равенства при  $n = n_0$  и проверка условия (4) при этом значении  $n_0$ .

В примере 2 в силу замечания отпадает проверка условия (4) при  $n = 1, 2, 3$ , так как в левой части числовым множителем является  $\frac{1}{24}$ , а в правой  $\frac{1}{6n}$ . Отсюда заключаем  $n = 4$ .

Пример 3. Пусть  $f(x) = \frac{x^n}{n! \beta^{n+1}} e^{-\frac{x}{\beta}}$  и  $\Phi(x) = \frac{1}{\beta} e^{-\frac{x}{\beta}}$ . С по-

мощью условия (4) находим  $W_1(x-y, y) = \frac{nx^{n-1}}{y^n}$ ,  $W_2(x-y, y) = \frac{(n-1)x^{n-2}}{y^n}$ , ...,  $W_{n-1}(x-y, y) = \frac{2x}{y^2}$ ,  $W_n(x-y, y) = \frac{1}{y}$ . Выражение (8) позволяет вычислить

$$W(x-y, y) = W_{i,n}(x-y, y) = n \frac{(y-x)^{n-1}}{y^n}.$$

Легко проверить, что характеристика всей системы является плотностью распределения.

Утверждение 1 и выражение (8) позволяют решить задачу идентификации в компактной форме для класса плотностей гамма-распределения.

Утверждение 2. Если функции  $f(x)$  и  $\Phi(x)$  принадлежат классу гамма-распределения с параметром  $\beta = \text{const} > 0$ , т. е.

$$f(x) = \frac{x^n}{n! \beta^{n+1}} e^{-\frac{x}{\beta}} \text{ и } \Phi(x) = \frac{x^{n-k}}{(n-k)! \beta^{n-k+1}} e^{-\frac{x}{\beta}},$$

где  $n$  и  $k$  — заранее заданные натуральные числа, то решение задачи идентификации неоднородной уменьшающей системы при  $1 \leq k \leq n-1$  имеет вид

$$W(x-y, y) = kC_n^k \frac{x^{n-k}}{y^n} (y-x)^{k-1},$$

где  $C_n^k$  — число сочетаний из  $n$  по  $k$ .

Наконец, приведем пример, показывающий, что область применения приведенного утверждения 1 не ограничивается классом плотностей показательного и гамма-распределения.

Пример 4. Пусть  $f(x) = b^n n x^{2n-1} e^{-bx^n}$  и  $\varphi(x) = b n x^{n-1} e^{-bx^n}$  (плотность распределения Розина—Рамллера). Условие (4) выполняется. Следовательно,  $W(x-y, y) = \frac{nx^{n-1}}{y^n}$ .

Тбилисский государственный университет

(Поступило 22.10.1987)

კიბერნეტიკა

დ. ბაშალეიშვილი

არაერთგვაროვანი შემამცირებელი სისტემის იდენტიფიკაციის  
შესახებ

რეზიუმე

შემოთავაზებულია არაერთგვაროვანი შემამცირებელი სისტემის იდენტიფიკაციის ამოცანის ამოხსნის პროცედურა იმ შემთხვევაში, როცა განაწილების სიმკვრივეები სისტემის შესავალსა და გამოსავალზე მიეკუთვნება მაჩვენებლიანი და გამა-განაწილებების კლასს. დამტკიცებულია შესაბამისი თეორემა და მოყვანილია კონკრეტული მაგალითები იდენტიფიკაციის ამოცანის ამოხსნებისა.

CYBERNETICS

D. I. BASHALEISHVILI

ON IDENTIFICATION OF A HETEROGENEOUS REDUCING SYSTEM

Summary

A procedure for solving the problem of identifying the heterogeneous reduced system in the case when the input and output densities of distribution are elements of a definite class of functions is set forth in the paper. The required theorem is proved, and the concrete examples of solving the identification problem are given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. И. Башалейшвили. Математическое обеспечение АСУ и САПР некоторых ТП (часть I). Тбилиси, 1984.

Н. Б. КРУПЕННИКОВА, В. Ю. ТОМЧИНСКИЙ

## К ВОПРОСУ ОБ ЭФФЕКТИВНОМ $\Lambda\alpha$ -ВЗАИМОДЕЙСТВИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Копалейшвили 4.6.1987)

Гиперядро  ${}^5_{\Lambda}\text{He}$  занимает особое место в гиперядерной физике: экспериментально оно хорошо изучено, с точки зрения теории  ${}^5_{\Lambda}\text{He}$ —достаточно простая для исследования система—ядро  ${}^4\text{He}$  и  $\Lambda$ -частица. Тем не менее, теоретическое описание этого гиперядра нельзя считать законченным. С использованием различного типа потенциалов  $\Lambda\alpha$ -взаимодействий можно добиться совпадения с экспериментом для энергии связи, но теории, полностью объясняющей все характеристики распада  ${}^5_{\Lambda}\text{He}$ , не существует. Для получения достоверного теоретического значения времени жизни гиперядра  ${}^5_{\Lambda}\text{He}$  необходимо исследовать взаимодействие  $\Lambda$ -частицы с  $\alpha$ -частицей. Знание соответствующего потенциала требуется и при описании более сложных гиперядер, содержащих  $\alpha$ -частицы, а также двойных гиперядер  ${}^6_{\Lambda\Lambda}\text{He}$ ,  ${}^{10}_{\Lambda\Lambda}\text{Be}$ .

В настоящей работе с разными  $\Lambda\alpha$ -потенциалами рассчитаны энергии связи гиперядра  ${}^5_{\Lambda}\text{He}$ , двойного гиперядра  ${}^6_{\Lambda\Lambda}\text{He}$  и фазы  $\Lambda\alpha$ -рассеяния. Использовались фолдинг-потенциалы и потенциал с отталкиванием, учитывающий корреляции нуклонов внутри ядра-остова и  $\Lambda$ -частицы с нуклонами [1] (потенциал КАТ).

Фолдинг-процедура получения  $\Lambda\alpha$ -потенциала заключается в усреднении суммы потенциалов взаимодействия  $\Lambda$ -частицы с нуклонами по волновой функции основного состояния  $\alpha$ -частицы. Фолдинг-потенциал, содержащий один член гауссовского типа (SG), полученный на основе притягивающего  $\Lambda N$ -потенциала Д а л и т ц а—Д а у н с а [2] и оболочечной волновой функции  ${}^4\text{He}$ , дает хорошие результаты для энергии связи  ${}^5_{\Lambda}\text{He}$  и  ${}^6_{\Lambda\Lambda}\text{He}$  [3], но время жизни  ${}^5_{\Lambda}\text{He}$  с использованием этого потенциала получается завышенным [4]. По-видимому, потенциал SG дает слишком компактную систему (для  ${}^5_{\Lambda}\text{He}$  среднееквадратичное расстояние  $r_{\Lambda\alpha}$  получается равным 2,7 Фм, для  ${}^6_{\Lambda\Lambda}\text{He}$  среднееквадратичный радиус 1,6 Фм).

Причин для неудачи с SG потенциалом может быть несколько: 1) неточность волновой функции  $\alpha$ -частицы; 2) чисто притягивающий характер потенциала; 3) принципиальная невозможность введения  $\Lambda\alpha$ -потенциала, т. е. необходимость учета перерасеяния  $\Lambda$ -частицы на разных нуклонах.

Для выяснения влияния волновой функции  $\alpha$ -частицы на фолдинг-потенциал нами были построены фолдинг-потенциалы с использованием волновой функции основного состояния  $\alpha$ -частицы, полученной решением уравнения Шредингера с разложением по гиперсферическим гармоникам. Расчет был проведен с функциями  $K_0$ -приближения, соответствующими нуклон-нуклонным потенциалам GPT (Гог-



ни—Пайерса-де Туррейля) и  $SSC_c$  ( потенциал с супермягким ко-  
ром [5]). Кривые для фолдинг-потенциалов с  $GPT$  и  $SSC_c$  практи-  
чески совпали. Соответствующее значение энергии связи  ${}^5_\Lambda He$  полу-  
чается равным 2,4 Мэв. На рис. 1 кривая 1 — фолдинг-потенциал, по-

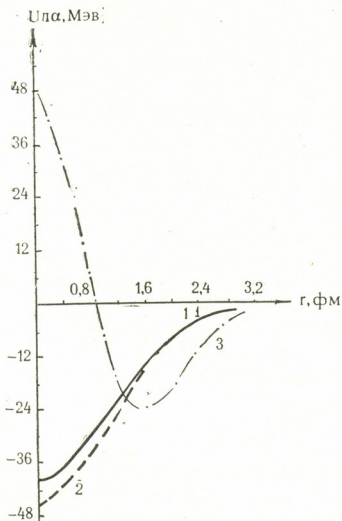


Рис. 1. Кривая 1 — фолдинг-потенциал полученный с использованием гиперсферических функций  $\alpha$ -частицы, кривая 2 — SG-потенциал, кривая 3 — потенциал КАТ

лученный с использованием гиперсферических функций, а кривая 2—SG-потенциал. Из рисунка видно, что между кривыми 1 и 2 нет резкого различия. Поскольку  $K_0$ -приближение дает недосвязанную систему, различие между рассматриваемыми потенциалами можно объяснить ограничением одной гармоникой. Таким образом, фолдинг-потенциал слабо зависит от волновой функции  $\alpha$ -частицы. По-видимому, после усреднения особенности волновой функции перестают чувствоваться.

Мезонно-полевые теории приводят к выводу о необходимости введения в  $\Lambda N$ -потенциал отталкивающей сердцевины. Соответствующий  $\Lambda N$ -потенциал должен содержать отталкивание на малых расстояниях. В работе [1] был построен  $\Lambda\alpha$ -потенциал при учете взаимодействий между всеми частицами  $\Lambda\alpha$ -системы с использованием  $\Lambda N$ -потенциала, имеющего отталкивающий кор [6]. Этот  $\Lambda N$ -потенциал дает экспериментальные значения сечений  $\Lambda p$ -рассеяния и энергий связи трех- и четырехчастичных гиперядер. Потенциал КАТ имеет вид

$$V_{\Lambda\alpha} = V_R \exp[-(r/b_R)^2] - V_A \exp[-(r/b_A)^2], \quad (1)$$

где

$$V_R = 450,4 \text{ Мэв}, \quad V_A = 404,9 \text{ Мэв}, \quad b_A = 1,41 \text{ Фм}, \quad b_R = 1,25 \text{ Фм}.$$

Потенциал (1) параметризован для получения экспериментального значения энергии связи  ${}^5_\Lambda He$  (3,1 Мэв). Отталкивание в потенциале (1)



приводит к увеличению среднеквадратичного расстояния  $r_{\Lambda\alpha}$  в гиперядре  ${}^{\Lambda}_5\text{He}$ . Найдя волновую функцию  ${}^{\Lambda}_5\text{He}$  решением уравнения Шредингера, мы получили для  $r_{\Lambda\alpha}$  значение 3,1 Фм. Вид потенциала КАТ (кривая 3) приведен на рис. 1. Этот потенциал дает уменьшение времени жизни  ${}^{\Lambda}_5\text{He}$  по сравнению со значением, полученным с SG-потенциалом (по оценкам работы [4]:  $\tau = (3,7-4,2) \cdot 10^{-10}$  с для SG и  $\tau = (2,7-3,2) \cdot 10^{-10}$  с для КАТ). Как отмечают сами авторы, их расчеты носят приближенный характер и

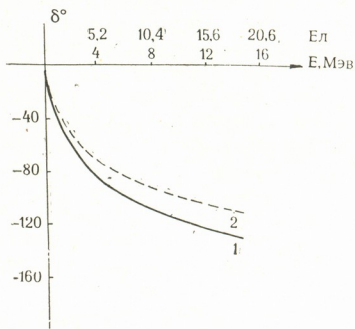


Рис. 2. Кривая 1 — зависимость  $\delta_0$  от энергии для потенциала КАТ, кривая 2 — для потенциала SG

вывод относительно преимущества потенциала (1) нуждается в дальнейшей проверке. Мы проверили потенциал (1) в расчетах энергии связи двойного гиперядра  ${}^{\Lambda\Lambda}_6\text{He}$  и фаз  $\Lambda\alpha$ -рассеяния. Энергия связи двойного гиперядра  ${}^{\Lambda\Lambda}_6\text{He}$  была вычислена с применением метода гиперсферического базиса. В приближении одной гармоники было получено значения  $\epsilon = -7,62$  Мэв. Этот результат близок к результатам работы [7], полученным с другими  $\Lambda\alpha$ -потенциалами в том же приближении. Значит, рассматриваемый потенциал согласуется с данными по  ${}^{\Lambda\Lambda}_6\text{He}$  (дальнейшее уточнение результата смысла не имеет, так как используемый  $\Lambda\Lambda$ -потенциал подбирался из условия описания энергии связи  ${}^{\Lambda\Lambda}_6\text{He}$ ).

С помощью потенциала КАТ и SG мы провели расчет фаз  $\Lambda\alpha$ -рассеяния. Было решено уравнение для T-матрицы рассеяния (рассматривается S-волна):

$$\langle p|T|p' \rangle = \langle p|V|p' \rangle + \frac{2\mu}{h^2} \cdot 4\pi \int \frac{\langle p|V|q \rangle \langle q|T|p' \rangle q^2 dq}{p^2 - q^2 + i\epsilon}, \quad (2)$$

где

$$\mu = \frac{m_\tau \cdot m_\Lambda}{m_\alpha + m_\Lambda}, \quad \vec{p} = \frac{1}{m_\Lambda + m_\alpha} [m_\alpha \cdot \vec{p}_\Lambda - m_\Lambda \vec{p}_\alpha],$$

$$\langle p|V|q \rangle = \frac{1}{(2\pi)^2} \int j_0(pr) V(r) j_0(p'r) r^2 dr.$$

Амплитуда вычисляется по формуле

$$F(p, p') = -\frac{4\pi^2 \mu}{h^2} \langle p|T|p' \rangle p^2 h^2 = p'^2 h^2 = 2\mu E \quad (3)$$

Связь между  $F(p)$  и фазами S-рассеяния  $\delta_0$  задается простой формулой

$$F(p) = \frac{1}{p} e^{i\delta_0} \sin \delta_0(p). \quad (4)$$

На рис. 2 представлена зависимость  $\delta_0$  от энергии ( $E$ —энергия в системе центра масс,  $E_{\text{л}}$ —в лабораторной системе). Кривая 1 соответствует расчету с КАТ, кривая 2—с SG потенциалом. Сравнение кривых показывает, что учет отталкивания в потенциале сдвигает точку прохождения фазы через  $\pi/2$  в область более низких энергий.  $\delta_0 = \pi/2$  при  $E_{\text{л}} \approx 9$  МэВ для SG и  $\delta_0 = \pi/2$  при  $E_{\text{л}} \approx 6$  МэВ для КАТ.

Этот вывод согласуется с результатами работы [8], где фазы  $\Lambda\alpha$ -рассеяния были найдены с учетом перерассеяния  $\Lambda$ -частицы на нуклонах без введения  $\Lambda\alpha$ -потенциала. Увеличение отталкивающего члена, связанного с  $\omega$ -мезонным обменом в  $\Lambda N$ -потенциале, также уменьшает энергию, при которой  $\delta_0 = \pi/2$ . Кривая  $\delta_0(E)$  из работы [7] почти полностью повторяет кривую на рис. 2 ( $\delta_0 = \pi/2$  при  $E_{\text{л}} = (6-7)$  МэВ). Авторы [8] пришли к выводу о невозможности описания  $\Lambda\alpha$ -системы с помощью потенциала  $\Lambda\alpha$ -взаимодействия. Но проведенные в настоящей работе расчеты показывают, что потенциал (1) хорошо описывает  $\Lambda\alpha$ -взаимодействие. Этот потенциал получен на основе  $\Lambda N$ -потенциала [6], согласующегося с мезонной теорией, и процедура восстановления  $\Lambda\alpha$ -взаимодействия [1] видимо, позволяет охватить основные особенности взаимодействий  $\Lambda$ -частицы с нуклонами ядра-остова.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт физики

(Поступило 18.6.1987)

ფიზიკა

ბ. კოპუნიძის, ვ. ტომჩინსკი  
 ეფექტიური  $\Lambda\alpha$ -შრტირთქმედიის შესახებ  
 რეზიუმე

${}^5_{\Lambda}\text{He}$ -ჰიპერბირთვის,  ${}^6_{\Lambda\Lambda}\text{He}$ -ორმაგი ჰიპერბირთვის სტრუქტურისა და  $\Lambda\alpha$ -გაფანტვის გამოსაკვლევად გამოიყენება სხვადასხვა სახის  $\Lambda\alpha$ -პოტენციალები. მცირე მანძილებზე განზიდვის შემცველი  $\Lambda\alpha$ -ურთიერთქმედების პოტენციალი, რომელიც აღწერს  ${}^5_{\Lambda}\text{He}$ -ის ბმის ენერგიას, იძლევა საკმარისად კარგ შედეგს როგორც  ${}^6_{\Lambda\Lambda}\text{He}$ -ის ბმის ენერგიისათვის, ისე  $\Lambda\alpha$ -გაფანტვის ფაზებისათვის.

PHYSICS

N. B. KRUPENNIKOVA, V. Yu. TOMCHINSKY  
 ON  $\Lambda\alpha$ -EFFECTIVE INTERACTION

Summary

Different  $\Lambda\alpha$ -potentials are used for the investigation of the structure of  ${}^5_{\Lambda}\text{He}$ -hypernucleus,  ${}^6_{\Lambda\Lambda}\text{He}$ -double-hypernucleus, and  $\Lambda\alpha$ -scattering process. Potential of  $\Lambda\alpha$ -interaction with repulsion at short distances, fitted to the binding energy of  ${}^5_{\Lambda}\text{He}$ , gives sufficiently good results both for  ${}^6_{\Lambda\Lambda}\text{He}$  binding energy and for  $\Lambda\alpha$ -scattering phases.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Y. Kurihara *et al.* Progr. Theor. Phys. 71, № 3, 1984, 561.
2. P. H. Dalitz, B. W. Downs. Phys. Rev. 111, № 3, 1958, 957.
3. H. Bando *et al.* Progr. Theor. Phys. 67, № 2, 1982, 508.
4. Y. Kurihara *et al.* Phys Rev. C31, № 3, 1985, 971.
5. Б. А. Фомин. Автореферат канд. дисс. М., 1981.
6. R. H. Dalitz *et al.* Nucl. Phys. B47, № 1, 1972, 109.
7. Р. И. Джибути, Ш. М. Циклаური. ЯФ, 39, № 5, 1984, 1115.
8. В. Б. Беляев, М. И. Мусаханов, А. Н. Рахимов. ЯФ, 38, № 2, 1983, 330.



Г. Д. БАГРАТИШВИЛИ, Ю. Н. БЕРОЗАШВИЛИ, Р. Б. ДЖАНЕЛИДЗЕ  
М. Б. ДЖАНЕЛИДЗЕ, Д. Э. КУРЦИКИДЗЕ

## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АНИЗОТИПНОГО ГЕТЕРОПЕРЕХОДА АМОРФНЫЙ ГЕРМАНИЙ — МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ ГЕРМАНИЙ

(Представлено академиком И. Г. Гвердцители 25.5.1987)

Фотоприемники на основе гетеропереходов имеют преимущество перед детекторами с *p-n*-переходом с точки зрения возможности расширения чувствительности в коротковолновой области спектра. Однако эпитаксиальная технология формирования гетероперехода с минимумом плотности состояний на границе смежных фаз не всегда приводит к положительным результатам из-за трудности согласования параметров кристаллической решетки и термомеханических свойств подложки и пленки.

Простым решением вопроса согласования свойств граничных тел, отличающихся шириной закрепленной зоны и типом проводимости, по-видимому, является контакт одного и того же материала (легированного примесями *p*- и *n*-типа) в двух модификациях — аморфной и кристаллической. Разница в ширине запрещенной зоны в таком гетеропереходе для структуры аморфный германий — кристаллический германий (*a-Ge-k-Ge*) составляет 0,6—0,7 эВ, что гарантирует достаточно высокий спектральный отклик в коротковолновом диапазоне спектра. Учитывая нечувствительность аморфных слоев к кристаллической структуре граничной фазы, путем подбора соответствующих полупроводниковых пар можно создать гетеропереходы — фотодетекторы в весьма широкой области спектра.

Создание анизотипного гетероперехода *a-Ge-k-Ge* сдерживается отсутствием пленок аморфного германия с минимумом плотности электронных состояний в запрещенной зоне, способных к легированию в широких пределах концентраций. Так, максимальное изменение электропроводности при легировании пассивированного атомами водорода аморфного германия (*a-Ge(H)*) составляет всего 1—2 порядка [1]. В [2] нами показано, что пассивированный атомами азота и/или кислорода аморфный германий (*a-Ge(N,O)*) можно легировать акцепторной примесью до концентрации  $10^{18}$ — $10^{19}$  см<sup>-3</sup> с изменением электропроводности в пределах 5 порядков величины. Этот результат позволили изготовить анизотипный гетеропереход *a-(p)-Ge-k-(n)-Ge* и исследовать его электрические и фотоэлектрические характеристики. Легированный атомами цинка аморфный германий (*a-(p)-Ge(N,O):Zn*) получила путем азотирования германия с примесью цинка парами гидразина и одновременной сублимации продукта реакции на подложку [3]. Механизм указанного процесса исследован в [4]. *a-(p)-Ge(N,O):Zn* с концентрацией акцепторов  $10^{17}$  см<sup>-3</sup> имеет



ширину запрещенной зоны 1,35 эВ и характеризуется удельной проводимостью  $2 \cdot 10^{-2} \text{ ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$ ; холловская подвижность носителей составляет  $0,5 \pm 0,1 \text{ см}^2 \text{ В}^{-1} \text{ с}^{-1}$ . В качестве подложки для гетеропереходов служил монокристаллический  $n$ -Ge с концентрацией носителей  $5 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$ . Освещение фотодетектора производилось вольфрамовой лампой накаливания СИРШ 85—200 со стороны аморфного германия.

Кривая спектрального распределения фото-э. д. с. изготовленного гетероперехода представлена на рис. 1. Гетеропереход чувствителен

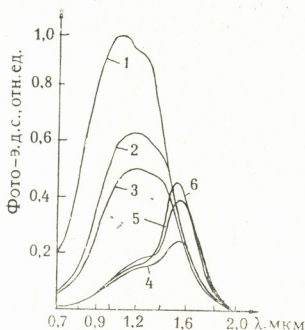


Рис. 1. Спектральное распределение фоточувствительности анизотипного гетероперехода  $a(p) = \text{Ge}(N, 0) : \text{Zn} - k(n) \text{ Ge}$  при толщинах  $a(p) \text{ Ge}$ : 1—0,17 мкм, 2—0,10 мкм, 3—0,095 мкм, 4—0,07 мкм, 5—0,06 мкм, 6—0,05 мкм

в области от 0,8 до 1,8 мкм с максимумом около 1,1 мкм. Длинноволновой край фоточувствительности определяется шириной запрещенной зоны узкозонного полупроводника — монокристаллического германия, а фоточувствительность в коротковолновой области (0,8—1 мкм) полностью обусловлена поглощением в широкозонном полупроводнике ( $a$ -Ge). Последнее заключение основано на сравнении спектрального распределения фото-э. д. с. анизотипного гетероперехода со спектром диффузионного  $p$ - $n$ -перехода в кристаллическом германии ( $k(p)$ -Ge:Zn- $k(n)$ -Ge), коротковолновая пороговая длина волны которой проявляется при 1,0 мкм. К аналогичному выводу приводит исследование влияния толщины  $a(p)$ -Ge на фото-э. д. с. анизотипного гетероперехода (рис. 1). С уменьшением толщины  $a(p)$ -Ge фоточувствительность в коротковолновой области спектра подавляется и ее максимум смещается в сторону длинных волн. Следует заметить, что интегральная фоточувствительность анизотипного гетероперехода в 5 раз превосходит чувствительность диффузионного  $p$ - $n$ -перехода в кристаллическом германии при одинаковом уровне легирования  $p$ -слоев.

Исследованы вольт-амперные характеристики (ВАХ) фотодиодов, полученные в динамическом режиме при частоте 50 Гц. На рис. 2а представлена ВАХ структуры  $\text{Al}-a(p)\text{-Ge}(N, O) : \text{Zn}-k(p^+)\text{-Ge}$ , сформированной осаждением слоя  $a(p)\text{-Ge}(N, O) : \text{Zn}$  на кристаллический  $p^+\text{-Ge}$ . При напряженностях поля  $E < 10^3 \text{ В} \cdot \text{см}^{-1}$  ВАХ подчиняется закону Ома. Далее следует нелинейный участок с четко выраженной областью отрицательного дифференциального сопротивления (ОДС)



S-типа при  $\sim 10^4 \text{В}\cdot\text{см}^{-1}$ . Характерным свойством ВАХ является симметричность, которая сохраняется при смене материала контакта (W, Mo,  $p^+$ -Si), что, по-видимому, указывает на однородное поле внутри аморфного германия и отсутствие контактных явлений на границе  $a$ -Ge—электрод. Сопротивление в высокоомном состоянии равно

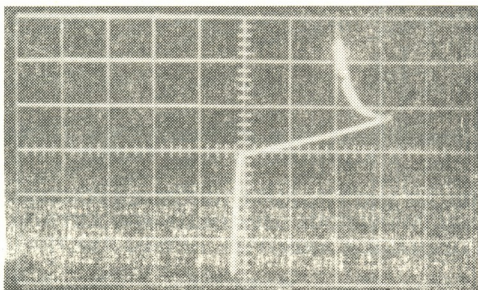
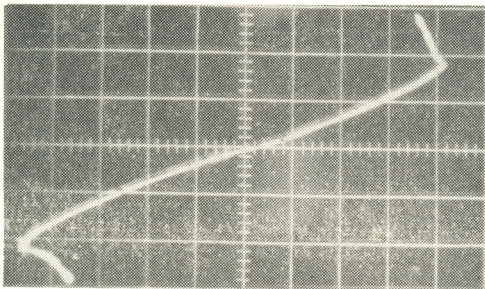


Рис. 2. Динамические ВАХ: а — структура  $\text{Al}-a(p)\text{Ge}(N,0): \text{Zn}-k(p^+)\text{Ge}$  (по горизонтали: 1 деление—1 В, по вертикали: 1 деление 5 мА); б — структура  $a(p)\text{Ge}(N,0): \text{Zn}-k(n)\text{Ge}$  (по горизонтали; 1 деление—5 В, по вертикали: 1 деление—20 мА)

$4 \cdot 10^3$  ом, а в низкоомном — 50 ом, т. е. меняется в 80 раз, время переключения  $\sim 10^{-8}$  с. Ранее ОДС наблюдалось на  $a$ -Ge, полученном методом термического испарения в вакууме  $10^{-4}$  тор [5]. Можно предположить, что указанный материал из-за низкого вакуума в процессе получения содержал достаточно большое количество кислорода.

Особенностью ВАХ анизотипного гетероперехода (рис. 2,б) является несимметричность, обусловленная наличием в гетеропереходе  $p$ — $n$ -перехода. В прямом направлении ток сверхлинейно растет с напряжением. При обратном смещении за обычной картиной  $p$ — $n$ -



перехода наблюдается хорошо выраженный участок ОДС. Напряжения переключения, обеспечивающее переход в проводящее состояние, наблюдается в пределах 2—20 В в зависимости от толщины  $a$ -Ge.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт кибернетики

(Поступило 26.6.1987)

ფიზიკა

ბ. ბაგრატიშვილი, ი. ბეროზაშვილი, რ. ჯანელიძე, მ. ჯანელიძე,  
დ. კურტიკიძე

ანიზოტიპური ჰეტეროგადასასვლელის ამორფული გერმანიუმი — მონოკრისტალური გერმანიუმი ელექტრული და ფოტოელექტრული მახასიათებლები

რეზიუმე

მიღებულია ანიზოტიპური ჰეტეროგადასასვლელი ამორფული p-გერმანიუმი — კრისტალური n-გერმანიუმი. ჰეტეროგადასასვლელი ხასიათდება მგრძობიარობით სპექტრის 0,6—1,8 მკმ უბანში მაქსიმუმით დაახლოებით 1,1 მკმ-თან. ჰეტეროგადასასვლელის ვოლტ-ამპერულ მახასიათებელს აქვს უარყოფითი დიფერენციალური წინააღმდეგობის უბანი. გადართვის ძაბვა იცვლება 2—20 ვოლტის ფარგლებში p-ფენის სისქის მიხედვით. გადართვის დროა  $10^{-8}$  წმ.

PHYSICS

G. D. BAGRATISHVILI, Yu. N. BEROZASHVILI, R. B. JANELIDZE,  
M. B. JANELIDZE, D. E. KURTSIKIDZE

## ELECTRICAL AND PHOTOELECTRICAL CHARACTERISTICS OF THE AMORPHOUS GERMANIUM-MONOCRYSTALLINE GERMANIUM ANISOTYPE HETERO-JUNCTION

Summary

Amorphous p-germanium-crystalline n-germanium anisotype hetero-junction is produced. The hetero-junction shows sensitivity in the spectral region of 0.6-1.8  $\mu$ m with the maximum at about 1.1  $\mu$ m. The voltage-current characteristic of the hetero-junction shows a negative differential resistance region. The switching voltage is 2-20v, depending on the p-layer thickness. The switching time is  $10^{-8}$  sc.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. W. Paul *et al.* Solid State Commun. 20, 1976, p. 969.
2. Г. Д. Багратишвили, Ю. Н. Берозашвили, М. Б. Джanelidze, Р. Б. Джanelidze. ДАН 294, 1, 1987, 125.
3. G. D. Bagratishvili *et al.* Phys. Stat. Sol. (a), 78, 1983, p. 115.
4. Г. Д. Багратишвили, Р. Б. Джanelidze, И. Г. Нахуцришвили. Изв. АН ГССР, сер. хим., 12, № 4, 1986, 272—277.
5. Г. А. Швец, В. А. Шкут. Микроэлектроника, 2, 186, 1973.



АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

И. Ш. ШАТИРИШВИЛИ, Д. Г. ГИГИТАШВИЛИ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АНИОНОВ НЕОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ И КАТИОНОВ ДВУХВАЛЕНТНЫХ МЕТАЛЛОВ В ГРУЗИНСКИХ ВИНАХ МЕТОДОМ ИОННОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Андроникашвили 3.9.1987)

В предыдущих сообщениях были приведены данные по определению катионов одновалентных металлов в некоторых грузинских винах методом ионной хроматографии. Было показано, что особенно

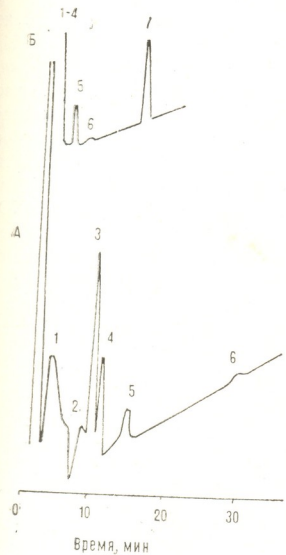


Рис. 1. Хроматограмма разделения анионов органических и неорганических кислот в вине Манави: 1, 2 — неидентифицированные органические кислоты, 3 —  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ , 4 —  $\text{HCO}_3^-$ , 5 —  $\text{Cl}^-$ , 6 —  $\text{NO}_2^-$ , 7 —  $\text{SO}_4^{2-}$

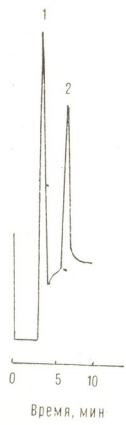


Рис. 2. Хроматограмма разделения двухвалентных катионов: 1 —  $\text{Mg}^{2+}$ , 2 —  $\text{Ca}^{2+}$

велико содержание  $\text{NH}_4^+$  и  $\text{K}^+$ , причем содержание в разных типах вин изменяется в 2—3 раза.

В настоящем сообщении описывается использование метода ионной хроматографии для определения в грузинских винах катионов  
19. „მეცნიერებათა“, ტ. 132, № 2, 198



двухвалентных металлов и анионов некоторых неорганических кислот. В качестве объектов исследования были выбраны типичные грузинские вина. Состав катионов и анионов определяли по одноколоночному варианту на современном ионном хроматографе фирмы «Waters» модели JLC-1 с кондуктометрическим детектором модели 430. Прибор этого типа позволяет легко изменять все необходимые параметры хроматографических экспериментов. При проведении измерений проводили разбавление пробы в 50 раз. Пробу вводили через петлевой дозатор. Определение катионов и анионов проводили на различных колонках. Режимы разделения выбраны в соответствии с рекомендациями монографии [2] и нашими экспериментами.

Количественные измерения проводились путем сопоставления площадей пиков на хроматограммах с площадями пиков стандартных растворов исследуемых веществ при помощи вычисляющего интегратора.

Определение анионов проводили на колонке фирмы «Waters» типа IC-PAC Anion размерами  $50 \times 4,6$  мм. Подвижной фазой в основных экспериментах по определению анионов был 1 мМ раствор Li,K-фталата. Расход подвижной фазы 1,2 мл/мин. Однако в этом режиме очень велико было удерживание аниона  $\text{SO}_4^{2-}$ . Поэтому вторую часть опытов проводили с использованием буферного раствора Li,K-фталата. При этом анионы органических кислот выходили общим пиком. Соответствующая хроматограмма приведена на рис. 1. Разделение катионов осуществляли на колонке IC-PAC Cation размером  $50 \times 4,6$  мм. Подвижная фаза 0,5 мМ раствор этилендиамина при pH 6 ( $\text{HNO}_3$ ). Расход подвижной фазы 1,2 мл/мин. При этом достигалось хорошее разделение ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ . Полученная хроматограмма приведена на рис. 2. Данные по содержанию смеси ( $\text{Rb}^+ + \text{Cs}^+$ ) взяты из результатов предыдущих экспериментов, полученных на такой же колонке, но с использованием раствора 2 мМ  $\text{HNO}_3$  в качестве подвижной фазы.

Результаты определения содержания катионов и анионов в типичных грузинских винах приведены в таблице.

Содержание двухвалентных катионов и некоторых анионов в грузинских винах

Наименование вина	Содержание двухвалентных катионов и некоторых анионов, мг/л					
	(Rb+CS) <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>
Телиани	—	327	99	55	75	1—2
Манави	следы	286	166	60	80	3
Гурджаани	—	278	134	55	85	следы
Эрети	—	263	130	65	80	следы
Гареджи	—	377	119	50	75	следы
Тибаани	—	369	115	55	70	следы
Ркацители	—	338	104	60	90	1—2
Кахетинское домашнее	—	291	121	50	85	1—2
Цинандали	следы	290	105	55	95	следы

Из приведенных данных следует, что содержание катионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  изменяется совсем мало, точно так же, как и  $\text{Cl}^-$  и  $\text{SO}_4^{2-}$ . Конеч-





ხო, эти данные скорее характеризуют постоянство состава по этим компонентам и почти ничего не дают для определения каких-либо индивидуальных особенностей грузинских вин.

Оценка эффективности использованной колонки по  $Mg^{2+}$  значение числа теоретических тарелок 270, а по  $Ca^{2+}$  около 700. Это соответствует приведенной эффективности 5400 и 14000 на метр длины.

Грузинский сельскохозяйственный институт

(Поступило 13.11.1987)

სანალიზური ჰიგია

ი. შათირიშვილი, დ. გიგიტაშვილი

ქართულ ღვინოებში ორვალენტიან მეტალთა კატიონებისა და არაორგანულ მჟავათა ანიონების განსაზღვრა იონური ქრომატოგრაფიის მეთოდით

რეზიუმე

იონური ქრომატოგრაფიის მეთოდით ქართულ ღვინოებში განსაზღვრულია ორვალენტიან მეტალთა კატიონები ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ) და არაორგანულ მჟავათა ანიონები ( $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_2^-$ ).

ANALYTICAL CHEMISTRY

I. Sh. SHATIRISHVILI, D. G. GIGITASHVILI

DETERMINATION OF ANIONS OF THE NON-ORGANIC ACIDS AND CATIONS OF THE BIVALENT METALS IN GEORGIAN WINES BY THE ION CHROMATOGRAPHY METHOD

Summary

The method of ion chromatography was applied to determine bivalent cations ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ) and anions of non-organic acids ( $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_2^-$ ).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Ш. Шатиришвили. Сб. «Научные основы интенсивного садоводства и виноградарства в горных условиях Грузии». Тбилиси, 1983, 95—97.
2. Дж. Фриц, Д. Гьерде, К. Поланд. Ионная хроматография. М., 1984.



ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. Е. ШВЕЛАШВИЛИ, Е. Н. ЗЕДЕЛАШВИЛИ, О. П. СВАНИДЗЕ,  
Э. Б. МИМИНОШВИЛИ

КОМПЛЕКСЫ НИКЕЛЯ (II) В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ,  
СОДЕРЖАЩИХ ФУМАРАТ КАЛИЯ ЭТИЛЕНДИАМИН И  
 $Ni(NO_3)_2$

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Андроникашвили 2.10.1987)

В данной работе определены состав и значения ступенчатых констант устойчивости комплексов Ni(II) в водных растворах, содержащих смесь этилендиамина (en), фумарат-иона ( $Fum^{2-}$ ) и  $Ni^{2+}$ . Установлены области преимущественного существования различных типов комплексов с ионами никеля (II). Обсуждаются также результаты сравнительного исследования комплексобразования в растворах и в твердом состоянии.

Поскольку Ni(II) образует шестикоординационные комплексы, в данной системе можно допустить вероятность образования, по крайней мере, трех смешанных комплексов с двумя различными бидентатными лигандами. Наше исследование этой системы преследовало цель получить более ясные сведения о факторах, влияющих на стабильность комплексов, особенно разнолигандных.

В простых системах Ni(II)-en и Ni(II)- $Fum^{2-}$  спектрофотометрическим методом рассчитаны [1—3] ступенчатые константы равновесия и определены функции образования, которые для обеих систем равны трем.

В тройной системе Ni(II)-en- $Fum^{2-}$  вычисления спектрофотометрическим методом более осложнены из-за одновременного присутствия в растворе двух бидентатных лигандов. Здесь можно предположить существование множества комплексных образований ( $Men$ ,  $Men_2$ ,  $Men_3$ ,  $MFum$ ,  $M(Fum)_2$ ,  $M(Fum)_3$ ,  $Men Fum$ ,  $Men_2 Fum$ ,  $Men(Fum)_2$ ), что, со своей стороны, дополнительно осложняет расчет. В таком случае рН-метрический метод менее сложен и более точен. Поэтому наши исследования проводились последним методом.

В качестве исходного применяли 0,25 М раствор фумарата калия. Из этого раствора готовили более разбавленные растворы для рН титрации. Ионную силу ( $\mu=1$ ) поддерживали 2,37 М раствором  $KNO_3$ . К раствору, содержащему 0,02 М  $Ni^{2+}$  и 0,06 М en, из микробюретки добавляли кратные количества фумарата калия и измеряли рН. Данные титрации и вычисленные из них величины приведены в табл. 1. Концентрации фумарат- ( $Fum^{2-}$ )- и  $H^+$ -ионов обозначены через  $C_{Fum}^0$  и  $C_H^0$  соответственно. Значения  $p[en]$  и  $p_{en}$  вычисляли обычным методом Бьеррума [4], применяя при этом значения  $K_{1en}=8,91 \cdot 10^{-11}$  и  $K_{2en}=4,9 \cdot 10^{-8}$  для константы диссоциации  $H_{1en}^+$  и  $H_{2en}^{2+}$  соответствен-



но в  $\text{IMKNO}_3$  при  $25^\circ\text{C}$ . Равновесные концентрации фумаратного иона определяли по уравнению

$$[\text{Fum}^{2-}] = C_{\text{Fum}}^0 + \bar{n}_{\text{Fum}} \cdot C_{\text{M}}^0 \quad (\text{где } \bar{n}_{\text{Fum}} = 3 - \bar{n}_{\text{en}}),$$

отрицательный логарифм которого дает значение  $p[\text{Fum}]$ :

$$p[\text{Fum}] = -\lg[\text{Fum}^{2-}].$$

Далее строили кривые зависимости  $\bar{n}_{\text{en}}$  от  $p[\text{en}]$  и  $n_{\text{Fum}}$  от  $p[\text{Fum}]$  и с помощью этих кривых экстраполяцией находили  $p[\text{en}]$  и  $p[\text{Fum}]$  при значениях функции образования этилендиамина  $\bar{n}_{\text{en}} = 0,5; 1,5$  и  $2,5$ . Что касается ступенчатых констант устойчивости ( $K_{\text{уст}}$ ), полученных в растворе комплексов, их вычисляли по разности

$$K_{\text{уст}} = p[\text{en}] - p[\text{Fum}].$$

Вычисленные нами значения всех параметров сведены в табл. 1.

Таблица 1

Определение константы устойчивости системы  $\text{Ni(II)-en-Fum}^{2-}$

N	$C_{\text{Fum}}^0$	$C_{\text{H}}^0$	pH	$p_{\text{en}}$	$\bar{n}_{\text{en}}$	$n_{\text{Fum}}$	$p[\text{en}]^{*)1}$	$p[\text{Fum}]^{*)2}$	$K_{\text{уст}}$
1	0,00	0,01	8,10	7,77	2,74	}	8,60		8,60
2	0,00	0,015	7,72	8,34	2,62				
3	0,00	0,055	6,50	10,22	1,62				
4	0,00	0,06	6,34	10,40	1,50				
5	0,00	0,095	5,77	11,44	0,63				
6	0,00	0,1	5,65	12,66	0,505				
1	0,02	0,01	7,82	8,33	2,75	}	8,95	1,72	7,23
2	0,02	0,015	7,55	8,68	2,63				
3	0,02	0,055	6,42	10,38	1,62				
4	0,02	0,060	6,33	10,52	1,50				
5	0,02	0,095	5,69	11,60	0,63				
6	0,02	0,1	5,55	11,88	0,50				
1	0,04	0,01	7,59	8,78	2,75	}	9,25	1,51	7,74
2	0,04	0,015	7,35	9,08	2,60				
3	0,04	0,05	6,41	10,44	1,75				
4	0,04	0,055	6,34	10,50	1,62				
5	0,04	0,095	5,59	11,80	0,63				
6	0,04	0,1	5,44	12,08	0,50				
1	0,06	0,01	7,40	9,16	2,75	}	9,60	1,30	8,30
2	0,06	0,015	7,18	9,427	2,63				
3	0,06	0,050	6,43	10,40	1,75				
4	0,06	0,055	6,32	10,74	1,62				
5	0,06	0,095	5,51	11,966	0,63				
6	0,06	0,1	5,41	12,14	0,509				
1	0,08	0,01	7,30	9,36	2,75	}	9,75	1,15	8,60
2	0,08	0,015	7,07	9,646	2,62				
3	0,08	0,04	6,50	10,36	2,00				
4	0,08	0,045	6,38	10,54	1,87				
5	0,08	0,085	5,63	11,77	0,88				
6	0,08	0,09	5,47	13,09	0,88				
1	0,16	0,01	6,80	10,36	2,75	}	10,65	0,816	9,83
2	0,16	0,015	6,64	10,50	2,62				
3	0,16	0,04	6,18	11,09	2,00				
4	0,16	0,045	6,09	11,13	1,88				
5	0,16	0,085	5,05	12,94	0,90				
6	0,16	0,09	4,94	13,13	0,78				

\*) 1 и \*) 2 найдены с помощью экстраполяции.



Из приведенных экспериментальных данных можно заключить, что в водном растворе, содержащем стехиометрическое количество Ni (II) и en, при избытке фумарат-иона имеет место образование двух довольно стойких разнолигандных комплексов состава Ni Fum en<sub>2</sub><sup>0</sup> и Ni (Fum)<sub>2</sub> en<sup>2-</sup>, а в условиях недостатка фумарат-иона образуется комплекс состава Ni Fum en.

Опыты показывают, что при титрации 0,02 М раствором фумарата калия фумарат-ион количественно связывается в основном, когда  $p_{en} > 0,5$ .

Области преимущественного существования различных типов комплексов с ионами никеля хорошо иллюстрирует табл. 2.

Состав и устойчивость комплексов Ni (II)

Таблица 2

Ион металла	pH	Состав комплекса	pK уст
Ni (II)	4,94	Ni Fum en <sub>2</sub>	13,32
"—"	5,63	Ni (Fum) <sub>2</sub> en	11,88
"—"	6,33	Ni Fum en	8,72

Из табл. 2 видно, что с увеличением pH раствора уменьшается константа устойчивости.

С целью корреляции процессов образования смешаннолигандных комплексов, полученных в растворе и в твердом виде путем синтеза, исследовали электронные спектры поглощения растворов при соотношениях Ni<sup>2+</sup>:en = 1:0, 1:1, 1:2, 1:6 и соединений аналогичного состава (Ni(Fum)<sub>2</sub>en<sup>2-</sup>, NiFumen<sup>0</sup>), синтезированных и изученных нами [5] специально.

Анализ электронных спектров поглощения систем, содержащих только Ni(Fum)<sub>3</sub><sup>4-</sup> или Ni(en)<sub>3</sub><sup>2+</sup>, показывает, что имеет место проявление максимумов поглощения при 690 и 1310 нм и 490 и 920 нм соответственно. А в спектрах промежуточных систем максимумы поглощения смещены в сторону коротких волн и находятся в областях между 690—490 нм. Примечательно также, что спектры последних очень похожи на спектры синтезированных соединений. Это положение дает возможность предположить образование разнолигандных комплексов в растворе.

Рассмотрение констант устойчивости образованных в растворе комплексов в связи со смещением максимумов поглощения в их спектрах показывает, что чем больше они смещены в сторону коротких волн, тем более стойкими являются комплексы.

Таким образом, можно заключить, что при вышеуказанных соотношениях компонентов в водной системе преимущественно образуются комплексы, которые по своему составу идентичны с соединениями, полученными нами путем синтеза.

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

(Поступило 2.10.1987)



ა. შველავშვილი, ე. ზედელავშვილი, ო. სვანიძე, ე. მიმინოშვილი

ნიკელის (II) კომპლექსები კალიუმის ფუმატის, ეთილენდიამინის და  $Ni(NO_3)_2$ -ის შემცველ წყალხსნარებში

რეზიუმე

შესწავლილია ნიკელის (II) კომპლექსების შედგენილობა და მდგრადობა ფუმატის, ეთილენდიამინის და  $Ni(NO_3)_2$ -ის წყალხსნარებში.

ნაჩვენებია, რომ მარტივი კომპლექსების გარდა ხსნარში ადგილი აქვს ნიკელის (II) სხვადასხვალიგანდიან კომპლექსების ( $NiFumen_2$  და  $Ni(Fum)_2en$ ) არსებობას.

#### GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

A. E. SHVELASHVILI, E. N. ZEDELASHVILI, O. P. SVANIDZE  
E. B. MIMINOSHVILI

Ni (II) COMPLEXES IN WATER SOLUTIONS CONTAINING  
POTASSIUM FUMARATE, ETHYLENEDIAMINE AND  $Ni(NO_3)_2$

#### Summary

Contents and stability of Ni(II) complexes have been studied in aqueous solutions of fumarate ion, ethylenediamine and  $Ni(NO_3)_2$ .

It is shown that along with the simple complexes, multiligand complexes of Ni(II) such as  $NiFumen_2$  and  $Ni(Fum)_2en$  are also present in the solutions

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. I. James *et al.* J. American Chem. Soc., № 5, 1966, 1336.
2. Я. Д. Фридман. Окислительно-восстановительные свойства комплексных соединений металлов и их устойчивость в растворах. Фрунзе, 1965.
3. Г. Л. Шлефер. Комплексообразование в растворах. М., 1964.
4. Я. Бьеррум. Образование аминов металлов в водном растворе. М., 1961.
5. А. Е. Швелашвили, Э. Б. Миминошвили и др. Тез. докл. XV Всесоюз. Чугаевского совещания по химии комплексных соединений. Киев, 1985.



В. Л. ЧУМАК, Т. Н. ПИЛИШВИЛИ

### ИОННАЯ АССОЦИАЦИЯ В СРЕДАХ С НИЗКОЙ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТЬЮ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Андрионикашвили 14.6.1987)

Расчет параметров процесса ионной ассоциации на основании кондуктометрических данных в рамках существующих до последнего времени теоретических концепций [1, 2] может быть проведен лишь для сред с высокой либо средней (до 25—20) диэлектрической проницаемостью ( $\epsilon$ ). В средах с низкой  $\epsilon$  из-за невозможности точного учета короткодействующих и кулоновских взаимодействий в рамках этих концепций достоверные величины констант ионной ассоциации ( $K_A$ ) получены быть не могут. От этого недостатка свободна разрабатываемая в последние годы теория среднесферического приближения (ССП) [3, 4], в рамках которой величины  $K_A$  могут быть рассчитаны без ограничений по нижней границе величин  $\epsilon$ .

Уравнение электропроводности, выведенное на основе СПП, приводится к виду

$$\lambda = \lambda_0 \cdot \alpha [1 + S_1(x, b) + S_2(x, b) + S_3(x, b)], \quad (1)$$

где  $\lambda$  и  $\lambda_0$ —молярная и предельная молярная электропроводности,  $\alpha$ —степень диссоциации,  $x = zR \sqrt{\alpha}$ ,  $R$ —параметр межионного расстояния в определениях теории СПП,  $z$ —величина, обратная радиусу ионной сферы-Дебая,  $b$ —параметр Бьеррума.

Значения  $S$  определяются выражениями, приведенными в работах [3, 4]. Определение степени диссоциации основано на законе действующих масс, причем  $K_A$  вводится в форме теории СПП:

$$K_A = 8 \pi R^3 \frac{NA}{1000} \sum_{m=2}^{\infty} \frac{b^{2m}}{(2m)!(2m-3)}, \quad (2)$$

а коэффициенты активности рассчитываются по уравнению [5].

Для рассмотрения закономерностей ионной ассоциации в средах с низкими  $\epsilon$  была изучена электропроводность растворов тетрафторбората лития ( $LiBF_4$ ) и тетрабутиламмония бромистого ( $(C_4H_9)_4NBr$ ) в смешанных растворителях, образованных диоксаном (Д) с диметоксиэтаном (ДМЭ), тетрагидрофураном (ТГФ) и *n*-октанолом (ОС). Таким образом,  $\epsilon$  смешанных растворителей изменялась в интервале 2,21—10,09. Первичные экспериментальные данные приведены в [6, 7].

На рис. 1 приводятся зависимости  $\ln K_A$  от обратной диэлектрической проницаемости ( $1/\epsilon$ ) (для 298,15 К).

Из рисунка видно, что в средах с низкими  $\epsilon$  соблюдаются все основные следствия, вытекающие из общей теории электролитической диссоциации [1, 2] и из анализа соотносительного влияния универ-



сальной и специфической сольватации на равновесия в растворах [8]. В случае  $\text{LiBF}_4$  (рис. 1,а) величины  $K_A$  при одних значениях  $\epsilon$  закономерно уменьшаются с увеличением энергии специфической сольватации. Так, на всем интервале концентрации смешанного раствори-

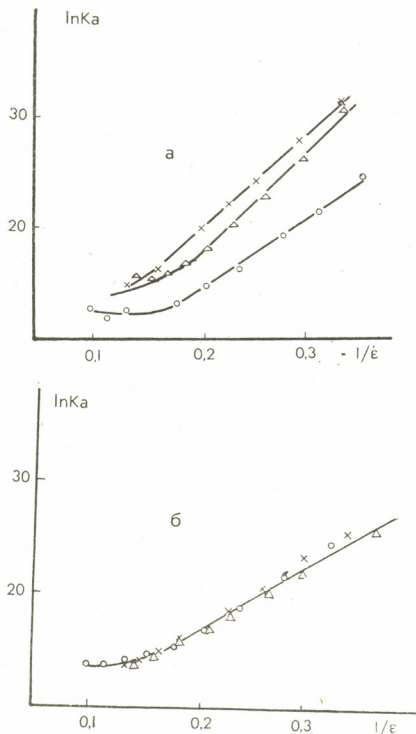


Рис. 1. Зависимость  $\ln K_A$  электролитов от  $1/\epsilon$  в смешанных растворителях на основе диоксана (Д) с тетрагидрофураном (ТГФ), *n*-октанолом (ОС) и диметоксиэтаном (ДМЭ): а— $\text{LiBF}_4$ , б— $(\text{C}_4\text{H}_9)_4\text{NBr}$ ,  $\Delta$ —ДМЭ-Д, O—ОС-Д, x—ТГФ-Д

теля Д-ДМЭ изотерма  $\ln K_A - 1/\epsilon$  располагается ниже аналогичной изотермы для растворителя Д-ТГФ в соответствии с большей основностью ДМЕ по сравнению с ТГФ (величины донорных чисел этих растворителей составляют соответственно 24 и 20) [9]. Существенно более низкие величины констант ассоциации  $\text{LiBF}_4$  в растворителе Д-ОС объясняются дополнительной специфической энергией сольватации аниона, в которой участвуют ОС как протолитический растворитель.



В то же время величины  $K_A$  ( $C_4H_9$ )NBr во всех изученных растворителях практически совпадают (рис. 1,б), так как анион не сольватруется достаточно высокодонорными компонентами этих растворителей, а энергия специфической сольватации объемного катиона пренебрежимо мала по сравнению с энергией универсальной сольватации.

Поскольку основность вторых компонентов смешанных растворителей существенно превышает основность общего компонента этих растворителей — диоксана, можно считать, что константа процесса пересольватации  $LiS^+ + D = LiD^+ + S$  весьма низка и, следовательно, энергия специфической сольватации ионов в первом и достаточно хорошо соблюдающемся приближении постоянна, т. е., согласно анализу следствия из уравнения Н. А. Измайлова [1], изотермы  $\ln K_A - 1/\epsilon$  должны быть прямолинейны, что на большей части концентрационного интервала смешанных растворителей, как видно из рисунка, подтверждается полученными данными.

Полученный экспериментальный материал впервые предоставляет возможность проследить влияние физико-химических свойств растворителя на величины  $K_A$  в средах с весьма низкими значениями диэлектрической проницаемости.

Всесоюзный научно-исследовательский  
институт автоматизации средств  
метрологии  
г. Тбилиси

(Поступило 3.9.1987)

ფიზიკური ქიმია

მ. ჩუბაძე, თ. ფილიპოვი

იონთა ასოციაცია დაბალი დიელექტრიკული შეღწევადობის მქონე  
არეზონში

რეზიუმე

ელექტროგამტარებლობის ექსპერიმენტული მონაცემებიდან გამოთვლილია  $LiBF_4$  და  $(C_4H_9)_4NBr$ -ის იონთა ასოციაცია ( $K_A$ ), დიოქსანთან დიმეტოქსიეთანის ტეტრაპიროფურანის და ნ-ოქტანოლის მიერ წარმოქმნილ სისტემებში (298,15K) საშუალო სფერული მიახლოების თეორიის დახმარებით, რომლის საშუალებით  $K_A$  შეიძლება იქნეს გათვლილი სისტემის დიელექტრიკული მუდმივის ( $\epsilon$ ) ქვედა ზღვრის შეუზღუდავად, რაც აქამდე არსებული თეორიების ერთ-ერთ ნაკლად ითვლება.

ნაჩვენებია, რომ დაბალი  $\epsilon$  მქონე სისტემებში შენარჩუნებულია ყველა ძირითადი დებულება, რომელიც გამომდინარეობს ელექტროლიტური თეორიის საერთო თეორიიდან და ხსნარებში წონასწორობაზე უნივერსალური და სპეციფიკური სოლვატაციის ფარდობითი შემოქმედებიდან.



V. L. CHUMAK, T. N. PILISHVILI

 IONIC ASSOCIATION IN MEDIA WITH LOW DIELECTRIC  
 PERMEABILITY

## Summary

Based on experimental data on the electric conductivity of  $\text{LiBF}_4$  and  $(\text{C}_4\text{H}_9)_4\text{NBr}$ , the ionic association in mixed solvents produced by dioxan with dimethoxyethane, tetrahydrofuran and n-octanol (298, 15K) is estimated by means of the spherical approximation theory, within the scope of which the  $K_A$  values may be evaluated without limiting the lower bound of dielectric permeability ( $\epsilon$ ), which is a significant disadvantage of the existing theories.

It is shown that in the media with low  $\epsilon$  all the principal consequences resulting from the general theory of electrolytic dissociation and from the analysis of correlated effect of universal and specific solvation on the equilibria in the solutions are observed.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES.

1. Н. А. Измайлов. Электрохимия растворов. М., 1976.
2. Ю. Я. Фиалков, А. Н. Житомирский, Ю. А. Тарасенко. Физическая химия неводных растворов. М., 1973.
3. W. Ebeling, J. Rose. *J. Solut. chem.*, 10, 9, 1981.
4. M. Grigo, *J. Solut. chem.*, 11, 8, 1982.
5. E. Waisman, I. Lebowitz. *J. Chem. phys.*, 56, 6, 1972.
6. ГСССД Р-209—87.
7. ГСССД Р-196—87.
8. Ю. Я. Фиалков. Сб. «Проблемы сольватации и комплексообразований». Ивово, 1978.
9. I. Marcus, *J. Solut. chem.*, 13, 9, 1984.



ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Я. Н. ТАВАРТҚИЛАДЗЕ

КИНЕТИКА ПРОЦЕССОВ РАЗВИТИЯ НОВОЙ ФАЗЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. В. Цинцадзе 1.12.1987)

Процессам развития новой фазы в среде, находящейся в неравновесном состоянии, может быть дана следующая вероятностная интерпретация:

$$\frac{d\omega}{dt} = K_p(t) P(\omega) - K_q(t) Q(\omega), \quad (1)$$

где  $P(\omega)$ ,  $Q(\omega)$  — функции вероятностей событий, способствующие увеличению и уменьшению новой фазы в исследуемой среде соответственно;  $K_p(t)$ ,  $K_q(t)$  — кинетические константы скорости увеличения и уменьшения новой фазы.

Вероятность событий, способствующих увеличению новой фазы, выражена комплексом детерминированных параметров в виде суммы:

$$P(\omega) = \frac{1}{V_{\max}} \sum_{i=1}^N k_i \Delta_i s_i \quad (2)$$

Здесь  $V_{\max}$  — максимально возможное заполнение исследуемого объема среды новой фазой;  $\Delta_i$  — величина, характеризующая отклонение среды от равновесного состояния;  $s_i$  — поверхность новой фазы;  $k_i$  — коэффициент заполнения новой фазы;  $N$  — общее количество (число) частиц, участвующих в увеличении новой фазы.

Компоненты  $\Delta_i$  и  $k_i$  в исследуемом объеме среды можно охарактеризовать их средними значениями. В этом случае соотношение (2) значительно упрощается:

$$P(\omega) = \frac{k \cdot \Delta}{V_{\max}} \sum_{i=1}^N s_i \quad (3)$$

Суммарная поверхность новой фазы, заполняющая исследуемый объем среды при своем развитии, выражена следующим соотношением:

$$\sum_{i=1}^N s_i = (\Omega^2 N)^{1/3} S, \quad (4)$$

где  $S$  — поверхность новой фазы, заполняющей исследуемый объем по мере развития;  $\Omega$  — коэффициент упаковки (компактности) новой фазы в исследуемом объеме среды.

Если новая фаза развивается в виде единой монолитной структуры, как например монокристалл при своем росте, то  $N$  выражает число элементарных составных частей новой фазы, которые принимают участие в построении кристаллической решетки. В том случае, когда новая фаза развивается отдельными центрами конденсации, не связанными между собой,  $N$  выражает число отдельных локальных образований в среде. В первом случае  $S$  выражает поверхность растущего монокристалла с коэффициентом упаковки  $\Omega \sim 1$ . Во втором случае при коллективном росте  $S$  выражает поверхность объема, мысленно заполненного новой фазой с коэффициентом  $\Omega < 1$ . Исследование различных геометрических форм при развитии новой фазы под-

тверждает справедливость следующей закономерности между площадью поверхности и объемом новой фазы [1, 2]:

$$S = \varepsilon V^n, \quad (5)$$

где  $\varepsilon$  — константа геометрической формы исследуемой структуры;  $n$  — параметр, характеризующий пространственную размерность структуры новой фазы ( $n \leq 1$ ).

Пользуясь определением вероятности, как степени заполнения исследуемого объема новой фазой, можно записать

$$\omega = \frac{V}{V_{\max}} \quad (6)$$

С учетом (4), (5) и (6) соотношение (3) принимает вид

$$P(\omega) = L \omega^n, \quad (7) \quad \text{где} \quad L = (\Omega^2 N)^{1/3} \varepsilon V_{\max}^{n-1} k \Delta. \quad (8)$$

Вероятность событий, способствующих уменьшению новой фазы  $Q(\omega)$ , можно представить в виде ряда Маклорена, ограничившись первыми двумя членами:

$$Q(\omega) = Q(0) + \frac{Q'(0)}{1!} \omega. \quad (9)$$

Величина  $Q(0)$  характеризует начальный момент процесса образования новой фазы, когда вероятность фазового перехода равна нулю. Следовательно, выражение (9) можно записать так:

$$Q(\omega) = \frac{Q(0)}{1!} \omega. \quad (10)$$

Подставив значения (7) и (10) в (1), получим основное кинетическое уравнение развития новой фазы:

$$\frac{d\omega}{dt} = B\omega^n - A\omega, \quad (11) \quad \text{где} \quad B = K_p(t) L; \quad (12) \quad A = K_p(t) \frac{Q(0)}{1!}. \quad (13)$$

Полную производную  $d\omega/dt$  представим в развернутой форме по координатам  $r(x, y, z)$  с компонентами скорости  $v$ , импульсов  $p(p_x, p_y, p_z)$  в поле действия силы  $F$  и во времени:

$$\frac{\partial \omega}{\partial t} + v \frac{\partial \omega}{\partial r} + F \frac{\partial \omega}{\partial p} = B\omega^n - A\omega. \quad (14)$$

Частные решения уравнения (14) имеют следующий вид: для стационарной одномерной задачи при  $F=0$

$$\omega(x) = \left[ 1 - b \exp\left(-\frac{A}{mv} x\right) \right]^m, \quad (15)$$

для нестационарной одномерной задачи при  $F=0$

$$\omega(t, x) = \left( 1 - \frac{b}{2} E \right)^m, \quad (16)$$

$$\text{где} \quad E = \exp\left(-\frac{A}{mv} x\right) + \exp\left(-\frac{A}{m} t\right); \quad (17) \quad m = \frac{1}{1-n}. \quad (18)$$

$b = 1 - \omega_0^{1/m}$  — величина вероятности наличия новой фазы в среде при  $t=0$ .

На основании формул (15) и (16) получены аналитические выражения плотности распределения вероятности и их производные высшего порядка для одной ( $x$ ) и системы двух величин ( $t, x$ ):

плотность распределения

$$f(x) = \frac{d\omega}{dx} = \frac{Ab}{mv} \exp\left(-\frac{A}{mv} x\right) \left[ 1 - b \exp\left(-\frac{A}{mv} x\right) \right]^{m-1}; \quad (19)$$

производная плотности распределения

$$I(x) = \frac{df}{dx} = -\frac{bA^2}{v^2 m} \exp\left(-\frac{Ax}{vm}\right) \left[ 1 - b \exp\left(-\frac{Ax}{vm}\right) \right]^{m-2} \times$$

$$\times \left[ 1 - bm \exp \left( -\frac{Ax}{vm} \right) \right];$$

плотность распределения системы двух величин

$$f(t, x) = \frac{\partial^2 w}{\partial t \partial x} = \frac{m-1}{4m} \frac{A^2}{v} b^2 \exp \left( -\frac{A}{mv} x - \frac{A}{m} t \right) \left( 1 - \frac{b}{2} E \right)^{m-2}; \quad (21)$$

производная плотности распределения системы двух величин

$$l(t, x) = \frac{\partial f}{\partial t} + v \frac{\partial f}{\partial x} = -\frac{m-1}{2m^2} \frac{A^3}{v} b^2 \exp \left( -\frac{A}{mv} x - \frac{A}{m} t \right) \left( 1 - \frac{bE}{2} \right)^{m-3} \times \\ \times \left( 1 - \frac{b}{4} mE \right) \quad (22)$$

На рис. 1 представлены кинетические кривые распределения: вероятности, плотности и производных высшего порядка. На основе этих функций могут быть определены характерные экстремальные области и периоды для анализа, диагностики и целенаправленного управления процессом развития новой фазы. Существенно отметить, что нелинейно дифференциальное уравнение (14), представленное в виде функ-

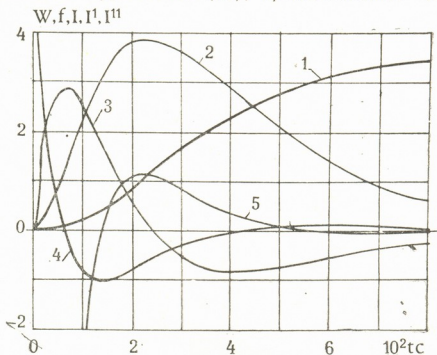


Рис. 1. Кинетические кривые построены на основе формул (15, 19, 20) и производных высшего порядка  $I'(t)$ ,  $I''(t)$  при  $m=3$ ;  $A=6 \cdot 10^{-4} c^{-1}$ ; 1—вероятность развития новой фазы  $W(0,25 \cdot 10^2)$ ; 2—плотность распределения вероятности  $f(2 \cdot 10^{-1} c^{-1})$ ; 3—интеграл развития новой фазы  $I(2 \cdot 10^{-3} c^{-2})$ ; 4,5—производные высшего порядка  $I'(4 \cdot 10^{-5} c^{-3})$ ;  $I''(2 \cdot 10^{-7} c^{-4})$

ции вероятности, а также аналитические выражения (15—22), полученные на его основе, несут в себе новую содержательную информацию о кинетике необратимых процессов развития, протекающих при неравновесных условиях. Это открывает возможность для исследования широкого круга эволюционных процессов развития новой фазы на базе частных решений уравнения (14). В работах [1—5] рассмотрены конкретные примеры применения аналитических выражений (15—22) при решении прикладных задач анализа и синтеза.



## O. თავართკილაძე

## ახალი ფაზის განვითარების პროცესების კინეტიკა

## რეზიუმე

არაწონასწორულ პირობებში ახალი ფაზის განვითარების პროცესების კინეტიკის მათემატიკური აღწერისათვის შემოთავაზებულია დიფერენციალური განტოლების სტრუქტურა ალბათობრივი ფუნქციის სახით, რომელიც ითვალისწინებს ახალი ფაზის ზრდისა და შემცირების მოვლენებს. მოყვანილია მიღებული არაწრფივი დიფერენციალური განტოლების კერძო ამოხსნები განაწილების ფუნქციების: ალბათობის, სიმკვრივის და უმადლესი წარმოებულების სახით. ანალიზური ამოხსნების საფუძველზე აგებულია განაწილების ფუნქციების კინეტიკური მრუდები, რომლებიც იძლევა ახალ ინფორმაციას ევოლუციური განვითარების პროცესებზე არაწონასწორულ პირობებში.

## CHEMICAL TECHNOLOGY

I. N. TAVARTKILADZE

## KINETICS OF THE NUCLEATION PROCESS OF A NEW PHASE

## Summary

For mathematical description of kinetics of the nucleation process of a new phase under non-equilibrium conditions, the structure of differential equation in the form of probability function has been proposed which takes into account both an increase and a decrease of a new phase within the investigated medium.

Partial solutions of the nonlinear differential equations are given in the form of distribution function: probability, density and derivatives of the highest order. Characteristic kinetic curves of distribution built on the basis of analytical solutions contain new information of irreversible evolutionary nucleation process proceeding under non-equilibrium conditions.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. А. Гоцадзе, Я. Н. Таварткиладзе. Теор. осн. хим. техн., 1, 6, 1967, 876.
2. Я. Н. Таварткиладзе, Г. А. Гоцадзе. ДАН СССР, 252, № 5, 1980, 1196.
3. Я. Н. Таварткиладзе, М. Г. Бережанин. Теор. осн. хим. техн., 10, 2, 1986, 272.
4. I. N. Tavartkiladze. 8th Symposium on Industrial Crystallization. Budapest 1981, p. 150-151.
5. I. N. Tavartkiladze. 10th Symposium on Industrial Crystallization. Bechyne, Czechoslovakia, 1987, p. 152-153.

## ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

Г. Г. СВАНИДЗЕ (член-корреспондент АН СССР и ГССР), М. М. АРДИА,  
Н. И. БЕРАДЗЕ, Д. Ш. ДОЛИДЗЕ

### АНАЛИЗ СТИХИЙНЫХ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В ГРУЗИИ ЗИМОЙ 1987 ГОДА

Снежный покров зимой 1986—87 гг. в горах Грузии установился в обычные сроки — в ноябре 1986 г., и его высота повсюду была в пределах нормы. В конце декабря 1986 г. над европейской территорией Советского Союза (ЕТС) сформировался малоподвижный, мощный антициклон, который вызвал сильное похолодание в этих районах. Температура воздуха в центральной и северной частях ЕТС понизилась до 30—35, местами до 40 градусов мороза. Даже на Северном Кавказе морозы временами достигали 15—20 градусов.

Вышеуказанный антициклон встал на пути движения атлантических циклонов и вынудил их двигаться по более южной траектории. Смещаясь через Средиземное море, эти циклоны один из другим вторгались на территорию Грузии. Теплые и влажные массы воздуха, связанные с вышеуказанными циклонами, испытывая при своем продвижении вынужденное поднятие по южным склонам Большого Кавказского хребта, быстро охлаждались и еще более насыщались влагой, что приводило к образованию облачности и частому выпадению осадков по всей территории Грузии, особенно в ее северных горных районах, где непрерывно выпадал снег, высота которого уже в начале 1987 г. в 2—3 раза превысила норму января. Повсеместно начали сходить лавины. 9—10 января по южным склонам Кавказского хребта сошли первые катастрофические лавины.

Со второй декады января на ЕТС холод несколько ослаб и положение в Грузии стабилизировалось. В конце января атмосферные процессы вновь обострились. В третьей декаде января над Скандинавским полуостровом сформировалась область высокого давления, которая быстро перемещалась в направлении ЕТС и вызвала там очередное резкое похолодание. Однако дальнейшее развитие атмосферных процессов препятствовало распространению холодных масс воздуха в сторону Закавказья и способствовало мощному выносу теплых влажных масс воздуха с юго-запада. Южные склоны Кавказского хребта, преграждая путь этим массам воздуха, и на сей раз вызвали их вынужденный подъем, охлаждение и насыщение. Поэтому на южных склонах Кавказского хребта осадков выпало опять намного больше, чем в других районах Грузии. Анализ табл. 1 показывает, что почти по всей Колхиде и северной части Грузии количество выпавших в январе 1987 г. осадков является рекордным.

Сильные дожди в последние дни января вызвали таяние снега в предгорьях Западной Грузии. 31 января на реках сформировались высокие тало-дождевые паводки. Этому способствовало и то, что подстилающая поверхность была перенасыщена влагой и вся тало-дождевая вода пошла на поверхностный сток. Максимальные расходы воды в этот день на реках Западной Грузии превысили многолетние максимумы для января в 2—4 раза (см. табл. 2), а на реке Квирила и в низовьях Риони расходы воды были выше зафиксированного многолетнего максимума. За одну ночь в прибрежной зоне Колхидской низменности образовалось искусственное озеро площадью более 20. „მეცნიერებათა“, ტ. 132, № 2, 198

Суммы осадков, выпавших на южных склонах и в предгорьях Большого Кавказа в январе 1987 г., в сравнении с климатическими характеристиками

№ п/п	Метеорологическая станция	Сумма осадков, мм							Отклонение, %					
		Ряд наблюдений в годах		Январь 1987 г.	28—31. 01. 1987 г.	Норма января	Абсолютный максимум	Месяц, год	Январский максимум	Год	01. 1987 г. от нормы	28—31. 01 от нормы января	01. 1987 г. от абсолютного максимума	01. 1987 г. от январского максимума
		Январь 1987 г.	28—31. 01. 1987 г.											
1	Гагра-хребет	57	284	63	177	404	VII. 1944	396	1963	160	36	70	72	
2	Гудаута	34	421	208	152	492	VIII. 1977	387	1963	277	137	86	109	
3	Сухуми	84	435	204	139	492	VIII. 1934	378	1963	313	147	88	115	
4	Квезани	52	584	260	185	524	VI. 1958	401	1976	316	141	111	146	
5	Гали	74	402	192	133	522	IV. 1948	306	1950	302	144	77	131	
6	Зугдиди	98	428	203	138	560	VII. 1982	330	1950	310	147	76	130	
7	Кутаиси	87	353	172	136	463	VII. 1946	310	1950	260	126	76	114	
8	Ткибули	90	427	217	164	602	XI. 1939	324	1976	260	132	71	132	
9	Сачхере	46	316	180	86	229	XII. 1978	225	1976	367	209	138	140	
10	Они	96	266	112	70	294	XI. 1901	208	1976	380	160	90	128	
11	Амблотаури	52	452	264	71	272	X. 1936	240	1976	637	372	166	188	
12	Цагери	57	651	298	99	439	XI. 1940	391	1976	658	301	148	166	
13	Лентехи	46	428	270	95	366	I. 1976	366	1976	451	284	117	117	
14	Мestia	57	247	97	68	247	I. 1963	247	1963	363	143	100	100	
15	Лебарде	46	540	201	154	490	I. 1963	490	1963	351	131	110	110	
16	Джава	73	362	198	71	268	VIII. 1937	221	1976	510	279	135	164	
17	Ленингори	47	109	55	48	213	IV. 1984	96	1942	227	115	51	114	
18	Гудаури	100	385	117	81	360	III. 1983	309	1963	475	144	107	125	
19	Барисахо	75	267	67	50	315	VII. 1981	236	1976	534	136	85	113	
20	Пасанаури	55	261	116	45	353	VII. 1982	178	1976	580	258	74	147	
21	Тианети	73	121	58	38	265	VI. 1964	133	1978	318	153	46	91	

Таблица 2

Максимальный расход воды на реках Западной Грузии 31 января 1987 г.

№ п/п	Река, пункт	Расход воды, м³/сек						Отклонение, %		
		31. 01. 1987 г.	Норма января	Максимум за январь	Год	Многолетний максимум	Год, месяц	от январской нормы	от январского максимума	от многолетнего максимума
1	Риони—Сакочакидзе	4800	280	1840	1982	4650	IV. 1982	1714	261	103
2	Техури—Накалакеви	470	20.2	114	1979	525	VIII. 1964	2327	412	90
3	Цхенисцкали—Хиди	290	13.4	134	1982	720	VII. 1966	2164	216	40
4	Ханисцкали—Маяковский	200	8.9	40	1982	210	IV. 1968	2247	500	95
5	Квирила—Зестафони	1100	45.3	263	1948	1030	IV. 1982	2428	418	107
6	Квирила—Сачхере	300	8.3	68	1979	266	IV. 1977	3614	441	113
7	Дзирула—Цева	420	21.6	143	1979	595	XI. 1951	1944	294	71



чем 200 квадратных километров. Его создатель — река Риони в нескольких местах разрушила берегоукрепительные сооружения и разлилась по Колхидской низменности.

В конце января опять начался сход катастрофических лавин. На южных склонах Кавказского хребта только вдоль автомобильных дорог и в деревнях сошли около 800 лавин. Высота снежного покрова в этих районах повсеместно перекрыла абсолютный максимум в 1,1—1,4 раза (в Местиа более чем в 3 раза).

Ущерб, нанесенный республике стихийными явлениями, оценивается в 500 миллионов рублей. Было эвакуировано более 20 тысяч человек.

Гидрометеорологические наблюдения в Грузии ведутся более полутора века. Тифлисская физическая обсерватория, входящая в число первых обсерваторий Российской империи, была организована еще в 1844 г.

Анализируя метеорологические наблюдения такого большого ряда, приходим к выводу, что зима 1987 г. не имеет аналогов в прошлом [2]. Тем не менее сванские башни наталкивают на мысль, что в историческом прошлом в горах Грузии обильные снегопады и связанные с ними лавины не были исключением. Примечательно, что от лавин в Сванетии не пострадала ни одна башня. Видимо, эти башни, помимо других, несли и противолавинные функции. Как известно [1], примерно с XV и до начала XIX в. в Европе климат был более холодным. Особенно суровыми были зимы. Вероятно, атмосферные процессы в те века зимой развивались аналогично зиме 1987 г., что и вызвало обильные осадки в Закавказье. В пользу такой гипотезы говорит и тот факт, что уровень Каспийского моря [1] на протяжении всего этого периода вплоть до 1800 г оставался очень высоким.

Закавказский региональный  
научно-исследовательский институт  
Госкомгидромета СССР

Грузинское республиканское  
управление по гидрометеорологии  
и контролю природной среды

(Поступило 4.12.1987)

საინფორმაციო განყოფილება

ბ. სვანიძე (სსრკ და საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი),  
ა. არღია, ნ. ბარაძე, ჯ. დოლიძე

საქართველოში 1987 წლის ზამთრის სტიქიური  
ჰიდრომეტეოროლოგიური მოვლენების ანალიზი

რეზიუმე

დადგენილია ატმოსფერული პროცესები, რომლებმაც გამოიწვიეს სტიქიური მოვლენები კავკასიონის ქედის სამხრეთ ფერდობებზე და კოლხეთის დაბლობზე 1987 წლის ზამთარში.

ასი — ასორმოცდაათი წლის ჰიდრომეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა რიგის ანალიზით ნაჩვენებია, რომ 1987 წლის ზამთარს წარსულში ანალოგი არ მოეძებნება. თუმცა ევროპაში კლიმატის საუკუნოვანი ცვლილების საფუძველზე გამოთქმულია მოსაზრება, რომ შუა საუკუნეებში უზეთოვლიანი ზამთარი და მასთან დაკავშირებული ზვავები საქართველოში იშვიათობა არ უნდა ყოფილიყო.





G. G. SVANIDZE, M. M. ARDIA, N. I. BERADZE, D. Sh. DOLIDZE

ANALYSIS OF NATURAL HYDROMETEOROLOGICAL CALAMITIES  
IN GEORGIA IN WINTER 1987

Summary

Atmospheric processes responsible for natural calamities on the southern slopes of the Greater Caucasus and Colchis plain in winter 1987 have been established.

The analysis of meteorological processes of 150 annual series of observations showed that the winter of 1987 had no analogues in the past, though on the basis of secular climatic variations in Europe it is suggested that in the middle ages snowy winters and avalanches used to be rather characteristic for Georgia.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Дж. Гриббин, Г. Г. Аэм. Сб. «Изменение климата». Л., 1980, 102—121.
2. Опасные гидрометеорологические явления на Кавказе. Под ред. Г. Г. Сванидзе и Я. А. Цуцкиридзе. Л., 1983.



Н. В. ДЕКАНОСИДЗЕ

## ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ СПОРОВО-ПЫЛЬЦЕВОГО АНАЛИЗА ЦХАЛТУБСКОЙ КАРСТОВОЙ ПЕЩЕРЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Ш. Джаошвили 10.12.1987)

Цхалтубская карстовая пещера находится в западной части Цхалтубского массива, на территории села Кумистави, в 5 км от города Цхалтубо, на высоте 135 м от уровня моря. Длина пещеры 1,5 км. Комплексные исследования Цхалтубской карстовой пещеры проводятся с 1984 года. В 1985 году в Цхалтубской карстовой пещере была проведена разведочная работа, в ходе которой из глинистого слоя мощностью 2,05 м, находящегося на расстоянии 980 м от входа пещеры справа от сифонного озера, на палинологический анализ было взято 7 образцов. Полученные спорово-пыльцевые зерна отличаются хорошей сохранностью. Ввиду малого количества последних, вычислить процентное содержание составляющих таксонов в ту пору не удалось. Поэтому для получения дополнительных данных, необходимых для построения палинологической диаграммы, в 1986 году из вышеуказанного разреза было взято 13 образцов, а из сифонного озера — найлок (обр. № 14). Все образцы, за исключением обр. № 11, отличаются довольно высоким содержанием пыльцы. Единична она лишь в обр. № 11. Результаты спорово-пыльцевого анализа приведены на диаграмме (рис. 1).

Анализ образцов показал, что в спорово-пыльцевых спектрах имеет место значительное преобладание древесных и кустарниковых растений (49—89%) над травянистыми (2—31%) и споровыми (1—21%).

Споровая часть спектров состояла из *Dicksonia*, *Cyathea*, *Polypodiaceae*, *Woodisia*, *Polystichum*, *Pteris*, *Polypodium*, *Osmunda*, *Lycopodium*, *Selaginella*.

В пыльцевой части хвойные были представлены *Podocarpus* (1—2%), *Dacrydium* (1—4%), *Abies* (1—5%), *Picea* (1%), *Cedrus* (1—6%), *Pinus* (17—72%), *Sequoia* (1%), *Taxodium* (1—7%), *Cryptomeria* (1%), *Cupressaceae* (1%). Цветковые—древесными и кустарниковыми: *Salix* (1—5%), *Pterocarya* (1%), *Juglans* (1—8%), *Carya* (1—8%), *Ostrya* (1%), *Carpinus orientalis* (1%), *Carpinus caucasica* (1—8%), *Corylus* (1—10%), *Betula* (1—3%), *Alnus* (2—49%), *Castanea* (1—7%), *Quercus* (1—5%), *Fagus* (1—8%), *Ulmus* (1—6%), *Zelkova* (1%), *Morus* (1%), *Liquidambar* (1%), *Rosaceae* (1%), *Rhus* (1%), *Ilex* (1%), *Acer* (1—2%), *Tilia* (1%), *Myrtaceae* (3—40%), *Nyssa* (1%), *Hedera* (1%), *Rhododendron* (1—2%), *Fraxinus* (2—7%), неопр. (1—10%) и малочисленными как по составу, так и по содержанию пыльцы травянистыми: *Graminea*, *Dipsacaceae*, *Urtica*, *Polygonum*, *Chenopodiaceae*, *Cruciferae*, *Onagraceae*, *Plantago*, *Compositae*, *Artemisia*.

Из древесных растений наблюдалась абсолютно во всех образцах лишь пыльца *Pinus*, к тому же она преобладала (17—72%) над пыльцой всех остальных древесных растений.

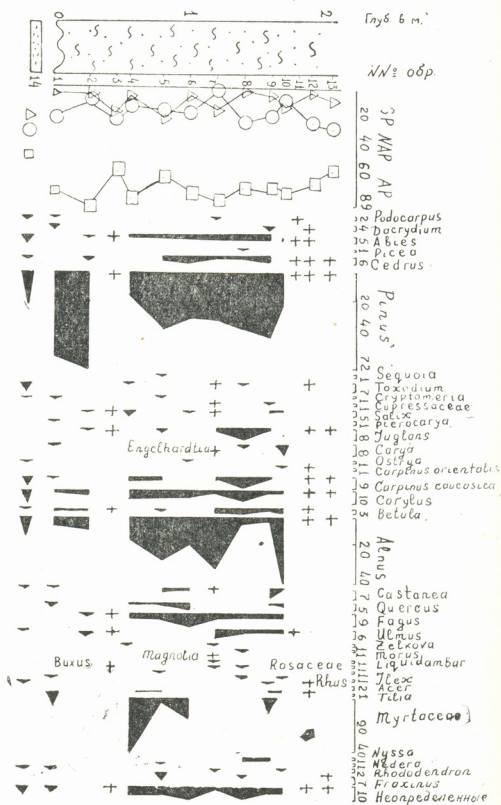


Рис. 1

В окрестностях Цхалтубской пещеры, по данным Е. В. Сохадзе (устное сообщение), в настоящее время произрастают каштан, бук, граб, ольха, хурма, рододендрон, лавровишня, падуб, самшит, берест, клен, инжир, гранат, ясень, грабинник, дуб, акация, папоротники, пыльца большинства которых была обнаружена нами и в спорово-пыльцевом комплексе.

Примечательным является наличие в спектрах пыльцы реликтовых растений: *Dicksonia*, *Cyathea*, *Podocarpus Dacrydium*, *Cedrus*, *Sequoia*, *Taxodium*, *Cryptomeria*, *Cupressaceae*, *Engelhardtia*, *Morus*, *Magnolia*, *Liquidam-*

bar, Myrtaceae, Nyssa, которые ныне не встречаются в растительном покрове Колхиды. Состав и разнообразие этих таксонов позволяют предположительно и лишь условно датировать исследованные отложения плио-плейстоценом.

Результаты палинологических исследований рассматриваемых отложений Цхалтубской карстовой пещеры показали перспективность применения спорово-пыльцевого анализа в изучении карстовых пещер.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт географии  
 им. Вахушти Багратиони

(Поступило 18.12.1987)

ფიზიკური გეოგრაფია

ბ. დეკანოსიძე

წყალტუბოს კარსტული მღვიმის სპორა-მტვრის ანალიზის  
 წინასწარი მონაცემები

რეზიუმე

წყალტუბოს კარსტული მღვიმის თიხების პალინოლოგიური სპექტრების შესწავლის შედეგად დადგინდა, რომ სპორა-მტვრის სპექტრებში ასახული მცენარეულობა, გარდა რელიქტებისა, ძირითადად შეესაბამება კოლხეთის მთისწინა ზოლის თანამედროვე მცენარეულ საფარს.

სპორა-მტვრის სპექტრებში ტაქსონების შემადგენლობა და მათი მრავალფეროვნება საშუალებას გვაძლევს ვივარაუდოთ, რომ წყალტუბოს კარსტული მღვიმის ნალექები პლიო-პლეისტოცენური ასაკისაა.

PHYSICAL GEOGRAPHY

N. V. DEKANOSIDZE

THE PRELIMINARY DATA OF THE SPORE AND POLLEN  
 ANALYSIS OF TSKHALTUBO KARST CAVE

Summary

Based on the palynological spectra of Tskhaltubo karst cave clays it is established that the vegetation in the spore and pollen spectra, besides relicts, is in accordance with the up-to-date vegetation cover of the Colchis submountain region. The taxon composition and their variety in the spore and pollen spectra makes it possible to assume that Tskhaltubo karst cave deposits are of Plio-Pleistocene age.

И. Г. ПЛОТКИНА

## ПРОГНОЗ ЗАИЛЕНИЯ ВОДОХРАНИЛИЩА ПУТЕМ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ ЕГО ВОДНОГО БАЛАНСА

(на примере Ткибульского водохранилища)

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Г. Сванидзе 20.7.1987)

Одной из особенностей, осложняющих эксплуатацию горных водохранилищ, является их интенсивная заиляемость. Расчет и прогноз объема заиления водохранилища необходимы в целях периодического уточнения полезной емкости водохранилища и коррекции эмпирической кривой объемов водохранилища от его уровней.

Ткибульское водохранилище — одно из наиболее быстро заиляющихся водохранилищ Грузии [1]. По данным натуральных промеров призмы заиления, ее объем к 1975 г. составил около 10% от полного объема водохранилища (84 млн. м<sup>3</sup>).

Рост призмы заиления в водохранилище оказывает влияние на значение аккумуляционной составляющей его водного баланса. Поэтому, анализируя водные балансы водохранилища за достаточно длинный период его функционирования, можно исследовать процесс заиления водоема, а в отдельных случаях и прогнозировать его дальнейший ход [2].

Таким методом исследовался процесс заиления Ткибульского водохранилища. С помощью специальной программы для ЭВМ были рассчитаны и проанализированы месячные водные балансы водоема за весь период его эксплуатации.

Уравнение водного баланса в общем виде можно записать в виде

$$\sum \Pi - \sum P - A = H, \quad (1)$$

где  $\sum \Pi$  и  $\sum P$  — соответственно сумма приходных и расходных компонентов водного баланса;  $A$  — расчетная аккумуляция воды в чаше,  $H$  — невязка водного баланса.

$A$  рассчитывается по эмпирической кривой объемов  $W = f(h)$  как разность объемов, соответствующих конечному  $h_k$  и начальному  $h_n$  уровням балансируемого периода:

$$A = W_k - W_n = f(h_k) - f(h_n). \quad (2)$$

$(\sum \Pi - \sum P)$  есть действительная аккумуляция воды, т. е. объем воды, находящийся между уровнями  $h_n$  и  $h_k$  и рассчитываемый по данным наблюдений на гидростворах. Обозначив

$$\Delta W = \sum \Pi - \sum P, \quad (3)$$

уравнение (1) можно переписать в виде

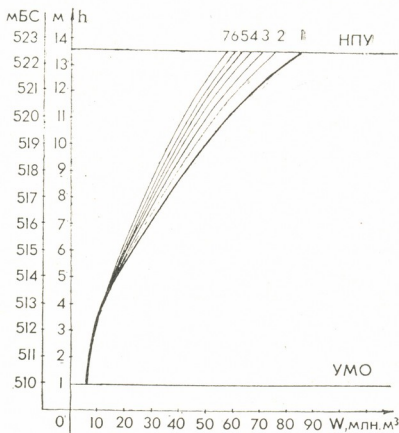
$$\Delta W - A = H. \quad (4)$$

До тех пор, пока ошибка расчета баланса, обусловленная накопившимися в чаше наносами, еще невелика,  $\Delta W$  и  $A$  мало разнятся друг с другом. Однако с образованием призмы заиления достаточно большого размера разность между  $\Delta W$  и  $A$  возрастает.



Для того чтобы скорректировать кривую объемов Ткибульского водохранилища, была поставлена задача: по множеству значений  $\Delta W$ , полученных при воднобалансовых расчетах, построить новую кривую зависимости  $W$  от  $h$ .

Величина  $\Delta W$  зависит от  $h_n$  и  $h_k$ . Так как процесс заилиenia развивается со временем,  $\Delta W$  зависит также и от временного фактора  $t$ . Зависимость  $\Delta W$  от указанных факторов исследовалась методом регрессионного анализа с помощью специальной программы для ЭВМ.



Кривые объемов Ткибульского водохранилища: 1 — эмпирическая кривая; 2 — скорректированная на 1975 г.; 3 — на 1980 г.; 4 — на 1985 г.; 5 — на 1990 г.; 6 — на 1995 г.; 7 — на 2000 г.

В качестве предикторов рассматривались:

- временной предиктор  $\ln t$  ( $t$  — порядковый номер года, начиная от первого года эксплуатации водохранилища);
- толщина слоя аккумуляции  $\Delta h = h_k - h_n$  (м);
- высота расположения этого слоя по профилю водохранилища

$$h = \frac{h_n + h_k}{2} \quad (\text{м относительно нуля поста}).$$

Логарифмическая зависимость от  $t$  выбрана из тех соображений, что процесс заилиenia протекает с уменьшающейся со временем скоростью.

Для Ткибульского водохранилища полученные значения  $h$  находятся в интервале  $h \geq 6$  м. Эта часть была разделена на два интервала:  $6 \text{ м} \leq h < 10 \text{ м}$  и  $h \geq 10 \text{ м}$ .

Были получены следующие уравнения регрессии:

$$6 \text{ м} \leq h < 10 \text{ м}: \quad \Delta W = 5,000 - 1,539 \ln t + 5,445 \Delta h; \quad (5)$$

$$h \geq 10 \text{ м}: \quad \Delta W = 8,957 - 2,567 \ln t + 7,107 \Delta h. \quad (6)$$

Множественные коэффициенты корреляции этих зависимостей соответственно равны 0,85 и 0,91. Предиктор  $h$  не был включен в уравнения (5) и (6), так как слабо коррелировал с  $\Delta W$ .



С помощью уравнений (5) и (6) для 1975, 1980 и 1985 гг. были рассчитаны объемы воды в слоях  $6 \text{ м} \leq h < 10 \text{ м}$  и  $10 \text{ м} \leq h \leq 13,5 \text{ м}$  ( $h = 13,5 \text{ м}$  — НПУ Ткибульского водохранилища). Из-за отсутствия данных воднобалансовых исследований для промежутка  $h < 6 \text{ м}$  объем воды в этом промежутке был скорректирован на величину заиления в нем, рассчитанную по данным о твердом стоке р. Ткибули.

Таким образом, для каждого указанного года были получены опорные точки новых кривых объемов, соответствующие уровням 6 м, 10 м и 13,5 м. По этим опорным точкам путем интерполирования полиномом Лагранжа II степени были построены и сами кривые. Кривые объемов Ткибульского водохранилища (эмпирическая и скорректированные на разные годы) представлены на рисунке.

По отклонению скорректированных кривых от эмпирической можно определить величину заиления для любого уровня водохранилища. Так, суммарная величина заиления для 1975, 1980 и 1985 гг. соответственно составляет 11,7; 17,4 и 22,1% от полного объема водохранилища. Сопоставление полученных результатов с данными натурных промеров показывает удовлетворительную их сходимость.

Наличие временного предиктора  $\ln t$  в зависимостях (5) и (6) позволяет прогнозировать величину заиления водохранилища и положение кривой его объемов на будущее. Так, расчеты, проведенные по описанному алгоритму на 1990, 1995 и 2000 гг., показали, что суммарная величина заиления составит соответственно 26,1; 29,5 и 32,6% от полного объема водохранилища.

Периодическая коррекция полезной емкости водохранилища и кривой его объемов позволяет повысить точность учета и эффективность использования водных ресурсов водохранилища.

Закавказский региональный НИИ  
Госкомгидромета

(Поступило 24.9.1987)

ჰიდროლოგია

ი. კლოტინა

წყალსაცავის მოსილვის პროგნოზი მისი წყლის ბალანსის დინამიკის მიხედვით (ტყიბულის წყალსაცავის მაგალითზე)

რეზიუმე

ტყიბულის წყალსაცავის წყლის ბალანსებში კალაპოტში აკუმულირებული წყლის მოცულობა გამოთვლილი იყო ჰიდრომეტრიული დაკვირვებებით (ნამდვილი აკუმულაცია) და  $W-f(h)$  მრუდით (განგარიშებული აკუმულაცია). ვიდრე წყალსაცავის მოსილვა მცირე იყო, აკუმულაციის ამ მნიშვნელობათა შორის სხვაობაც შემთხვევითი სიდიდით იყო. მაგრამ როცა მან დასაშვებ ზღვარს გადააჭარბა ეს უკანასკნელი მუდმივ ცდომილებად გადაიქცა, რომელიც წყლის ბალანსებში შეუსაბამობათა ტრენდის სახით შედის. ამ ტრენდების რეგრესიულმა ანალიზმა გვიჩვენა, რომ 1985 წლისათვის ტყიბულის წყალსაცავის მოცულობა 22,1%-ით შემცირდა, ხოლო 2000 წლისათვის მისი 32,6% მოსილება. მოსილვის ამ სიდიდეთა მიხედვით შესაძლებელი გახდა წყალსაცავის მოცულობათა მრუდის კორექტირება.

I. G. PLOTKINA

PREDICTION OF RESERVOIR SILTING BY INVESTIGATING  
THE DYNAMICS OF ITS WATER BALANCE (TKIBULI  
RESERVOIR TAKEN AS AN EXAMPLE)

## Summary

Silting of the Tkibuli reservoir has been studied based on the sedimentation dynamics analysis of its water balance for the entire period of its service life. The differences between the inflow and discharge of monthly water balances are taken for real water accumulations in the reservoir bowl as distinct from calculated accumulations, defined by an empiric curve of volumes which ceases to be true when silting reaches a considerable degree. Regressive dependences between real accumulations and reservoir levels and time have been established. Based on these dependences, new curves of silting in the reservoir have been calculated.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Г. Сванидзе, Н. Г. Варазашвили, Г. С. Субхангулова. Труды Закавказского регионального НИИ Гсскомгидромета, 85 (92). М., 1986, 112—121.
2. Г. С. Метревели. Сообщения АН ГССР, 104, № 2, 1981, 381—384.



А. И. КАВЕЛАШВИЛИ, О. Д. ХУЦИШВИЛИ, В. М. ДЖИШКАРИАНИ

## СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПЕЩЕРНОЙ СИСТЕМЫ ЦХАЛТУБСКОГО ИЗВЕСТНЯКОВОГО МАССИВА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Э. П. Гамкрелидзе 2.6.1987)

Развитие карстовых явлений в Цхалтубском известняковом массиве определяется главным образом его тектоническим строением. Рассматриваемая территория относится к Окрибско-Хрентской геотектонической подзоне Грузинской глыбы [1], точнее к ее южной части, которая представлена единой крупной моноклиной с юго-западным падением, кое-где осложненной субширотными брахиформными складками и флексуорообразными изгибами. Из разрывных нарушений следует отметить систему разломов южной Окрибы, обуславливающих надвижение меловых карбонатных толщ на юрские отложения.

Для района характерно двухъярусное строение: на жестком субстрате Закавказского срединного массива, сложенном докембрийскими и палеозойскими кристаллическими породами, залегает осадочный чехол, представленный мезозойско-кайнозойскими отложениями. Система карстовых пещер приурочена в основном к нижнемеловым образованиям, составляющим единый известняковый массив. В сложении последних участвуют начинающиеся базальными образованиями нижнеэокомские толсто- и среднеслонистые доломитизированные известняки мощностью в несколько десятков метров, постепенно сменяющиеся готеривско-барремскими толстослонистыми известняками, преимущественно ургонской фации, мощностью до 150 м.

Формирование как поверхностных, так и подземных форм карстового рельефа определяется размещением в пространстве и взаимным расположением поверхностей раздела различного генезиса — плоскостей напластования, трещинных структур, разрывных нарушений.

В верхнем течении р. Семи, главной водосборной артерии района, на верхнеюрскую пестроцветную свиту без видимого углового несогласия налегают гравелиты, аркозовые и карбонатные песчаники и песчанистые известняки валанжинского возраста с юго-восточными (а. п. ЮЗ  $150-160^\circ \angle 55-60^\circ$ ) падениями слоев. В восходящем разрезе (вниз по реке) падение нижнемеловых известняков постепенно меняет азимут, приобретает южные, а затем юго-западные значения; постепенно уменьшается и угол наклона слоев, падая до  $5-8^\circ$  у подошвы аптских известняков и мергелей, несколько выше с. Цхункури. Такая общая картина залегания нижнемеловых известняков в массиве. Однако местами общее пологое ( $10-15^\circ$ ) моноклиальное падение слоев осложняется резкими флексуорообразными изгибами (верхнее течение р. Семи), вследствие чего углы падения при общих Ю-ЮЗ азимутах плоскостей напластования возрастают до  $40-50^\circ$ , сопровождаясь зонами интенсивной трещиноватости. В верхнем же течении р. Семи фиксируются несколько одинаково ориентированных разрывных нарушений сбросового характера с падением поверхностей сместителя на З-ЮЗ  $250-270^\circ$  под углом  $70-75^\circ$ . В среднем течении реки близ с. Цхункури наблюдается разрывное нарушение того же западного падения, но уже взбросового характера, устанавливаемого разви-

тием в лежащем боку нарушения небольшой приразрывной нали.

Помимо вышеописанных разрывов, нижнемеловые известняки повсеместно затронуты общей трещиноватостью. Наблюдаются трещины различного генезиса, однако наибольшим распространением пользуются перпендикулярные слоистости — первичные планетарные трещины

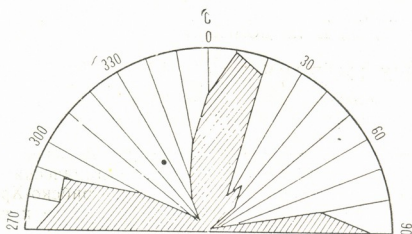


Рис. 1. Простирание трещин в верхнем течении р. Семи

диагенетического происхождения. Чаще всего они не выходят за пределы отдельных слоев, но иногда отмечаются первичные трещины, секущие 2—3 слоя или всю пачку, что, очевидно, происходит при случайном совпадении направлений трещин в соседних слоях. Меньшим

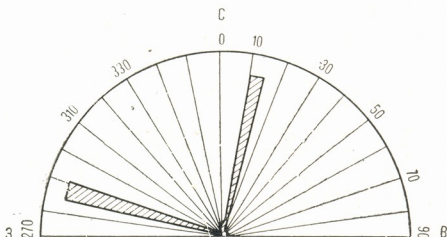


Рис. 2. Простирание трещин в урочище Мелоури

развитием в массиве пользуются трещины более позднего, локально тектонического происхождения, обычно секущие слои под некоторым углом к их поверхности. В некоторых случаях механическая анизотропия пород, обусловленная наличием первичных трещин, была использована при последующих деформациях горных пород и подвижки происходили по направлениям первичных трещин. Таким образом, при любом наклоне относительно поверхности напластования тектонические трещины секут несколько слоев или пачки, что является их главной отличительной чертой.

Данные изучения вышеописанных типов трещин статистически обобщены в виде роз-диаграмм простираний господствующих систем, составленных для отдельных обнажений на поверхности, в том числе в ущелье р. Семи (рис. 1, 2), а также для всех доступных наблюдений пещер (рис. 3, 4, 5).

Анализ вышеизложенного материала по трещиноватости Цхалтубского известнякового массива и развитой в нем пещерной системы показывает, что господствующими являются вертикальные и крутопа-



дающие системы первичных планетарных трещин: а) ориентированные согласно простиранию слоев и б) следующие по направлению падения слоя. Данные системы дают на розах-диаграммах четкие максимумы в субмеридиональном и субширотном направлениях.

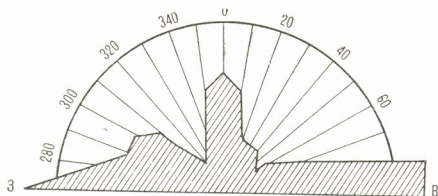


Рис. 3. Простирание трещин в пещере Цхалтубо

Указанные системы господствующих трещин жестко связаны с элементами залегания слоев, меняя вместе с последними свою ориентацию в пространстве, что и доказывает их доскладчатое происхождение.

Кроме того, важнейшими поверхностями раздела являются поверхности напластования, или диастры, азимуты падения которых

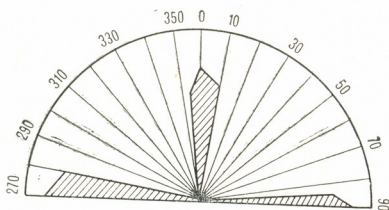


Рис. 4. Простирание трещин в пещере Дидгеле

находятся в диапазоне от 180 до 270°. Углы же падения слоев в основном соответствуют 10—15°, редко достигая значения 25—60°, как правило, в местах развития разрывных нарушений и флексурных перегибов при общем моноклиальном залегании слоев.

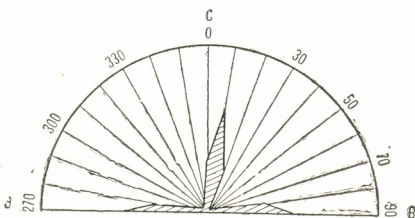


Рис. 5. Простирание трещин в пещере Солкота

Таким образом, сочетание указанных взаимно перпендикулярных крутопадающих субширотных и субмеридиональных систем первичных планетарных трещин и поверхностей раздела слоев создает ту слож-



ную и густую сеть путей миграции подземных вод, которая обусловила формирование весьма сложной, долгоразвивавшейся и многоярусной пещерной системы Цхалтубского карстового массива.

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

(Поступило 4.6.1987)

გეოლოგია

ა. შაველაშვილი, ო. ხუციშვილი, ვ. ჯიშკარიანი

წყალტუბოს კირკვულ მასივზე მღვიმური სისტემის ფორმირების  
სტრუქტურული თავისებურებანი

რეზიუმე

დეტალური სტრუქტურული კვლევებისა და მათ მიხედვით შედგენილი სხივური დიაგრამების საფუძველზე დადგენილია ნაპრალოთა ის ძირითადი სისტემები, რომლებიც განსაზღვრავენ წყალტუბოს კირკვულ მასივზე მღვიმური სისტემების ჩამოყალიბებას.

GEOLOGY

A. I. KAVELASHVILI, O. D. KHUTSISHVILI, V. M. JISHKARIANI

## STRUCTURAL PECULIARITIES OF THE FORMATION OF THE TSKHALTUBO CALCAREOUS MASSIF CAVE SYSTEM

Summary

On the basis of detailed structural studies and the rose diagrams compiled according to them, the main fissure system determining the formation of cave system in the Tskhaltubo calcareous massif has been established.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. П. Гамкрелидзе. В кн.: «Тектоника и металлогения Кавказа». Тбилиси, 1984.



ГЕОЛОГИЯ

Р. А. ГАМБАШИДЗЕ, Г. Г. ГУГУНИШВИЛИ, Д. М. КУПАРАДЗЕ

**НОВЫЕ ДАННЫЕ О СОСТАВЕ МЕЗОЗОИКСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ  
 ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ГРУЗИИ**

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 23.2.1988)

На юрских отложениях восточной периферии Локского выступа кристаллического фундамента залегает толща (мощностью до 200 м) вулканогенно-осадочных и карбонатных образований (туфы, туфопесчаники, мраморовидные известняки). Впервые эти образования описал Г. Абиш и отнес их к сеноманскому ярусу. Затем они изучались разными исследователями в разное время, а в последнее время эта толща включена в состав опретской свиты нижнего сеномана [1].

Обнаруженный недавно палеонтологический материал вынуждает нас пересмотреть вопрос состава и стратиграфической принадлежности рассматриваемой толщи.

Полный разрез исследуемых отложений нами был составлен у восточной окраины пос. Цопи, где наблюдается следующее восходящее напластование:

1. Пропилитизированный диабаз светлосеро-зеленого цвета в контакте с серпентинитом . . . . . 6 м.
2. Светлосерый алевролит . . . . . 20 м.
- $3. km + t$  3. Серый известковистый туффит с прослоями (до 0,4 м) кристаллокластического туфа фиолетовой окраски . . . . . 20 м.
4. Чередование серых кристаллокластических туфов кислого состава и желто-зеленых туфопесчаников . . . . . 9 м.
5. Серовато-коричневый среднеобломочный роговообманковый кристаллокластический туф дацитового состава . . . . . 3 м.
6. Серо-зеленый туфоалевролит . . . . . 4 м.
7. Светло-коричневый песчанистый известняк . . . . . 2 м.
8. Серый среднеобломочный роговообманковый витро-литокластический туф дацитового состава . . . . . 4 м.
9. Бледнорозово-сероватый известковистый туффит дацитового состава с обломками водорослей . . . . . 40 м.
10. Темносеро-зеленая туфобрекчия андезито-дацитового состава . . . . . 3 м.
11. Серый и фиолетовый лито-витрокластический туф андезито-дацитового состава . . . . . 45 м.
- $K_1?$  12. Белый, мергелистый известняк с прожилками кальцита 12 м.
13. Светло-серый мраморовидный известняк . . . . . 50 м.
14. Фиолетовый туфопесчаник . . . . . 4 м.
- $K_2cm$  15. Коричневый песчанистый известняк . . . . . 6 м.
16. Серый среднезернистый туф

Нижняя часть приведенного разреза (пп. I—II) представлена вулканогенно-осадочными, метасоматически сильно измененными породами, в которых отмечается гидротермальное преобразование, выраженное в интенсивном изменении минералов с новообразованием хлорита, хризотил-асбеста, эпидота, офлюкальцита и др. По-видимому, гидротермы поступали по тектоническим нарушениям субмеридионального простирания.

В пачке 3 нами были найдены брюхоногие моллюски *Ptygmatis submirabilis* Pčel. и *Cryptoplocus* (*Conoplocus*) *subpyramidalis* M'nst.), характерные для киммеридж-титонских отложений Крыма и Западной Европы [2].

В залегающих выше мергелистых известняках (п. 12) обнаружены обломки неринеид, принадлежащих к родам *Ptygmatis* и *Elegantela*, а также комплекс микрофораминифер, в составе которого В. А. Тодрия определил *Nautiloculina* ex. gr. *oolithica* Mohl., *Everticyclammina* sp. *Clupeina* sp., *Textularia* sp., *Quinqueloculina* sp. и др. По мнению исследователя этот комплекс микрофауны характерен для стратиграфического интервала киммеридж-валанжин.

На основе вышесказанных данных, всю толщу вулканогенно-осадочных пород и мраморовидных известняков относим к киммеридж-титону, хотя не исключено, что часть разреза (пп. 12—13), представленная мергелистыми и мраморовидными известняками, принадлежит к нижнему мелу. За неимением более достоверных данных этот вопрос пока остается открытым.

В пачке 15 описанного разреза обнаружены брюхоногие моллюски *Plesioplocus karabakhensis* Pčel., *Actaenella caucasica* Zek., *Actaenella khalilovi* G. Aliev сеноманского возраста.

Несколько западнее, в безымянной балке наблюдается аналогичный разрез рассматриваемых отложений с незначительными изменениями мощностей некоторых его составных частей (рис. 1).

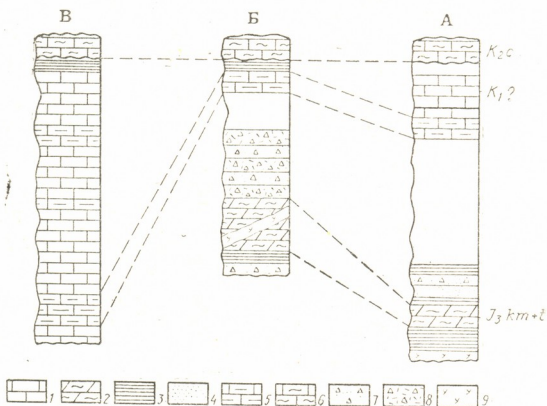


Рис. 1. А — западнее с. Садахло, Б — безымянная балка восточнее карьера цопских известняков, В — карьер цопских известняков. Условные обозначения: 1 — мелкозернистые известняки, 2 — известковый туффит, 3 — пелитовый туф; 4 — туфопесчаники, 5 — мергелистые известняки, 6 — песчаные известняки, 7 — среднеобломочные туфы, 8 — туфобрекчи, 9 — базальтоиды

Непосредственно на карьере известняков представлены аналоги верхней части описанного разреза (пп. 12—14). На мраморовидных известняках залегают пелитовые туфы, а выше следуют коричневые песчаные известняки с *Plesioplocus karabakhensis* Pčel., *Actaenella caucasica* Zek., *A. khalilovi* G. Aliev и др., одновозрастные пачки 15.



Западнее описанная толща мраморовидных и мергелистых известняков обнажается в окрестностях сс. Ходжорни, Опрети и Ульяновка. Восточнее с. Ульяновка, в верховьях правого притока р. Ахкерпи-чай, в нижней части мергелистых известняков, в составе верхнеюрского комплекса микрофауны Ж. Э. Фуркад определил *Alveosepta jaccardi* Schrodft, руководящий вид верхнего оксфорда-нижнего киммериджа.

Новая трактовка возраста вулканогенно-карбонатной толщи района пос. Цопи выдвигает необходимость решения вопроса ее пространственного соотношения с шулаверчайской свитой восточной периферии Локского выступа кристаллического фундамента. Возраст названной свиты авторами (В. А. Комар, Б. П. Высоцкий) условно определяется интервалом бат-неоком. Н. М. Дзоценидзе и Н. Г. Вашакидзе нижнюю, вулканогенно-осадочную толщу (базальты, андезит-базальты, андезиты, их пирокластиты, туфопесчаники) условно датируют келловеем и оксфордом, а залегающую выше осадочную толщу (конгломераты, брекчии, известняки, их песчанистые разности), также условно относят к киммериджу и титону. Исходя из геологического строения района и на основании непосредственного прослеживания выходов цопской толщи по простиранию, предполагается, что, она, скорее всего, должна залегать выше осадочной части шулаверчайской свиты. Нижнюю, вулканогенно-осадочную часть (пп. 2—11) цопского разреза по признаку литофациального состава, скорее всего следует присоединить к шулаверчайской свите, сужая при этом, возраст упомянутой свиты до интервала келловей-киммеридж. При подобной постановке вопроса в состав шулаверчайской свиты помимо упомянутых выше двух толщ следует включить и третью, описанную в разрезе (пп. 12—14) восточнее пос. Цопи.

Сопоставляя верхнеюрские вулканогенно-осадочные образования шулаверчайской свиты района с. Ахкерпи [3] с вулканогенно-осадочными отложениями пос. Цопи, можно отметить, что намечается завышение кислотности в последних. Учитывая это обстоятельство, можно считать, что в данной области Грузии развита верхнеюрская дифференцированная серия: базальт-андезит-дацит, что созвучно с аналогичной обстановкой в Северной Армении и Азербайджане, где степень дифференциации пород доходит до риолита.

Исходя из вышеизложенного история геологического развития восточной периферии Локского кристаллического выступа рисуется несколько иначе, чем это представлялось предыдущими исследователями.

Новые находки палеонтологического материала ставят на повестку дня необходимость отделения толщи вулканогенно-осадочных отложений и мраморовидных известняков от опретской свиты и отнесения их к верхнеюрско-нижнемеловой части разреза осадочного чехла Артвинско-Болнисской глыбы. Достоверность подобного решения подкрепляется присутствием разновозрастных отложений на восточной периферии Храмского кристаллического выступа [4].

რ. ლამბაშიძე, გ. ლუღუნიშვილი, დ. კუპარაძე

ახალი მონაცემები სამხრეთ-აღმოსავლეთ საქართველოს  
მეზოზოური ნალექების შესახებ

რეზიუმე

პალეოზოური კრისტალური ფუნდამენტის ლოქის შვერილის აღმოსავლეთ პერიფერიაზე (სადახლო-ხოჯორნის ზოლი) დადგენილია ოფრეთის წყება. წყების ქვედა, ვულკანოგენურ-დანალექი წარმონაქმნებით აგებულ ნაწილში აღმოჩნდა კიმერიჯულ-ტიტონური ასაკის მუცელფეხიანები, ხოლო მათზე განლაგებული კარბონატული დასტის (მარმარილოსებური კირქვები) ფუძეში იმავე ასაკის მიკროფორამინიფერები. ამის საფუძველზე ეს ნალექები მივაკუთვნეთ კალდოვიურ-კიმერიჯული ასაკის შულავერჩაის წყებას.

GEOLGY

R. A. GAMBASHIDZE, G. G. GHUGHUNISHVILI, D. M. KUPARADZE

NEW DATA ON THE MESOZOIC DEPOSITS OF SOUTH-EASTERN  
GEORGIA

Summary

On the eastern periphery of the Paleozoic crystalline basement Loks salient (Sadakhlo-Khcdjorni region) the Lower Cenomanian Opreti suite has been established. In the lower part of this sequence composed of volcanic-sedimentary deposits Kimmeridgian-Tithonian gastropods have been found, whereas in the lower part of the overlying carbonate beds (marble-like limestones) microforaminifers of the same age are stated. On the strength of these data the part of this sequence containing the mentioned fauna is attributed to the Oxfordian-Kimmeridgian Shulaverchay suite.

1. P. A. Gambashidze. Труды ГИН АН ГССР, новая серия, вып. 61, 1979.
2. В. Ф. Пчелинцев. Мурчисониата мезозоя Горного Крыма. М.—Л., 1965.
3. Д. М. Купарадзе. Geologicky Zbornik- Geologica Carpatica, 38, 1, 1987, s. 101-110.
4. Д. Ю. Папава. Сообщения АН ГССР, 58, № 1, 1970, 113—116.



М. З. ШАРИКАДЗЕ, Т. А. ЛОМИНАДЗЕ, И. В. КВАНТАЛИАНИ

## СЛЕДЫ ПРИКРЕПЛЕНИЯ МУСКУЛОВ НА РАКОВИНАХ КЕЛЛОВЕЙСКИХ И АПТСКИХ АММОНИТОВ

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 10.7.1987)

Данные об отпечатках мускулов мезозойских аммоноидей в литературе встречаются довольно редко [1—6], поэтому каждая новая находка этих структур вызывает большой интерес.

На ядрах и раковинах келловейских (*Quenstedtoceras* и *Longaeviceras*) и аптских (*Phylloporachyceras*, *Euphyllloceras*, *Salfeldiella*, *Tetragonites*, *Hemitetragonites*, *Acanthohoplites*, *Hypacanthoplites*, *Colombiceras*, *Parahoplites*, *Deshayesites*, *Epicheloniceras*, *Melchiorites*, *Zuercherella*, *Pictetia*, *Ptychoceras*, *Pseudocrioceratites* и *Aconeceras*) аммонитов нами обнаружены следы различной конфигурации, которые, скорее всего, являются отпечатками мускулов. Следы прикрепления мускулов к раковине наблюдаются в задней части жилой камеры, в непосредственной близости с последней лопастью линией.

Можно различать три типа мускулов: пару латеральных, вентральный и дорсальный (рис. 1—4). Однако отпечатки всех типов мус-

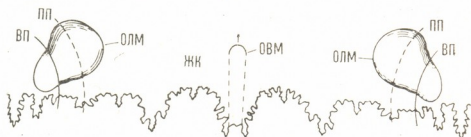


Рис. 1. *Parahoplites transitans* Sinz.; экз. № 8 (103/59);  
D=42,0 (X2). Дагестан, с. Акуша, средний ант. ВП — вентральный перегиб; ПП — пупковый перегиб; ЖК — жилая камера; ОВМ — отпечаток вентрального мускула; ОЛМ — отпечаток дорсального мускула; ОЛМ — отпечаток латерального мускула

кулов на одном образце сохраняются крайне редко. В пределах гидростатических камер обнаружен лишь дорсальный мускульный отпечаток. Кроме того, в жилой и в гидростатических камерах иногда наблюдаются следы перемещения мускулов. По морфологическим признакам вентральный и латеральные отпечатки очень похожи на отпечатки аддукторных мускулов двустворчатых моллюсков. Это обстоятельство может служить еще одним подтверждением того, что изученные нами отпечатки действительно являются следами прикрепления соответствующих мускулов к раковине.

Отпечатки мускулов четко отличаются друг от друга по форме, структуре, местоположению и разрезам. Наиболее крупными среди них являются латеральные.

Вентральный мускульный отпечаток располагается в плоскости симметрии, впереди одноименной лопасти (рис. 1—3). Дорсальный мус-

кульный отпечаток занимает место на дорсальной стороне, в пределах одноименной лопасти (рис. 4). Латеральные мускульные отпечатки расположены по-разному. В большинстве случаев они находятся на пупковой стенке и в нижней части внешней боковой стороны; сравнительно небольшая часть переходит на внутреннюю боковую сторону. Кроме того, у большинства изученных родов они более или менее уда-

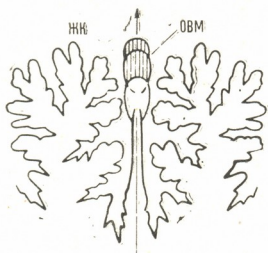


Рис. 2. *Tetragonites duvalianus* d'Orb.; экз. № 8 (401/81); Д=33,0 (х 4). Северо-Западный Кавказ, р. Хокодзь, верхний апт

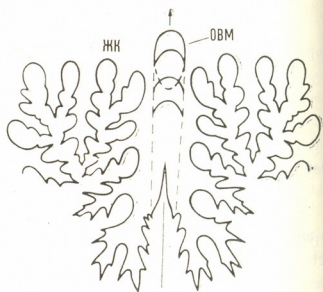


Рис. 3. *Phyllophaceras baborense* Cob; экз. № 8 (403/101); Д=35,0 (х 3,2). Северо-Западный Кавказ, р. Пшеха, верхний апт

лены от лопастной линии и расположены косо по отношению к радиусу.

Форма и размеры латеральных мускульных отпечатков разных родов отличаются друг от друга, в пределах же одного рода эти структуры почти одинаковые. У грубоскульптурованных аммонитов они более крупные, чем у форм, имеющих гладкую или слабоскульптурованную раковину. Вентральный мускульный отпечаток во всех известных случаях почти одинаковый и имеет яйцевидную или грушевидную форму с расширенным передним и узким задним краями. Форма дорсального мускульного отпечатка иногда изменчива даже в пределах одного и того же рода. Он имеет удлинненно-овальную, угловатую или червеобразную форму.

Отпечатки мускулов на внутренних ядрах представлены незначительными возвышенностями, которым на раковинах соответствуют вдавленности. Наиболее рельефны вентральные отпечатки. Места прикрепления латеральных и вентрального мускулов отличаются от остальной поверхности внутреннего ядра своеобразным блеском и наличием многочисленных очень мелких полосок и иногда линий дугообразной формы (рис. 1). Следует отметить, что у разных родов линии и полоски имеют различные очертания. Кроме того, на взрослых экземплярах *Tetragonites* (рис. 2) и *Euphylloceras* в пределах вентрального мускульного отпечатка видны многочисленные мелкие параллельные бороздки, которые, по всей вероятности, являются отражением структуры мускула. На дорсальных и латеральных мускульных отпечатках упомянутые бороздки не были обнаружены. На некоторых экземплярах *Acanthohoplites*, *Colombiceras*, *Parahoplites* и *Epicheoniceras* латеральные мускульные отпечатки ограничены спереди довольно глубоким рубцом. Контур же задней части латеральных и вентрального мускульного отпечатков наблюдается в редких случаях. Контур дорсального мускульного отпечатка довольно рельефный.

Интересно отметить, что у изученных экземпляров на жилой камере часто наблюдается несколько отпечатков вентрального мускула в виде довольно многочисленных и близрасположенных дугообразных линий (рис. 2, 3). Подобное явление не характерно для латеральных и дорсального мускульных отпечатков. По-видимому, при очередном подтягивании вперед в жилой камере животное «отрывало» дорсальный и латеральные мускулы от места прикрепления и без промежуточной остановки медленно передвигало на определенное расстояние и вновь «присасывало» к раковине. В то же время вентральный мускул начинал передвигаться задолго до подтягивания тела живот-

Рис. 4. *Pseudocrioceratites* sp. экз. № 8 (403/92);  
 В=5,8; Ш=5,0 (х 12,5). Северо-Западный Кавказ,  
 р. Пшеха, верхний апт



ного вперед. Перемещение, очевидно, шло дискретно, независимо от других мускулов на небольшие расстояния.

Так как описанные типы отпечатков мускулов существенно отличаются друг от друга, то можно предположить, что соответствующие им мускулы выполняли различные функции. Латеральные отпечатки соответствуют по-видимому, мускулам-ретракторам современного *Nautilus*, которые от заднего конца тела тянулись до головы и прочно сочленялись с головным хрящем. Они, кроме прикрепления тела животного к стенке раковины, втягивания и вытягивания его в жилой камере, возможно, выполняли и плавательные функции. В отличие от Г. Мутвея и Р. Реймента [5], мы считаем, что наличие четырех мускулов у аммонитов, скорее всего, говорит о том, что они были гораздо более активными пловцами, чем современный *Nautilus*.

Таким образом, изученные нами аммониты характеризуются разными по форме, структуре, размерам и другим признакам отпечатками мускулов, т. е. тех органов мягкого тела, которые играли важную роль в жизни животного. Это обстоятельство, естественно, ставит вопрос о возможности их использования в систематике аммонитов. Изучение дополнительного материала с этой точки зрения даст, по нашему мнению, положительный ответ на этот вопрос.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт галеобиологии  
 им. Л. Ш. Давиташвили

Геологический институт  
 им. А. И. Джанелидзе

Грузинский политехнический институт  
 им. В. И. Ленина

მ. შარიკაძე, თ. ლომინაძე, ი. კვანტალიანი

კუნთების მიმაგრების კვალი კალოვიური და აპტიური ამონიტების  
 ნიჟარებზე

რეზიუმე

კალოვიური და აპტიური ამონიტების ნიჟარებზე და შიდა კალაპოტებზე აღმოჩენილ იქნა სამი სახის კუნთის ანაბეჭდი — ვენტრალური, დორსალური და ერთი წყვილი ლატერალური. გამოთქმულია მოსაზრება კუნთების ანაბეჭდების მნიშვნელობის შესახებ ამონიტების სისტემატიკისათვის.

PALAEONTOLOGY

M. Z. SHARIKADZE, T. A. LOMINADZE, I. V. KVANTALIANI

TRACES OF THE ATTACHMENT OF MUSCLES ON THE SHELLS  
 OF CALLOVIAN AND APTIAN AMMONITES

Summary

On the internal casts of the Late Jurassic-Early Cretaceous ammonoid shells muscle scars have been detected, representing three types of muscles: ventral, dorsal and a pair of lateral ones. The muscle scars are assumed to be applicable to taxonomy.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. G. C. Crick. Linnean Soc. London Trans. ser. 2. vol. 7, 1898.
2. D. L. Jones. Journal of Paleontology, v. 35, № 3, 1961.
3. R. Jordan. Beich. Geol. Jb., № 77, 1968.
4. U. Lehmann. Ammoniten: ihr Leben und ihre Umwelt. Stuttgart, 1976.
5. H. Mutvei, R. A. Reymont. Paleontology, vol. 16, part 3, 1973.
6. D. F. B. Palframan. Intern. Union Geol. Sciences, Ser. A. № 1, 1969.



Т. Д. ШУКАКИДZE

ВЛИЯНИЕ АНИЗОТРОПИИ И УПРУГОГО ОСНОВАНИЯ НА ИЗГИБ КОЛЬЦЕВОЙ СЕКТОРИАЛЬНОЙ ПЛИТЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 28.4.1987)

В статье исследуется влияние анизотропии и упругого (по Винклеру) основания на упругий изгиб кольцевой секториальной плиты.

Рассмотрим кольцевую секториальную плиту, ограниченную с боков цилиндрическими поверхностями  $r = a$  и  $r = b$  ( $a \leq r \leq b$ ) и двумя осевыми плоскостями ( $\Theta = \pm \alpha$ ) (рис. 1).

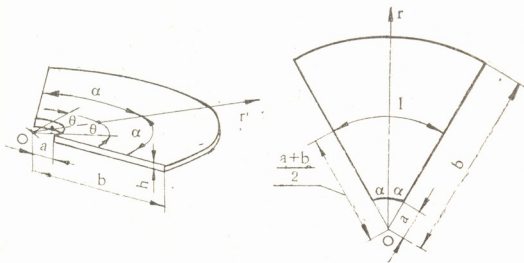


Рис. 1.

Разрешающее дифференциальное уравнение упругого изгиба плиты имеет вид (см., напр., [1]):

$$D_r \frac{\partial^4 \omega}{\partial r^4} + 2 D_{r\theta} \frac{1}{r^2} \frac{\partial^4 \omega}{\partial r^2 \partial \Theta^2} + D_\theta \frac{1}{r^4} \frac{\partial^4 \omega}{\partial \Theta^4} + 2 D_r \frac{1}{r} \frac{\partial^3 \omega}{\partial r^3} - 2 D_{r\theta} \frac{1}{r^3} \frac{\partial^3 \omega}{\partial r \partial \Theta^2} - D_\theta \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \omega}{\partial r^2} + 2 (D_\theta + D_{r\theta}) \frac{1}{r^4} \frac{\partial^2 \omega}{\partial \Theta^2} + D_\theta \frac{1}{r^3} \frac{\partial \omega}{\partial r} = q(r, \Theta) - k\omega,$$

где  $D_r = \frac{E_r h^3}{12(1 - \nu_r \nu_\theta)}$ ;  $D_\theta = \frac{E_\theta h^3}{12(1 - \nu_r \nu_\theta)}$ ;  
 $D_{r\theta} = D_r \nu_\theta + 2 D_k$ ;  $D_k = \frac{G_{r\theta} h^3}{12}$ ;

$\omega$  — прогиб плиты;  $h$  — толщина;  $q(r, \Theta)$  — интенсивность распределенной нагрузки;  $k$  — коэффициент постели;  $E_r$  и  $E_\theta$  — модули упругости в радиальном и тангенциальном направлениях соответственно;  $G_{r\theta}$  — модуль сдвига;  $\nu_r$  и  $\nu_\theta$  — коэффициенты Пуассона.

Удерживая в ряде Фурье [2] лишь первый член разложения, для плиты, свободно опертой по прямолинейным краям, можем прогиб и нагрузку представить соответственно в виде



$$\omega = f(r) \sin \left( \frac{\pi}{2} + \frac{\pi\theta}{2\alpha} \right), \quad q(r, \theta) = \frac{4q}{\pi} \sin \left( \frac{\pi}{2} + \frac{\pi\theta}{2\alpha} \right),$$

что в результате разделения переменных приводит к следующему обыкновенному дифференциальному уравнению четвертого порядка:

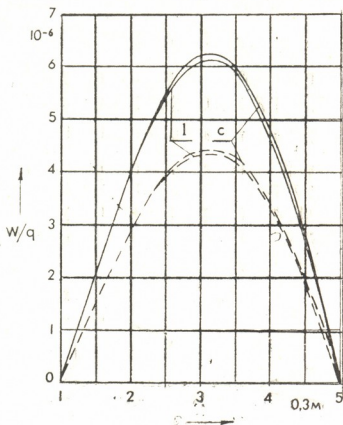


Рис. 2.

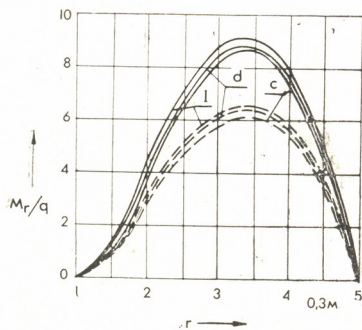


Рис. 3.

$$D_r f^{(4)}(r) + 2 D_r \frac{1}{r} f^{(3)}(r) - \left( D_\theta + D_{r\theta} \frac{\pi^2}{2\alpha^2} \right) \frac{1}{r^2} f''(r) +$$

$$+ \left( D_\theta + D_{r\theta} \frac{\pi^2}{2\alpha^2} \right) \frac{1}{r^3} f'(r) - \frac{\pi^2}{2\alpha^2} \left( \frac{8\alpha^2 - \pi^2}{8\alpha^2} D_\theta + \right. \quad (1)$$

$$\left. + D_{r\theta} \right) \frac{1}{r^2} f(r) + kf(r) = \frac{4}{\pi} q.$$

Для его решения пользуемся методом коллокации, в соответствии с которым функцию  $f(r)$  ищем в виде полинома:

$$f(r) = \sum_{n=0}^m A_n r^n, \quad m = 1, \dots, 12,$$

который удовлетворяет граничным условиям при  $r = a$  и  $r = b$  и дифференциальному уравнению (1) в девяти равноотстоящих точках промежутка:  $a \leq r \leq b$ .

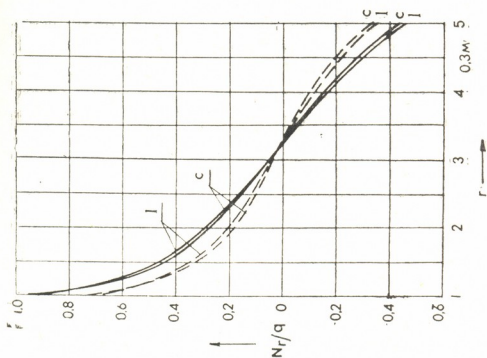


Рис. 5.

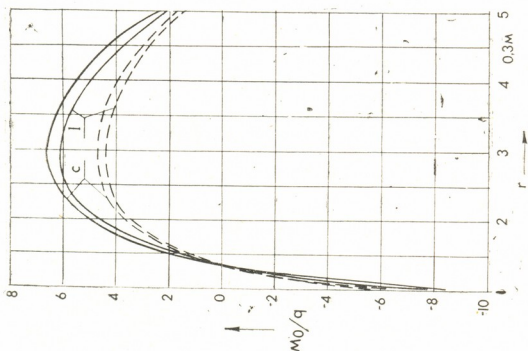


Рис. 4.

Подробно был исследован упругий изгиб кольцевой секториальной плиты ( $a = 0,3$  м,  $b = 1,5$  м,  $h = 0,1$  м,  $\alpha = \frac{\pi}{4}$ ), лежащей на упругом основании при различных значениях упругих констант и вариантах закрепления криволинейных краев. В частности, были рассмотрены следующие случаи: криволинейные края жестко заделаны; шарнирно оперты; внешний край свободен, внутренний заделан и, наоборот; внешний свободно оперт, внутренний свободен и, наоборот, а упругие константы имели следующие значения:

1.  $E_r = 2,2 \cdot 10^7$  კნ/მ<sup>2</sup>,  $E_\theta = 2 \cdot 10^7$  კნ/მ<sup>2</sup>,  $G_{r\theta} = 9 \cdot 10^6$  კნ/მ<sup>2</sup>,  
 $\nu_r = 0,165$ ,  $\nu_\theta = 0,15$ .
2.  $E_r = 2 \cdot 10^7$  კნ/მ<sup>2</sup>,  $E_\theta = 2,2 \cdot 10^7$  კნ/მ<sup>2</sup>,  $G_{r\theta} = 9 \cdot 10^6$  კნ/მ<sup>2</sup>,  
 $\nu_r = 0,15$ ,  $\nu_\theta = 0,165$ .
3.  $E_r = E_\theta = E = 2,1 \cdot 10^7$  კნ/მ<sup>2</sup>,  $\nu_r = \nu_\theta = \nu = 0,157$ .

Вычисления были выполнены с помощью ЭВМ.

На рисунках 2 — 5 изображены эпюры прогибов, моментов и поперечных сил для плиты с шарнирно опертыми криволинейными краями при  $\Theta = 0$ . При этом сплошные линии соответствуют отсутствию упругого основания  $k = 0$ , а пунктирные — его наличию  $k = 10^5$  кн/м<sup>3</sup>. Кривые  $c$  относятся к случаю, когда  $D_r < D_\theta$ , кривые  $d$  — к случаю, когда  $D_r = D_\theta = D_{r\theta} = D$ , а кривые  $e$  —  $D_r > D_\theta$ . Когда масштаб чертежа не позволял изобразить все эпюры, мы ограничивались лишь построением графиков для случаев анизотропии.

Грузинский политехнический институт  
 им. В. И. Ленина

(Поступило 30.4.1987)

საწიგნარო მეცნიერებათა

თ. შუკაკიძე

## ანიზოტროპიისა და დრეკადი ფუძის გავლენა რგოლურ სექტორიალურ ფილის ლუნვაზე

რეზიუმე

რგოლური სექტორიალური ფილის დრეკადი ლუნვის დიფერენციალური განტოლების ამოსახსნელად გამოყენებულია კოლოკაციის მეთოდი.

დაწვრილებით განხილულია დრეკად ფუძეზე მდებარე ანიზოტროპული რგოლური სექტორიალური ფილა კიდეთა დამაგრების სხვადასხვა პირობისა და ფიზიკური მახასიათებლების სხვადასხვა მნიშვნელობის გათვალისწინებით. შედეგები შედარებულია ერთმანეთთან.

STRUCTURAL MECHANICS

T. D. SHUKAKIDZE

## THE EFFECT OF ANISOTROPY AND ELASTIC BASE ON THE BENDING OF AN ANNULAR SECTORIAL DISK

Summary

With a view to solving the differential equation of elastic bending of the sectorial disk the collocation method is used.

For various boundary conditions and different physical characteristics the anisotropic annular sectorial disks supported on elastic bases are considered in detail, and the results are compared.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. Г. Лехницкий. Анизотропные пластинки. М., 1957.
2. Б. Г. Галеркин. Собрание сочинений, том II. М., 1953.



К. Е. ГАБУНИЯ, З. В. КЕМХАДЗЕ

## ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СТРОЕНИЯ ОКИСНЫХ СЛОЕВ НЛС, ОБРАЗОВАННЫХ В АГРЕССИВНОЙ СРЕДЕ СЕРОВОДОРОДА

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 17.4.1987)

Комплексное исследование структуры и строения окисных слоев низколегированной стали (НЛС), образованных при газовой сероводородной коррозии, проводилось с применением рентгеновского аппарата УРС-55А, растрового электронного микроскопа (РЭМ) «Нанолаб 7» фирмы «ОРТОН» (ФРГ) и с помощью рентгеновского микроанализатора МС-46 фирмы «КОМЕКА» (Франция).

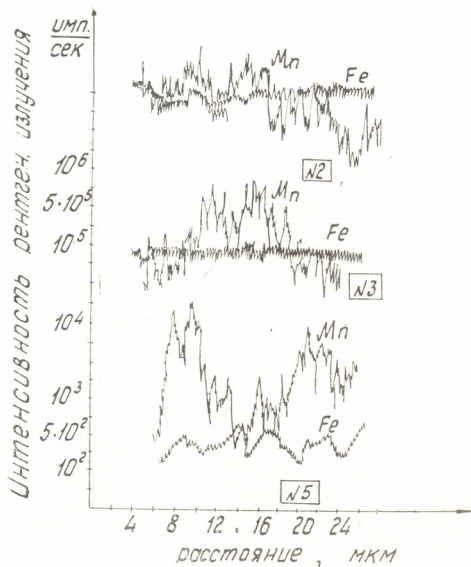


Рис. 1. Кривые распределения марганца и железа в окисной пленке. Линейное сканирование поверхности образцов №№ 2, 3, 5 после коррозионных испытаний

Исследуемые окисные слои были сформированы в агрессивной среде сероводорода — с первого по пятый образцы, и в среде серово-



дорода и кислорода — шестой образец. Длительность окисления — 1, 3, 24, 48, 48,6 часов; везде  $P_{H_2S} = 0,1$  МПа, а в образце № 5 — 1,5 МПа,  $t = 21 - 22^\circ\text{C}$  ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ).

Результаты рентгеноструктурного анализа показали, что все образцы представлены магнетитом ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) разной степени кристаллизации.

Наиболее хорошо окристаллизованы обр. №№ 4—6, хуже все образцы №№ 1—3. В дальнейшем образцы исследовались количественным рентгеноспектральным микроанализом. С помощью полученных диаграмм определены концентрации железа и марганца на поверхности образцов.

Линейное сканирование образцов №№ 1—6, которое происходит в толще глубина—поверхность через окисную пленку, показало неравномерное, неоднородное распределение марганца в железе до и после коррозии. При коррозии марганец из объема НЛС выходит на поверхность (см. рис. 1).

Линейное сканирование также дало возможность определить толщину окисной пленки: для образцов №№ 1—3,  $8 \div 10$  мкм, а для образцов №№ 5—6  $15 \div 20$  мкм.

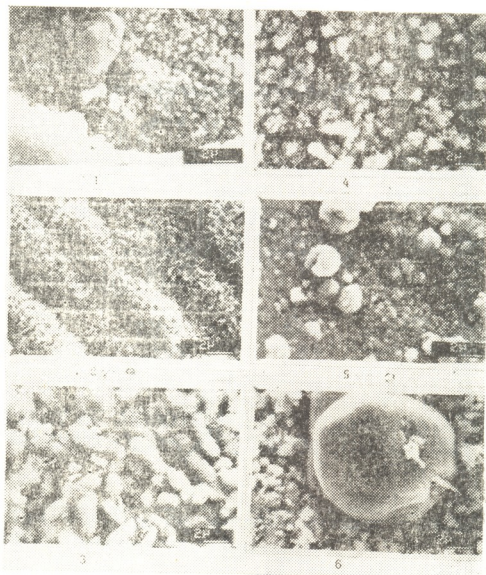


Рис. 2. Электронно-растровые микрофотографии в поглощенных электронах, масштаб 2 мк для образцов №№ 1—6.

Для установления микроструктуры и морфологии окисной пленки было проведено растрово-электронномикроскопическое исследование.



Каждый анализируемый образец покрывался золотом толщиной 120 Å;  $E_0 = 15$  кв, масштаб 2 мк.

Приводим для поверхности каждого образца электронно-растровые микрофотографии в поглощенных электронах. Микроструктура окисных пленок на поверхности каждого образца дендритообразная, пористая, с раковинами и трещинами.

Как показал микрорентгеноспектральный анализ при сероводородной коррозии стали, которая состоит из компонент (Fe, Mn), различающихся по своему положению в электрохимическом ряду напряжений, сталь растворяется (корродирует), сохраняя активное состояние поверхности. При этом марганец с более электроотрицательным потенциалом, чем основа — железо диффундирует из объема сплава к его поверхности. Он не образует защитную пленку — преимущественно растворяется, образуя раковины.

Выход марганца из кристаллической решетки сплава обеспечивает высокий скорости растворения или коррозии даже при обычных температурах и этим способствует преждевременному зарождению трещин, газовых включений и иногда питтингов.

Ясно, что окалина, которая образуется на исследуемых объектах, не защищает, а наоборот, делает более хрупкой и избирательно разрушает поверхность. Видимо, при неравномерной аэрации (омывание воздухом, кислородом) металла осуществляется пространственное разделение окислительно-восстановительной реакции: восстановление кислорода протекает на более аэрируемых участках, а окисление металла — на менее аэрируемых участках поверхности. Локализация процесса окисления приводит к местной коррозии — интенсивному разрушению металла на отдельных участках.

Вышесказанное подтверждается кривыми распределения железа и марганца на поверхности стали и микрофотографиями образцов.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 7.5.1987)

მეტალურგია

ა. ბაბუნია, ზ. ჭიჭინაძე

გოგირდწყალბადის აბრეციულ გარემოში მცირე დროებით აღმოცენებული ფოლადზე წარმოქმნილი ქანგური ფენის სტრუქტურისა და აღნაგობის გამოკვლევა

რეზიუმე

რენტგენოსტრუქტურულმა ანალიზმა აჩვენა, რომ გოგირდწყალბადის აბრეციულ გარემოში ფოლადზე წარმოქმნილი ქანგური ფენა შედგება მხოლოდ მაგნეტიტისაგან. მაგრამ რენტგენოსპექტრული, რადიონობრივი მიკროანალიზით განსაზღვრულ იქნა რკინისა და მანგანუმის კონცენტრაციები, აგრეთვე ქანგური ფენის სისქე ფოლადის ზედაპირზე.

ელექტრონული მიკროფოტოგრაფიებით დადგენილ იქნა, რომ დენდრიტული ქანგური ფენა არ იცავს ფოლადის ზედაპირს და იწვევს მისი ინტენსიური დაშლის პროცესს.

К. Е. GABUNIA, Z. V. KEMKHADZE

ANALYSIS OF THE STRUCTURE AND COMPOSITION OF THE  
LAS OXIDE LAYERS FORMED IN THE AGGRESSIVE MEDIUM  
OF HYDROGEN SULPHIDE

## Summary

Complex analysis of the structure and composition of L A S has been carried out using the X-ray structural, quantitative X-ray spectral microanalyses and electron microscopy.

Iron and manganese concentrations have been determined by quantitative X-ray spectral microanalysis. The thickness of the oxide film has been established by scanning the models.

It is found that oxide films formed in the aggressive medium do not protect but actively destroy the surface of steel samples.



УДК 661.771.011

МЕТАЛЛУРГИЯ

Г. С. БЕГЛАРИШВИЛИ, Т. К. ВАШАКИДЗЕ, Н. А. ВАШАКИДЗЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНТАКТНОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ ПРОКАТКЕ  
 ФАСОННОЙ ПОЛОСЫ В ПРЯМОУГОЛЬНОМ КАЛИБРЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Н. Оклеем 29.5.1987)

Рассмотрим прокатку в прямоугольном калибре раскатов вогнутыми (двойная бочка) контактными поверхностями. При решении задачи учитываем установленный характер распределения контактных касательных напряжений принимая их усредненное значение, т. е. для зоны отставания  $\tau_{cp} = \frac{k}{6}$  и для зоны опережения  $\tau_{cp} = \frac{k}{8}$  [1].

После составления для зоны отставания интегрального уравнения баланса энергии, затраченной при деформации выделенного элемента и деления на  $\Delta h_{np} \Delta x b_c$ , получим

$$p_x = k + \frac{k}{3h_{np}} \int_0^x dx - \frac{2}{h_{np}} \int_0^x p_x \operatorname{tg} \varphi_x dx + \frac{2 f m h_3}{b_c h_{np}} \int_0^x p_x dx - \frac{2 m h_3 \sin \delta}{b_c h_{np}} \int_0^x p_x \sin \varphi_x dx. \quad (1)$$

Здесь  $\omega = \beta \tau_{cp}$ ;

$\beta$ —коэффициент учитывающий влияние среднего главного напряжения на давление;  $\sigma_{cp}$ —истинное сопротивление пластической деформации при простом растяжении (сжатии) с учетом влияния скорости и степени деформации;  $m$ —коэффициент, учитывающий соотношение горизонтального бокового давления к вертикальному удельному (контактному) давлению [2];  $h_3$ —высота заполнения калибра;  $\delta$ —угол наклона боковой стенки калибра;  $h_{np} = \frac{F_0}{B_0}$ , где  $F_0$  и  $B_0$ —соответственно площадь сечения и ширина начальной заготовки.

При составлении уравнения (1) приняты следующие допущения. Принято равномерное распределение удельных давлений по ширине дна калибра и по высоте контактной поверхности металла с боковой гранью калибра [2]. Высота заполнения для зоны отставания взята  $\frac{1}{2} h_3$  и для зоны опережения— $h_3$ .

Для решения уравнения (1) дугу окружности заменяем хордой. Тогда можно написать

$$\operatorname{tg} \varphi_x = \frac{\Delta h_{np}}{2 l_{np}} = \frac{\alpha_{np}}{2}; \quad (2)$$

$$h_{\text{нрх}} = h_{\text{нр}} - \frac{\Delta h_{\text{нр}}}{l_{\text{нр}}} x = h_1 + \frac{\Delta h_{\text{нр}}}{l_{\text{нр}}} (l_{\text{нр}} - x), \quad (3)$$

где  $\Delta h_{\text{нр}}$  и  $l_{\text{нр}}$  — соответственно приведенное обжатие и приведенная длина онага деформации ( $\Delta h_{\text{нр}} = h_{\text{нр}} - h_1$ ;  $l_{\text{нр}} = \sqrt{R \Delta h_{\text{нр}}}$ ).

После преобразования (1) с учетом уравнения (2,3) и допущения  $\sin \varphi_x \approx \text{tg } \varphi_x$ , получим

$$p_x = k \left[ 1 + \frac{x}{3(h_{\text{нр}} - \alpha_{\text{нр}} x)} \right] - \left( \alpha_{\text{нр}} - \frac{2f m h_3}{b_c} + \frac{m h_3 \alpha_{\text{нр}} \sin \delta}{b_c} \right) \frac{1}{h_{\text{нр}} - \alpha_{\text{нр}} x} \int_0^x p_x dx. \quad (4)$$

Умножив уравнение (4) на  $(\alpha_{\text{нр}} - \alpha_{\text{нр}} x)$  и дифференцируя по  $x$ , получим

$$\frac{d p_x}{d x} - \frac{\delta_0 \alpha_{\text{нр}}}{h_{\text{нр}} - \alpha_{\text{нр}} x} p_x + \frac{k \left( \frac{1}{3} - \alpha_{\text{нр}} \right)}{h_{\text{нр}} - \alpha_{\text{нр}} x} = 0, \quad (5)$$

где

$$\delta_0 = \frac{m h_3 (2f - \alpha_{\text{нр}} \sin \delta)}{b_c \alpha_{\text{нр}}}. \quad (6)$$

Решая уравнение (5) относительно  $p_x$ , получим

$$p_x = \frac{k}{\delta_0} \left( 1 - \frac{1}{3 \alpha_{\text{нр}}} \right) + C_0 (h_{\text{нр}} - \alpha_{\text{нр}} x)^{-\delta_0}. \quad (7)$$

Произвольную постоянную  $C_0$  определяем из граничных условий  $p_{x/x=0} = k$ . Тогда

$$C_0 = k h_{\text{нр}}^{\delta_0} \left[ 1 - \frac{1}{\delta_0} \left( 1 - \frac{2}{3 \alpha_{\text{нр}}} \right) \right]. \quad (8)$$

В результате с учетом уравнения (8) уравнение (7) примет вид

$$p_x = k \left\{ \frac{1}{\delta_0} \left( 1 - \frac{2}{3 \alpha_{\text{нр}}} \right) + h_{\text{нр}}^{\delta_0} \left[ 1 - \frac{1}{\delta_0} \left( 1 - \frac{1}{3 \alpha_{\text{нр}}} \right) \right] (h_{\text{нр}} - \alpha_{\text{нр}} x)^{-\delta_0} \right\}. \quad (9)$$

Для зоны опережения составим интегральное уравнение баланса энергии, затраченной при деформации выделенного элемента и разделив на  $\Delta h_{\text{нрх}} \Delta x b_c$ , получим

$$p_x = k + \frac{k}{4 h_{\text{нрх}}} \int_0^x dx + \frac{2}{h_{\text{нрх}}} \int_0^x p_x \text{tg } \varphi_x dx + \frac{4 f m h_3}{b_c h_{\text{нрх}}} \int_0^x p_x dx + \frac{4 m h_3}{b_c h_{\text{нрх}}} \int_0^x p_x \sin \varphi_x \sin \delta dx. \quad (10)$$

Уравнение (10) решаем аналогично как для зоны отставания. Тогда получим



$$\frac{dp_x}{dx} + \frac{\delta_1 \cdot \alpha_{np}}{h_1 + \alpha_{np} x} p_x - \frac{k \left( \frac{1}{2} + \alpha_{np} \right)}{h_1 + \alpha_{np} x} = 0, \quad (11)$$

где

$$\delta_1 = - \frac{2 m h_3 (2 f + \alpha_{np} \sin \delta)}{b_c \alpha_{np}}. \quad (12)$$

Решая уравнение (11) и задавшись граничным условием  $p_{x/x=0} = k$ , получаем

$$p_x = k \left\{ \frac{1}{\delta_1} \left( 1 + \frac{1}{4 \alpha_{np}} \right) + h_1^{\delta_1} \left[ 1 - \frac{1}{\delta_1} \left( 1 + \frac{1}{4 \alpha_{np}} \right) \right] (h_1 + \alpha_{np} x)^{-\delta_1} \right\}, \quad (13)$$

Среднее контактное давление можно определить исходя из формул (9) и (13) с учетом коэффициента внешних зон ( $n''_\sigma$ )

$$\begin{aligned} p_{cp} = & \frac{n''_\sigma k}{\Delta h_{np}} \left\{ \frac{1}{\delta_0} \left( 1 - \frac{1}{3 \alpha_{np}} \right) (h_{np} - h_n) + \right. \\ & + \frac{h_{np}^{\delta_0}}{1 - \delta_0} \left[ 1 - \frac{1}{\delta_0} \left( 1 - \frac{1}{3 \alpha_{np}} \right) \right] (h_{np} - h_n)^{1 - \delta_0} + \\ & + \frac{1}{\delta_1} \left( 1 + \frac{1}{4 \alpha_{np}} \right) (h_n - h_1) + \\ & \left. + \frac{h_1^{\delta_1}}{1 - \delta_1} \left[ 1 - \frac{1}{\delta_1} \left( 1 + \frac{1}{4 \alpha_{np}} \right) \right] [(h_1 + h_n)^{1 - \delta_1} - (2 h_1)^{1 - \delta_1}] \right\}. \quad (14) \end{aligned}$$

Высота нейтрального сечения равна

$$h_n = h_1 + l_{np} \sin \gamma_{np} \quad (15)$$

Для определения  $\sin \gamma_{np}$  составим уравнение равновесия сил в горизонтальном направлении, принимая  $p_x$  равномерным по длине дуги захвата

$$\begin{aligned} & -2 b_c \int_0^x \sin \varphi d\varphi + \frac{1}{3} b_c \int_0^x \cos \varphi d\varphi - 2 b_c \int_0^\gamma \sin \varphi d\varphi - \\ & - \frac{1}{4} b_c \int_0^\gamma \cos \varphi d\varphi - 2 m h_3 \sin \delta \int_\gamma^\alpha \sin \varphi d\varphi + \\ & + 2 f m h_3 \int_\gamma^\alpha \cos \varphi d\varphi - 4 m h_3 \sin \delta \int_0^\gamma \sin \varphi d\varphi - 4 m f h_3 \int_0^\gamma \cos \varphi d\varphi = 0. \quad (16) \end{aligned}$$

Для упрощения принимаем  $\cos \gamma = 1$  и уравнение (16) решаем относительно  $\sin \gamma$ , получаем



$$\sin \gamma_{np} = \frac{b_c [(\cos \alpha - 1)] + \frac{1}{6} \sin \alpha + mh_3 [(\cos \alpha - 1) \sin \delta + f \sin \alpha]}{\frac{7}{24} b_c + 3fmh_3} \quad (17)$$

При расчетах для определения  $a_3$ ,  $m$  и  $k$  можно пользоваться данными работ [2, 3].

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

(Поступило 11.6.1987)

მეტალურგია

ბ. ბაგლარიშვილი, თ. ვაშაკიძე, ნ. ვაშაკიძე

საკონტაქტო წნევის განსაზღვრა ფასონური ზოლის  
სწორკუთხა კალიბრში გლინვისას

რეზიუმე

თეორიულად გადაწყვეტილია საკონტაქტო წნევის განმსაზღვრელი ფორმულა ორმაგი კასრის მქონე ზოლის სწორკუთხა კალიბრში წიბოზე გლინვის შემთხვევისათვის. ამოცანის გადასაწყვეტად გამოყენებულია საკონტაქტო მხები ძაბვების განწილების ხასიათის გასაშუალოებული მნიშვნელობები.

METALLURGY

G. S. BEGLARISHVILI, T. K. VASHAKIDZE, N. A. VASHAKIDZE

DEFINITION OF THE CONTACT PRESSURE DURING THE ROLLING  
OF A SHAPED STRIP IN THE RECTANGULAR CALIBRE

Summary

The paper deals with the problem of contact pressure definition during the rolling of a strip with the double barrel in the rectangular calibre, taking into account the established distribution character of contact tangential stresses.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. С. Вашакидзе. Деформация металла и контактные напряжения при прокатке в калибрах. Тбилиси, 1985.
2. В. М. Клименко. В кн. Теория прокатки (материалы конференции по теоретическим вопросам прокатки). М., 1962.
3. В. И. Зюзин, М. Я. Бровман, А. Ф. Мельников. Сопротивление деформации сталей при горячей прокатке. М., 1964.





Т. Н. ТЕЛИЯ

О ВВОДЕ ФОРМ ГИСТЕРЕЗИСНЫХ ПЕТЕЛЬ  
 В МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ВИБРАЦИОННЫХ МАШИН

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. В. Хвингия 9.6.1987)

Форма петли гистерезиса (ПГ) оказывает влияние на колебания нелинейных механических систем [1, 2]. Целью настоящей работы является проведение численного эксперимента для исследования влияния различных форм ПГ на резонансные колебания нелинейных вибрационных машин.

Для описания формы замкнутой ПГ рассмотрим известные уравнения Н. Н. Давиденкова [3]

$$\vec{P}(x) = kx \mp \beta [(x_0 \pm x)^n - 2^{n-1} x_0^n], \quad (1)$$

где  $\vec{P}(x)$  — гистерезисная сила; стрелка, направленная вправо, относится к восходящей ветви контура ПГ, влево — к нисходящей ветви;  $k$  — коэффициент жесткости упругой системы;  $x_0$  — амплитуда перемещений  $x$ ;  $\beta, n$  — постоянные.

Уравнения (1) являются частным случаем возможных гистерезисных зависимостей и отражают для симметричного цикла степенную зависимость декремента от амплитуды для систем с малым гистерезисом, где при определении упругой энергии можно принять  $k(x_0) = k = \text{const}$ .

Находим декремент колебаний, определяемый как половина относительного рассеяния энергии

$$\delta(x_0) = 1/2 \Delta W / W, \quad (2)$$

где

$$\Delta W = 2^{n+1} (n-1) \beta x_0^{n+1} / (n+1) \quad (3)$$

— рассеиваемая энергия за период колебаний;  $W = kx_0^2/2$  — максимальная упругая энергия. Тогда выражение (2) принимает вид

$$\delta(x_0) = 2^{n+1} (n-1) \beta x_0^{n-1} / k (n+1). \quad (4)$$

Постоянная  $\beta$  определяется путем сравнения площадей петель реальной машины и соответствующей модели (1). Если реальная машина имеет параметры  $x_0$  (мм),  $\Delta \bar{W}$  (кг. мм), то приравнявая  $\Delta \bar{W}$  к  $\Delta W$  согласно (3), найдем

$$\beta = \Delta \bar{W} (n+1) / 2^{n+1} (n-1) x_0^{n+1}. \quad (5)$$

Подставляя значения (5) в выражение (4), получаем

$$\delta(x_0) = \gamma x_0^{n-1}, \quad (6)$$

где

$$\gamma = \Delta \bar{W} / k x_0^{n+1}.$$

Для степенной зависимости декремента от амплитуды (6) можно получить следующее выражение функции начального нагружения [4]



$$P_0(x) = kx(1 + \gamma/4 x^{n-1})^{\frac{n+1}{n-1}}. \quad (7)$$

Имея функцию  $P_0(x)$ , можно установить на основе принципа Мазинга [5] вид гистерезисных уравнений, соответствующих принятой степенной зависимости истинного декремента от амплитуды, для несимметричного цикла

$$\bar{P}(x) = P^{(j)} \pm k(\pm x \mp x_0^{(j)}) \times \left[ 1 + \frac{\gamma}{2^{n+1}} (\pm x \mp x_0^{(j)}) \right]^{\frac{n+1}{n-1}}, \quad (8)$$

где  $P^{(j)}$  — гистерезисная сила, соответствующая предыдущему экстремальному значению перемещения  $x_0^{(j)}$ ;  $j$  — номер этапа нагружения.

Уравнение движения вибрационных машин с одноктактными электромагнитными вибраторами без подмагничивания при питании по схеме однополупериодного выпрямителя в безразмерной форме имеет следующий вид [6]:

$$\begin{aligned} \ddot{\xi} + P(\xi) &= 0,5 Q^2; \\ \dot{Q} &= z(\tau) - \varepsilon(1 - \xi) Q; \end{aligned} \quad (9)$$

$$z(\tau) = \begin{cases} d \sin \tau, & Q(\tau) \geq 0; \\ 0, & Q(\tau) \leq 0, \end{cases}$$

где  $P(\xi)$  есть выражение (7) и (8) в безразмерных координатах

$$P_0(\xi) = c \xi \left( 1 + \frac{\alpha}{4} \xi^{n-1} \right)^{\frac{n+1}{n-1}}, \quad (10)$$

$$\bar{P}(\xi) = P^{(j)} \pm c(\pm \xi \mp \xi_0^{(j)}) \times \left[ 1 + \frac{\alpha}{2^{n+1}} (\pm \xi \mp \xi_0^{(j)}) \right]^{\frac{n+1}{n-1}}$$

В выражения (9) и (10) введены обозначения

$$\begin{aligned} \xi &= x/\delta; \quad \tau = \omega t; \quad Q^2 = \Phi^2/\mu_0 \delta \omega^2 sm; \\ d &= u_0/W\omega^2 \sqrt{\mu_0 \delta sm}; \quad \varepsilon = \delta r/\mu_0 sW^2 \omega; \quad P(\xi) = P(x)/kx_0; \\ k/m &= p^2; \quad c = p^2/\omega^2; \quad \alpha = \gamma \delta^{n-1}, \end{aligned}$$

где  $m$  — приведенная масса;  $x$  — относительная координата реактивной и корпусной частей, отсчитываемая от начального состояния;  $\mu_0$  — магнитная проницаемость воздуха;  $s$  — площадь поверхности магнита;  $\Phi$  — магнитный поток;  $u_0$  — амплитудное значение напряжения;  $\delta$  — начальный зазор;  $r$  — активное сопротивление обмотки;  $W$  — число витков;  $\omega$  — стандартная угловая частота;  $p$  — частота свободных колебаний.

Исследуем влияние различных форм ПГ на резонансные колебания рабочего органа вибрационных машин в режимах основного резонанса (частота колебаний  $p=50$  Гц) и субгармоники ( $p=25$  Гц); для машины ПТ-174 имеем  $x_0=1,2$  мм,  $\Delta W=150$  кг. мм [7].

Путем изменения степенного показателя  $n=2-8$ , в гистерезисных уравнениях (10) реализуются различные формы ПГ, которые вводятся в систему нелинейных уравнений (9) колебаний машины. Для решения задачи интегрирования нелинейных уравнений используется чис-



ленный метод Рунге—Кутты и способ последовательного интегрирования по очередной ветви гистерезисной характеристики. Вычисления проводились на ЭЦВМ ЕС-1040. Для всех форм  $n=2-8$  задача решается методом замены ПГ равновеликой по площади петель с последующим сравнением решений. Сначала принимаем ее в виде  $n=2$ , затем та же петля заменяется петлей  $n=3$  и т. д. Блок-схема решения предусматривает автоматический счет с построением переходных и установившихся законов и ограничения  $\xi$  по зазору  $\delta$  ( $\xi \leq \delta$ ).

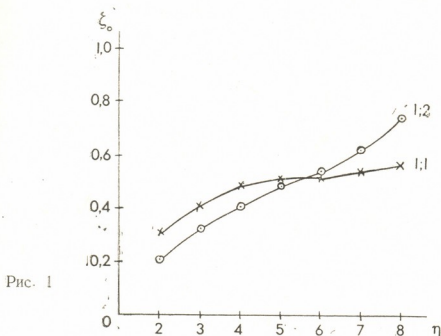


Рис. 1

В результате решения получены амплитудные значения исследуемой системы при различных формах ПГ. Эти результаты показаны на рис. 1. Из анализа графиков следует, что форма ПГ существенно влияет на амплитуду основных (1:1) и субгармонических (1:2) колебаний рабочего органа вибрационных машин. С увеличением степенного

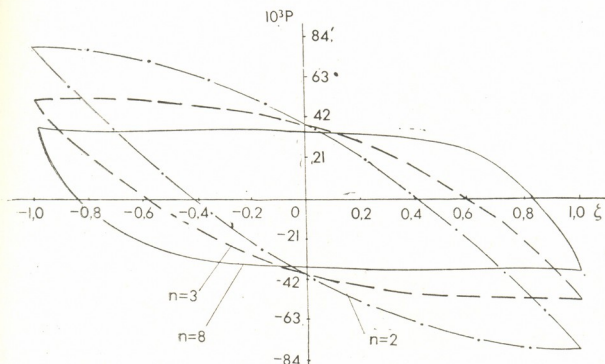


Рис. 2

показателя  $n$ , величины наибольших смещений возрастают. На рис. 2 показаны фрикционные характеристики для значений  $n=2, 3, 8$ . Из этого рисунка следует, что при одинаковых площадях ПГ меняется наклон и форма петли.



В заключение можно сделать вывод о том, что форма ПГ влияет на резонансные колебания нелинейных вибрационных машин и поэтому при расчете таких систем существенным моментом является учет формы петли.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт механики машин

(Поступило 11.6.1987)

მანქანათმშენობლა

თ. თელია

მიზრაციული მანქანების მათემატიკურ მოდელში ჰისტერეზისის მარყუჟის ფორმის შეცვლის შესახებ

რეზიუმე

განხილულია ჰისტერეზისის მარყუჟის ფორმის გავლენა არაწრფივი ვიბრაციული მანქანების რეზონანსულ რეჟიმებზე.

მანქანის მათემატიკურ მოდელში მარყუჟის სხვადასხვა ფორმის შეყვანა, რიცხვითი ექსპერიმენტის მეთოდის გამოყენებით, გვაძლევს არსებითად სხვადასხვა შედეგს.

MACHINE BUILDING SCIENCE

T. N. TELIA

## ON THE INTRODUCTION OF HYSTERESIS LOOPS IN MATHEMATICAL MODELS OF VIBRATION MACHINES

Summary

The influence of hysteresis loops shape on resonance oscillations of non-linear vibration machines is considered.

By changing the shape of a hysteresis loop in the mathematical model of the machine by the method of numerical experiment essentially different results are obtained.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. М. Даринский, С. И. Мешков. Инженерный ж. механ. твердого тела, № 5, 1966.
2. Ю. П. Дьяченко. Сб. «Расчет пространств. стронт. конструкций», вып. 4, Куйбышев, 1974.
3. Н. Н. Давиденков. ЖТФ, т. 8, вып. 6, 1938.
4. В. В. Матвеев. Демпфирование колебаний деформируемых тел. Киев, 1985.
5. G. Masing. Wissenschaftliche Veröffentlichungen aus dem Siemens. Konrern, Bd. 5, 135, 1926.
6. М. В. Хвингя. Динамика и прочность вибрационных машин с электромагнитным возбуждением. М., 1980.
7. М. В. Хвингя, Г. Г. Сулая, В. Н. Гогилашвили, Т. Г. Татишвили. Конструкционное демпфирование в узлах вибрационных машин. Тбилиси, 1973.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

О. М. ДАВИТАШВИЛИ

К ВОПРОСУ УСТАНОВЛЕНИЯ ЭКВИВАЛЕНТНОСТИ  
РЕКУРСИВНЫХ ПРОГРАММ

(Представлено академиком И. В. Прангишвили 16.10.1987)

Одним из наиболее важных результатов теоремы Райса об алгоритмической неразрешимости нетривиальных свойств одноместных частично-рекурсивных функций является установление алгоритмической неразрешимости проблемы эквивалентности программ [1]. Однако для ограниченного класса рекурсивных программ, аналогичных составленным на языках Лисп, Алгол и др., с известными наименьшими неподвижными точками можно сформулировать необходимое и достаточное условие эквивалентности.

Определение 1. Рекурсивной называем программу  $P$  над множеством  $D$ , если она содержит одно или более рекурсивных определений вида  $P: F_i(\bar{y}) = \tau_i[F_i](\bar{x})$ , где  $\tau_i[F_i](\bar{x})$  — функционал над множеством  $[(D^+)^n \rightarrow D^+]$ , построенный из базисных функций и предикатов и функциональной переменной  $F$  с помощью суперпозиции.  $D^+ = D \cup \{\omega\}$ ;  $\omega$  — символ, обозначающий величину «не определено».

Базисные функции и предикаты применяются к индивидуальным переменным  $\bar{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ .

Определение 2. Функцию, определенную рекурсивной программой

$$P_i: F_i(\bar{x}) \leftarrow \tau_i[F_i](\bar{x})$$

и называемую наименьшей неподвижной точкой функционала  $\tau$ , будем в дальнейшем называть наименьшей неподвижной точкой (ННП) программы  $P$  и обозначать  $f_P$ .

Эквивалентность ННП  $f_{P_1}$  рекурсивной программы  $P_1$  и ННП  $f_{P_2}$  рекурсивной программы  $P_2$  на  $\bar{x}$  условимся далее обозначать следующим образом:

$$f_{P_1}(\bar{x}) \equiv f_{P_2}(\bar{x}).$$

Лемма 1. Если рекурсивные программы  $P_1: F_1(\bar{x}) \leftarrow \tau_1[F_1](\bar{x})$  и  $P_2: F_2(\bar{x}) \leftarrow \tau_2[F_2](\bar{x})$  эквивалентны, то  $\forall \bar{x} [f_{P_1}(\bar{x}) \equiv f_{P_2}(\bar{x})]$ .

Доказательство леммы 1 может производиться аналогично доказательству теоремы Вийемана об инвариантных преобразованиях неподвижной точки и непосредственно следует из нее, а также из теоре-

мы Клини о единственности наименьшей неподвижности точки  $f_P$  для каждой программы  $P$  [2].

Лемма 2. Если  $\forall \bar{x} [f_{P_1}(\bar{x}) \equiv f_{P_2}(\bar{x})]$ , то рекурсивная программа  $P_1 : F_1(\bar{x}) \Leftarrow \tau_1[F_1](\bar{x})$  эквивалентна рекурсивной программе  $P_2 : F_2(\bar{x}) \Leftarrow \tau_2[F_2](\bar{x})$ .

Доказательство проведем методом от противного, т. е., в предположении, что  $\forall \bar{x} [f_{P_1}(\bar{x}) \equiv f_{P_2}(\bar{x})]$  и при этом рекурсивные программы  $P_1$  и  $P_2$  неэквивалентны. По определению, ННП представляет собой функции, вычисляемые соответствующими рекурсивными программами. Из эквивалентности ННП следует, что рекурсивные программы  $P_1$  и  $P_2$  не могут быть неэквивалентными, т. е. мы пришли к противоречию. Следовательно, первоначальное предположение о неэквивалентности  $P_1$  и  $P_2$  было неверным, и если  $\forall \bar{x} [f_{P_1}(\bar{x}) \equiv f_{P_2}(\bar{x})]$ , то программы  $P_1$  и  $P_2$  эквивалентны, ч. т. д.

На основе вышеприведенных лемм может быть сформулирована следующая

Теорема 1. Рекурсивные программы  $P_1 : F_1(\bar{x}) \Leftarrow \tau_1[F_1](\bar{x})$  и  $P_2 : F_2(\bar{x}) \Leftarrow \tau_2[F_2](\bar{x})$  эквивалентны тогда и только тогда, когда  $\forall \bar{x} [f_{P_1}(\bar{x}) \equiv f_{P_2}(\bar{x})]$ .

Доказательство непосредственно следует из лемм 1 и 2.

Теорема 1 может быть обобщена на  $n$  рекурсивных программ

$$P_1, P_2, P_3, \dots, P_n.$$

Теорема 2. Рекурсивные программы  $P_1 : F_1(\bar{x}) \Leftarrow \tau_1[F_1](\bar{x})$ ,

$$P_2 : F_2(\bar{x}) \Leftarrow \tau_2[F_2](\bar{x}),$$

$$P_3 : F_3(\bar{x}) \Leftarrow \tau_3[F_3](\bar{x}),$$

$$\dots$$

$$P_n : F_n(\bar{x}) \Leftarrow \tau_n[F_n](\bar{x}),$$

имеющие соответственно ННП  $f_{P_1}, f_{P_2}, f_{P_3}, \dots, f_{P_n}$ , эквивалентны тогда и только тогда, когда выполняется следующее условие:

$$\forall \bar{x} \forall_i \forall_j [f_{P_i}(\bar{x}) \equiv f_{P_j}(\bar{x})].$$

Значение полученного результата состоит в том, что он позволяет устанавливать эквивалентность различных рекурсивных программ, предназначенных для решения одной задачи, спецификаций и их реализаций с использованием наименьших неподвижных точек, составляющих основу денотационной семантики программ.

Грузинский политехнический институт  
имени В. И. Ленина

(Поступило 6.11.1987)

ო. დავითაშვილი

რეკურსიული პროგრამების ეკვივალენტურობის დადგენის  
შესახებ

რეზიუმე

დადგენილია რეკურსიული პროგრამების ეკვივალენტურობის აუცილებელი და საკმარისი პირობები მათი უმცირესი უძრავი წერტილების გამოყენებით.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

O. M. DAVITASHVILI

ON THE PROBLEM OF RECURSIVE PROGRAMS EQUIVALENCE

Summary

Necessary and sufficient conditions for the equivalence of recursive programs based on fixpoint semantics have been formulated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. А. Шоломов. Основы теории дискретных логических и вычислительных устройств. М., 1980, 400.
2. З. Маниа. Киб. сб., нов. сер., 15. М., 1978, 38—100.

УДК 633:15:575:11:115:12

ბენეტიკა და სელექცია

3. ნასყიდაშვილი, ზ. ჯინჯუხაძე, ნ. კორძია

საგვებტაციო პერიოდის ხანგრძლივობის მიმდევრობის სიმინდის საადრეო და საგვიანო ფორმების შეჯვარებით მიღებულ  $F_1$ ,  $F_2$  და ბაქროსულ ( $BC_1$ — $BC_3$ ) თაობებში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა დ. ჯოხაძემ 11.9.1987)

სიმინდის კულტურის გავრცელების უმთავრესი მალიმიტირებელი ფაქტორია სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა. აქედან გამომდინარე, ახალი საწყისი მასალის შექმნის დროს ამ ნიშან-თვისების სურვილისამებრ მართვის საკითხის გამოკვლევას აქვს არა მარტო თეორიული, არამედ პრაქტიკულ-სელექციური მნიშვნელობაც. მაგალითად, საქართველოში სიმინდის მარცვლის წარმოების გადიდებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს საშუალო ვეგეტაციის (105—110-დღიანი) მალაპროდუქტიული ჰიბრიდების გამოყენებას. ასეთი ჰიბრიდებისათვის საწყისი მასალის მიღების ერთ-ერთი პერსპექტიული მიმართულებაა მალალომინაციური უნარის მქონე საგვიანო ხაზების გარდაქმნა საშუალო ვეგეტაციის ხაზებად.

საშუალო ვეგეტაციის საწყისი მასალის მისაღებად გამოვიყენეთ საქართველოში დარაიონებული სიმინდის მარტივი ჰიბრიდების „ენგურისა“ და „მცხეთა 684“-ის მშობელი ხაზები  $Mb_{17}$ ,  $B_{73}$  და  $B_{84}$ . ამ ხაზების სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა აღმოცენებიდან სრულ სიმწიფემდე მერყეობს 124—130 დღის ფარგლებში. ამ ხაზებთან შესაჯვარებლად გამოყენებულ იქნა სიმინდის ადგილობრივი საადრეო ჯიში „სვანური თეთრი“, რომლის სავეგეტაციო პერიოდი აღმოცენებიდან სრულ სიმწიფემდე 95—100 დღეა, ხოლო აღმოცენებიდან ქოჩოჩის ყვავილობამდე 47—50 დღე.

საადრეო საწყისი მასალის მისაღებად გამოვიყენეთ ნაჯერი შეჯვარების (ბეკროსი) და თვითდამტვერვის მეთოდები. ხელოვნური შეჯვარებით მიღებულ მასალას ვთესავდით ე. წ. გაადრეულების სანერგეში, სადაც ყვავილობის პერიოდში ყოველ დანაყოფზე ვატარებდით თითოეული მცენარის სრული ყვავილობის აღრიცხვას. სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა დადგენილ იქნა მისი ერთ-ერთი ფაზის აღმოცენება — ქოჩოჩის სრული ყვავილობის მიხედვით. დაკვირვებამ გვიჩვენა რომ ეს ფაზა სხვადასხვა სავეგეტაციო ჯგუფის სიმინდს სხვადასხვა აქვს და ამავე დროს მათი ხანგრძლივობა ნაკლებად ცვალებადობს წლების მიხედვით. ყოველი მორიგი შეჯვარებისათვის გამოვიყენეთ მხოლოდ საადრეო მცენარეები.

პირველი თაობის შესწავლით გამოირკვა, რომ ჰიბრიდები  $Mo_{17} \times$  სვანური თეთრი და  $B_{73} \times$  სვანური თეთრი საადრეო მშობელზე საადრეო ან საგვიანო მშობელზე უფრო საგვიანო ფორმებს არ იძლევა. ამავე ჰიბრიდების პირველ თაობაში სავეგეტაციო ფაზის „აღმოცენება — ქოჩოჩის ყვავილობის“ შესწავლამ გვიჩვენა, რომ ამ ფაზის საშუალო მაჩვენებელი მერყეობს 53—58 დღის ფარგლებში. ამ ფაზის დომინირების ხასიათის შესწავლით დადგენილ იქნა, რომ პირველ კომბინაციაში ( $Mo_{17} \times$  სვანური თეთრი) მცენარეთა უმეტესობა და მეორე კომბინაციაში ( $B_{73} \times$  სვანური თეთრი) ყველა მცენარე საადრეოა ამ ჰიბრიდების საშუალო მაჩვენებელზე. მსგავსი შედე-





გები მიღებულ იქნა სხვა კომბინაციებშიც. ჰიბრიდ  $Mo_{17} \times$  სვანური თეთრის საშუალო მაჩვენებლის ტოლია 239 მცენარე (54,3%), მასზე 3—6 დღით საგვიანოა 57 მცენარე (13,0%). საშუალო მაჩვენებელზე საადრეოა 3 დღით 135 მცენარე (30,7%) და 6 დღით 9 მცენარე (2,0%).  $B_{73} \times$  სვანური თეთრის კომბინაციაში მიღებულია საშუალო მაჩვენებლის ტოლი 195 მცენარე (30,0%), მასზე 3—6 დღით საგვიანოა 130 მცენარე (20,2%), 3 დღით საადრეოა 238 მცენარე (36,7%), 6—9 დღით საადრეოა 88 მცენარე (13,5%). მიღებული შედეგებიდან გამომდინარეობს დასკვნა, რომ საადრეო და საგვიანო ხაზების შეჯვარებისას პირველ თაობაში დომინირებს ადრეულობა — არასრული დომინირების სახით.  $F_1$   $F_{2-3}$   $BC_1$ ,  $BC_3$  საერთო მონაცემებიდან გამომდინარეობს, რომ რაც უფრო დიდია სხვაობა შესაჯვარებელი ფორმების სავეგეტაციო პერიოდებს შორის, მით უფრო მეტი ხარისხით დომინირებს ადრეულობის ნიშან-თვისება საგვიანოზე.

სავეგეტაციო ფაზის (აღმოცენება—ქოჩოჩის ყვავილობა) ხანგრძლივობა

კომბინაცია	თაობა	მცენარეთა რაოდენობა	დღეთა რაოდენობა ფაზისათვის აღმოცენება—ქოჩოჩის ყვავილობა							
			47—49	50—52	53—55	56—58	59—61	62—64	65—66	
$Mo_{17} \times$ სვანური თეთრი	$F_1$	50	6	22	8	14				
	$F_{2-3} BC_1$	363	3	113	213	18	16			
	$BC_1$	27			18	3	6			
“	$F_2$	136	11	75	42	5	3			
	$F_1$	64	4	32	24	4				
	$F_{2-3} BC_1$	510	44	8	211	136	107	4		
$B_{73} \times$ სვანური თეთრი	$BC_2$	36				30	6			
	$BC_3$	41			3	25	13			
	$F_2$	306	34	45	35	114	57	19	2	
	$BC_1 F_2$	184	7	44	74	52	3	2	2	
	$F_2$	31	2	6	11	7	3	2		
$B_{84} \times$ სვანური თეთრი	$BC_1 F_2$	123	12	4	90	12	4	1		

მეორე თაობის შესწავლით დადგინდა იქნა, რომ ჰიბრიდი  $Mo_{17} \times$  სვანური თეთრის ანალიზირებული 136 მცენარიდან შუალედური მემკვიდრეობა ახასიათებდა 42 მცენარეს (30,9%), საშუალო მაჩვენებელზე 3—6 დღით საგვიანო იყო 8 მცენარე (5,9%) და 3—6 დღით ადრეულია 86 მცენარე (63,2%). მსგავსი შედეგები იქნა მიღებული ჰიბრიდების  $B_{73} \times$  სვანური თეთრის  $F_2$  და  $BC_1 F_{2-3}$ -ში. შესწავლილ იქნა 490 მცენარე. მათგან შუალედური მემკვიდრეობა აქვს 166 მცენარეს (33,9%), საშუალო მაჩვენებელზე 3—9 დღით საგვიანო 75 მცენარე (17,3%) და 3—9 დღით ადრეულია 239 მცენარე (48,7%).  $B_{84} \times$  სვანური თეთრი  $F_2$ -და  $BC_1 F_2$ -ში შუალედური მემკვიდრეობა აქვს 19 მცენარეს (12,3%), საშუალო მაჩვენებელზე 3—6 დღით საგვიანოა 10 მცენარე (6,4%) და 3—9 დღით საგვიანოა 125 მცენარე (81,2%).

ამრიგად,  $F_2$  და  $BC_1 F_2$ -ში მოხდა დათიშვა სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობის მიხედვით. წარმოიშვა როგორც მშობელი ფორმების სავეგეტაციო პერიოდის ტოლი, ისე მათ შორის გარდამავალი ფორმები. დათიშვის ამგვარი უწყვეტი რიგი მიგვანიშნებს, რომ სავეგეტაციო პერიოდის მემკვიდრეობას განსაზღვრავს რამდენიმე გენი. ამასთანავე ცხრილიდან ჩანს, რომ საგვიანო ვეგეტაციის მცენარეები წარმოიშვა შედარებით მცირე რაოდენობით. ეს მოვლენა იმის შედეგია, რომ სვანურ თეთრში სავეგეტაციო პერიოდის განმაპირობებელი გენები ნახევრადდომინანტური თვისებისაა.

საგვიანო ხაზების  $Mo_{17}$ ,  $B_{73}$ ,  $B_{84}$ -ისა და სვანური თეთრის ურთიერთ-შეჯვარებით მიღებული  $F_1$ -ის თვითდამტვერვისას  $F_2$ -ში წარმოიშობა მცენარეთა დიდი რაოდენობა, რომლებიც 3—14 დღით ადრეულია საგვიანო მშობელ ხაზებთან შედარებით. ადრეულ მცენარეთა ეს რიცხვი პროცენტულად არ მცირდება ამ კომბინაციების  $F_2$ — $F_5$ -ში. მაგრამ სხვა სურათი გვაქვს ნაჯერი დამტვერიალების დროს, როდესაც განმეორებითი შეჯვარებისათვის ვიყენებთ  $Mo_{17}$ ,  $B_{73}$ ,  $B_{84}$ -ს. ამ შემთხვევაში მორიგი ბეკროსი იწვევს სავეგეტაციო პერიოდის გახანგრძლივებას, მაგრამ იმ შემთხვევაში, როდესაც ყოველ ბეკროსს მოსდევს თვითდამტვერვა, მაშინ ხდება დათიშვა  $F_2$ -ის მსგავსად და ბეკროსულ თაობებშიც ( $BC_1$ ,  $F_2$ ,  $BC_2$ ,  $F_2$ ,  $BC_3F_2$ ) მნიშვნელოვანი რაოდენობით გამოითიშება საადრეო ვეგეტაციის მცენარეები.

ზემოთ მოტანილი ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე შესაძლებელია ჩამოვაყალიბოთ საგვიანო ხაზების გაადრეულების შემდეგი მეთოდური ღონისძიებანი:

1. რადგანაც ადრეულობა არასრული დომინანტი ნიშან-თვისებაა, საჭიროა ჩავატაროთ ყოველი ბეკროსული თაობის თვითდამტვერვა.

2. თვითდამტვერვის შედეგად გამოთიშული ყველაზე ადრეული მცენარეები უნდა გამოვიყენოთ მორიგი ბეკროსისათვის.

3. ბეკროსისა და თვითდამტვერვის ამგვარი მორიგეობა ქმნის პირობებს არ გახანგრძლივდეს სავეგეტაციო პერიოდი ნაჯერი დამტვერიალების პროცესში და მივიღოთ საგვიანო ხაზების ადრეული ანალოგები.

ამდენად, საადრეო და საგვიანო ფორმების შეჯვარებისას  $F_1$ -ში დომინირებს ადრეულობა არასრული დომინირების სახით.  $F_2$ -ში დათიშვა სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობის მიხედვით ხდება უწყვეტი გარდამავალი რიგის სახით საადრეო მშობლიდან საგვიანომდე, რაც მიგვანიშნებს ამ ნიშანთვისების დამემკვიდრეობის პოლიგენურ ხასიათზე.

ნაჯერი შეჯვარების მეთოდით საშუალო ვეგეტაციის საწყისი მასალის შექმნის დროს მიზანშეწონილია ყოველი ბეკროსის შემდეგ ჩატარდეს თვითდამტვერვა. თვითდამტვერვა ქმნის შესაძლებლობას შევინარჩუნოთ  $BC_1F_2$ -ის დროს მიღწეული ადრეულობის დონე უფრო მაღალ ბეკროსულ თაობებში.

საქართველოს სსრ აკრომრეწვი  
 მიწათმოქმედების ს.-კ. ინსტიტუტი

საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტი

(შემოვიდა 17.9.1987)

## ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

### П. П. НАСКИДАШВИЛИ, З. П. ДЖИНДЖИХАДЗЕ, Н. Р. КОРИДЗЕ НАСЛЕДОВАНИЕ ПРИЗНАКА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА В $F_1$ , $F_2$ И БЕККРОСНЫХ ( $BC_1$ — $BC_3$ ) ПОКОЛЕНИЯХ ПРИ СКРЕЩИВАНИИ РАННИХ И ПОЗДНИХ ФОРМ КУКУРУЗЫ

#### Резюме

При скрещивании позднеспелых линий  $Mo_{17}$ ,  $B_{73}$ ,  $B_{84}$  (со сроком созревания 124—130 дней) с местным скороспелым сортом Сванская белая (с вегетационным периодом 95—100 дней) в  $F_1$  преобладают растения на 3—14 дней скороспелее позднего родителя. В  $F_2$  происходит расщепление по данному признаку и помимо переходящих, выщеп-



ляются растения с вегетационными периодами родительских форм. В  $F_2$  так же, как в  $F_1$  преобладают растения, скороспелее позднего родителя.

GENETICS AND SELECTION

P. P. NASKIDASHVILI, Z. P. JINJIKHADZE, N. R. KORIDZE

INHERITANCE OF THE VEGETATION PERIOD DURATION CHARACTER IN  $F_1$ ,  $F_2$  AND BACKCROSSING  $BC_1$ - $BC_3$  GENERATIONS ON HYBRIDIZATION ON EARLY- AND LATE-MATURING FORMS OF MAIZE

Summary

On the hybridization of late-maturing lines of maize  $Mo_{17}$ ,  $B_{73}$ ,  $B_{84}$  (maturing period 124-130 days) with a local early-maturing variety Svaneturi tetri (vegetation period 95-100 days), plants are prevailing in  $F_1$  whose maturation takes place 3-14 days earlier as compared to their late-maturing parent. In  $F_2$  a splitting according to this character takes place. Besides transitional plants, the ones with paternal vegetation periods are split out. In  $F_2$ , as in  $F_1$ , the early-maturing plants prevail.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Е. Лобашев. Генетика, М., 1969.
2. Ф. Бриггс, П. Ноулз. Научные основы селекции растений, М., 1972.
3. Е. Ринке, Дж. Сентз. Сб. «Продвижение к северу южных форм кукурузы». М., 1964.



ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Р. С. РИЖИНАШВИЛИ, Э. С. МОНИАВА, Н. А. ЗАМБАХИДZE,  
В. М. МОСИДZE

**ВЛИЯНИЕ ОКСИТОЦИНА НА ИМПРИНТИНГ И  
УСЛОВНОРЕФЛЕКТОРНУЮ ПАМЯТЬ**

(Представлено членом-корреспондентом Академии С. П. Нарикашвили 13.11.1987)

Нейрогипофизарный гормон окситоцин обладает очень высокой биологической активностью, поэтому внимание многих исследователей привлечено к изучению характера действия этого нейропептида.

Установлено, что окситоцин в организме человека и животных выполняет разнообразные функции: стимулирует сокращения матки и усиливает лактацию [1], а также оказывает модулирующее действие на процессы памяти [2—4].

Цель настоящей работы — исследование действия окситоцина на импринтинг (запечатлевание) и условнорефлекторную память у цыплят. Эти вопросы совершенно не изучены.

Согласно представлению ряда исследователей, импринтинг является самой ранней формой обучения и образной долговременной памяти [5—7].

Условнорефлекторное поведение изучали на цыплятах 5—7-дневного возраста.

Проведены три серии экспериментов на 33 цыплятах породы белая леггорн. Яйца инкубировали в термостате при 37—38°C и постоянной влажности. За несколько часов перед вылуплением их складывали в отдельные картонные коробки с той целью, чтобы после вылупления у цыплят не происходило взаимного запечатлевания. Цыплят импринтировали в пик сенситивного периода, т. е. в период наилучшего запечатлевания (15—18 часов после вылупления) в аппарате Гесса [5]. Импринт-объектом служил красный шар диаметром 18 см, который мог вращаться по манежу аппарата. Показателем запечатлевания являлась реакция следования за импринт-объектом, которую оценивали по «закону усилия» Гесса [5].

Исследование целенаправленного пищедобывательного поведения с использованием методики обходных путей проведено на цыплятах в следующей экспериментальной обстановке: на столе устанавливали стеклянную перегородку размером 18×36 см, где по одну сторону стекла, на расстоянии 20 см от него, в стартовой камере находился цыпленок, по другую же сторону стекла, в центре, помещали маленький кусочек белка вареного яйца. Справа и слева от стеклянной перегородки имелись коридоры, через которые цыпленок мог проходить к пище. Голодный цыпленок, находящийся в прозрачной стартовой камере, при виде корма за стеклом сильно возбуждался и старался вырваться из него. После освобождения из камеры цыпленок сразу же подбегал к стеклу, стремясь прямо пройти к пище. После нескольких десятков (30—55) бесплодных попыток пройти сквозь перегородку к пище цыпленок находил обходной путь. Таким образом, обходной путь усваивался животным после многих «проб» и «ошибок». Цыпленка из стартовой камеры выпускали через каждые 1,5—2 минуты. После каждого выпуска количество ошибок, допускаемых животным, постепенно уменьшалось. Требовалось до 9—16 про-



ходов к пище для того, чтобы цыпленок хорошо запомнил один из обходных путей (обученные цыплята путь от стартовой камеры до пищи пробегали за 4—6 сек).

Подопытным цыплятам окситоцин (от 0,1 до 0,4 мл) вводили внутривентриально (1 мл содержит 5 МЕ синтетического окситоцина — «Гедесон Рихтер», Венгрия).

В первой серии экспериментов на 15 цыплятах изучали влияние окситоцина на процесс запечатлевания (окситоцин вводили животным до импринтирования).

Следует отметить, что ранее нами [8] на интактных цыплятах было установлено, что реакция следования за импринт-объектом с момента его предъявления возникает через 3—25 мин.

Исследования подопытных цыплят показали, что инъекция 0,1 мл окситоцина в пик чувствительного периода не нарушает процесса запечатлевания: реакция следования у цыплят возникала также быстро, как и у интактных животных, и сохранялась в течение многих дней.

При введении же 0,2 мл окситоцина у цыплят наступало резкое торможение реакции следования за импринт-объектом, которое продолжалось от 50 мин до 1,5 часов. Во время предъявления шара у цыплят отмечалась реакция страха-избегания, которая сопровождалась дистресс-тонами — звуками «недовольства».

При введении 0,3 мл окситоцина реакция следования тормозилась в течение более длительного времени — 2—2,5 часов.

Таким образом, на основании полученных данных можно заключить, что инъекция окситоцина до импринтирования вызывает у цыплят торможение процесса запечатлевания.

Вторая серия опытов проведена на 8 импринтированных цыплятах 3—4-дневного возраста. Все подопытные цыплята до введения окситоцина осуществляли реакцию следования за шаром в быстром темпе.

Через 7—10 мин после инъекции 0,2—0,3 мл окситоцина у цыплят происходило резкое торможение реакции следования за импринт-объектом, которое продолжалось в течение 1—2 часов. Эти данные указывают на то, что окситоцин нарушает процесс воспроизведения следов образной долговременной памяти.

Третья серия опытов проведена на 10 цыплятах следующим образом: одного и того же цыпленка сперва импринтировали в пик чувствительного периода на шар красного цвета. Затем, в течение нескольких дней у него проверяли наличие реакции следования, а когда цыпленок достигал 5—7-дневного возраста, у него по методике обходных путей вырабатывали программу целенаправленного пищедобывательного поведения, в результате чего у одного и того же цыпленка формировались две разные энграммы. При введении 0,2 мл окситоцина у цыплят через 7—10 мин происходило резкое торможение реакции следования за импринт-объектом, в то время как программа целенаправленного пищедобывательного поведения совершенно не нарушалась. Таким образом, определенная доза окситоцина вызывала избирательное блокирование воспроизведения энграммы импринтинга при полном сохранении условнорефлекторной памяти. Только в том случае, когда доза окситоцина была увеличена до 0,4 мл, наступало полное расстройство и условнорефлекторной деятельности на протяжении 1—1,5 часов. Нарушение выражалось в следующем: при виде пищи за стеклом цыплята выбегали из стартовой камеры, но, приблизившись к перегородке, останавливались, затем периодически предпринимали попытки пройти прямо сквозь стекло к корму, но про обходной путь они забывали и добыть пищу не могли. Однако, когда действие окситоцина проходило, сперва у цыплят полностью восстанавливалась программа целенаправленного пищедобывательно-

го поведения, а затем, спустя 2—2,5 часа происходило и восстановление реакции следования за импринт-объектом. Эти факты указывают на то, что энграмма импринтинга по сравнению с условнорефлектор-ной памятью характеризуется более высокой чувствительностью к окситоцину.

Суммируя полученные нами данные, можно заключить, что окси-тоцин обладает амнезирующим влиянием и играет важную роль как в процессах запечатлевания, так и в процессах воспроизведения сле-дов образной и условнорефлекторной долговременной памяти. Наряду с этим, полученные результаты дают основание полагать, что имприн-тинг и условнорефлекторная память имеют разную морфо-функцио-нальную и нейрохимическую организацию.

Механизм амнезирующего действия окситоцина можно предста-вить следующим образом: известно [9], что окситоцин снижает уро-вень норадреналина в гипоталамусе, септуме и стриатуме и уровень серотонина в септуме. Поэтому можно предположить, что влияние окситоцина опосредуется через катехоламинергические системы мозга.

Академия наук Грузинской ССР

Институт физиологии

им. И. С. Бериташвили

(Поступило 19.11.1987)

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

რ. რიზინაშვილი, ე. მონიავა, ნ. ზამბახიძე, ვ. მოსიძე

ოქსიტოცინის გავლენა უთაბეჭდვავზე და პირობითრეფლექსურ  
მეხსიერებაზე

რეზიუმე

წიწილებზე ჩატარებული ცდებით ნაჩვენებია, რომ ნეიროჰიპოფიზარული ჰორმონის ოქსიტოცინის ინტრაპერიტონიალური შეყვანა (0,2—0,4 მლ) იწვევს ამნეზიას, რაც გამოიხატება უთაბეჭდვის პროცესის შეკავებაში და პირობითრეფლექსური მეხსიერების კვალის რეპროდუქციის დარღვევაში.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

R. S. RIZHINASHVILI, E. S. MONIAVA, N. A. ZAMBAKHIDZE, V. M. MOSIDZE

THE INFLUENCE OF OXITOCIN ON IMPRINTING AND  
CONDITIONED-REFLEX MEMORY

Summary

It is shown that the intraperitoneal injection of neurohypophysal hormone oxitocin (0,2—0,4 ml) in chicken provokes amnesia. In particular, injection of oxitocin inhibits the imprinting and destroys the reproduction of conditioned-reflex memory.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. С. Константинова, Ю. В. Наточин. Физиология эндокринной системы. В серии: «Руководство по физиологии». Л., 1979.
2. В. Bohus *et al.* Brain Res., 157, 1978, 414.
3. D. De Wied, D. H. G. Versteeg. Fed. Proc. 38, 9, 1979, 2348.
4. В. Bohus *et al.* In: Neuronal plasticity and memory formation (Ed. C. Ajmone Marsan, H. Matthies) New York, 1982, 75.
5. А. Г. Понугаева. Импринтинг (запечатлевание). Л., 1973.
6. А. Д. Слоним. Среда и поведение. Л., 1976.
7. Н. Тинберген. Поведение животных. М, 1978.
8. Р. С. Рижинашвили, Г. А. Марсагишвили, Л. Д. Джохадзе. Сообщения АН ГССР, 93, № 3, 1979, 697.
9. G. Telegdy, G. L. Kovács. In: Central nervous system effects of hypothalamic hormones and other peptides. (Ed. R. Collu *et al.*) Raven Press, New York, 1979, 189.

## ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

В. С. ШАГИНЯН, Ф. О. ШРАЙБМАН, Г. А. БОЧОРИШВИЛИ

### РАСПОЗНАВАНИЕ РАННИХ ФОРМ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ СЕРДЦА У ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ

(Представлено академиком Т. Н. Ониани 24.2.1988)

Как известно [1—3], адекватно частоте сердечных сокращений (ЧСС) автоматические меняется скорость распространения возбуждения в сердце и окислительно-восстановительных процессов в миокарде. Изменяются также экстра- и интракардиальная гемодинамика и скорость диастолического расслабления и систолического сокращения.

Умеренное увеличение ЧСС (на 30% по сравнению с исходной) вызывает [1] положительное инотропное влияние на сократимость миокарда, увеличиваются скорость нарастания внутрижелудочкового давления, ударный (УО) и минутный объем (МОК) кровообращения, что характеризует «положительную лестницу» Боудича [4], возрастает скорость диастолического расслабления.

Резкая тахикардия, превышающая исходный ритм на 80—100%, повышает диастолическое давление ( $P_d$ ), систолическое давление ( $P_s$ ), при этом снижается [1], в результате чего пульсовое давление ( $\Delta P$ ) уменьшается. Повышается упругое сопротивление миокарда на 46%, что характеризует повышение внутримиекардиального напряжения (ВМН). ВМН может оцениваться по величине отношения  $P_d$  к УО или к  $\Delta P$  с учетом линейной зависимости между УО и  $\Delta P$  [5].

Учитывая возможность взаимосвязи повышенного ВМН с развивающимся при перетренированности перенапряжением сердца у юных спортсменов, мы сделали попытку структурного построения таких показателей ВМН, которые могли бы сигнализировать о ранних формах перенапряжения сердца.

Обследован 51 подросток: 28 юных спортсменов-боксеров основного вида бокса со спортивным стажем от 2 до 4 лет разделены на две группы: I—20 боксеров с хорошей физической работоспособностью; II—8 с пониженной физической работоспособностью; III группу составили 13 юных боксеров экспериментального (нетравматичного) вида бокса со спортивным стажем 1,5—2 года; IV (контрольную)—10 практически здоровых школьников. Возраст всех обследованных был в пределах 13—16 лет, достоверных групповых различий в возрасте не отмечалось. Все испытуемые прошли клиническое обследование, при незначительных патологических изменениях ЭКГ отстранялись от эргометрического исследования.

Проводилась непрерывная одноминутно-ступенчато возрастающей мощности физическая нагрузка  $PWC_{170}$  на велоэргометре типа KE-II (Венгрия) в положении исследуемого сидя на седле с начальной нагрузкой 30 Вт (180 кгм/мин), а затем на каждой последующей одноминутной ступени нагрузка возрастала на такую же величину до достижения ЧСС 170 в минуту. Регистрирующим аппаратом служил электрокардиограф 6 НЕК-3. АД определялось по Н. С. Короткову, ударный объем сердца — по Старру, среднее давление — по Вецлеру и Бегеру. Определялись показатели: индекс расходования ритмо-инотропных резервов (ИРИРС) сердца [6], индекс метаболиче-





ской активности (ИМА) миокарда [7], индекс экономичности работы (ИЭРС) сердца [8].

В основу предложенных нами показателей внутримикардиального напряжения положен индекс эластичности стенки миокарда в диастоле [1]:

$$\text{показатель ВМН-I (на высоте нагрузки)} = \frac{P_d \cdot F \cdot 10^{-1}}{\Delta P \cdot A/\text{кг}}, \text{ где } P_d \text{ — диастолическое давление, мм рт. ст.; } F \text{ — частота сердечного ритма; } \Delta P \text{ — пульсовое давление, мм рт. ст.; } A/\text{кг} \text{ — выполненная работа, кгм на 1 кг массы тела; } 10^{-1} \text{ — множитель для удобства расчета;}$$

показатель ВМН-II, разность величин которого в покое и на высоте нагрузки (dВМН-II) тесно коррелирует с показателем ВМН-I ( $r=0,723$ ;  $p<0,001$ );

показатель dВМН-II-dP<sub>d</sub>·M<sub>y</sub>·F·10<sup>-5</sup>, где M<sub>y</sub>—среднее давление, мм рт. ст.; 10<sup>-5</sup>—множитель для удобства расчета;

коэффициент эффективности гемодинамической производительности (КЭГП) сердца [9].

Сопоставление показателей адаптации к нагрузке PWC<sub>170</sub> у юных боксеров по группам: I—основная, с хорошей физической работоспособностью; II—основная, с пониженной физической работоспособностью; III—группа экспериментального бокса; IV—контрольная (практически здоровые школьники) (M±m)

Группы обследованных	ФР/кг	ВМН-I, усл. ед.	dВМН-II, усл. ед.	ИРИРС, усл. ед.	dИЭРС, усл. ед.	ИМА, МЕ	КЭГП
I (n=20)	22,3 ±0,57	0,35 ±0,029	5,80 ±0,88	5,85 ±0,31	1,82 ±0,14	19,02 ±0,56	3,82 ±0,62
II (n=8)	18,1 ±0,82	0,68 ±0,068	10,54 ±1,51	7,41 ±0,52	2,70 ±0,33	15,80 ±0,78	1,85 ±0,30
P <sub>I</sub> - P <sub>II</sub>	<0,001	<0,01	<0,02	<0,02	<0,05	<0,01	<0,01
III (n=13)	17,28 ±0,44	0,79 ±0,11	7,08 ±1,03	9,06 ±0,65	2,17 ±0,27	16,10 ±0,44	1,47 ±0,20
P <sub>I</sub> - P <sub>III</sub>	<0,001	<0,001	>0,2	<0,001	>0,1	<0,001	<0,001
IV (n=10)	18,10 ±0,88	0,58 ±0,08	4,98 ±0,62	8,11 ±0,90	1,80 ±0,14	16,48 ±0,70	2,51 ±0,54
P <sub>I</sub> - P <sub>IV</sub>	<0,001	<0,02	>0,2	<0,05	>0,5	<0,01	>0,1
P <sub>III</sub> - P <sub>IV</sub>	>0,2	>0,1	>0,05	>0,2	>0,2	>0,5	>0,05

Условные обозначения: ФР/кг—физическая работоспособность на 1 кг массы тела; ИРИРС—индекс расходования ритмо-инотропных резервов сердца [6]; dИЭРС—разность величин экономичности работы [8] сердца в покое и на высоте физической нагрузки; ИМА—индекс метаболической активности миокарда [7]; ВМН-I—внутримикардиальное напряжение по I варианту формулы; dВМН-II—разность величин ВМН по II варианту формулы в покое и на высоте нагрузки; КЭГП—коэффициент эффективности гемодинамической производительности сердца [9].

Таблица иллюстрирует сопоставление показателей адаптационных возможностей к нагрузке PWC<sub>170</sub> у всех групп обследованных. Если снижение физической работоспособности на 1 кг массы тела (ФР/кг) у юных боксеров III (экспериментальной) группы ( $p<0,001$ ) по сравнению с I (основной) группой можно объяснить

детренированностью, близкой к IV (контрольной) группе ( $P_{IV} < 0,001$ ), то у боксеров II (основной) группы (спортивный стаж 2-4 года) снижение ФР/кг объясняется, по-видимому, перетренированностью ( $P_I - P_{II} < 0,001$ ). Показатели у них ВМН-I на высоте нагрузки и dВМН-II значительно выше (соответственно  $p < 0,01$  и  $p < 0,02$ ) по сравнению с I (основной) группой.

Высокие количественные значения ВМН-I и dВМН-II во II (основной) группе сочетаются с увеличением ИРИРС ( $p < 0,02$ ) и снижением экономичности работы сердца (dИЭРС,  $p < 0,05$ ), что указывает на большую «кислородную стоимость» сердечного выброса.

Неадекватная нагрузке резкая тахикардия у спортсменов II (основной) группы рассматривалась как ограничение максимума функциональной активности кардио-респираторной системы в условиях понижения потребления кислорода и истощения резерва скорости окислительно-восстановительных процессов в организме [1], в том числе в миокарде. Таким образом, низкий предел потребления кислорода ограничивает аэробное энергообеспечение организма, при этом усиливается внутримиеокардиальное напряжение (dВМН-II,  $p < 0,02$ ). Практически это находит подтверждение в пониженной физической работоспособности у спортсменов II (основной) группы ( $p < 0,001$ ).

Таким образом, увеличение ВМН-I и dВМН-II в сочетании с увеличением ИРИРС и dИЭРС и снижением величин ИМА и КЭГП на высоте PWC<sub>170</sub> с несомненностью указывает на начальные (ранние) формы перенапряжения сердца (клинически еще не выраженные) у юных боксеров II (основной) группы с признаками перетренированности.

Детский врачебно-физкультурный  
диспансер  
МЗ ГССР

(Поступило 16.3.1988)

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ვ. შაგინიანი, ფ. შრაიბანი, გ. ბოჩორიშვილი

ბულის კუნთის გადაძაბვის ნაადრევი დიაგნოსტიკა მოზარდ  
სპორტსმენებში

რეზიუმე

კლინიკურად გამოკვლეულია 41 მოზარდი მოკრივე და 10 პრაქტიკულად  
ჯანმრთელი მოსწავლე (საკონტროლო ჯგუფი).

შრომის უნარდაქვეითებულ რვა მოკრივეს შიდამიოკარდიალური დაძა-  
ბულობის მაჩვენებლების საშუალებით დაუდგინდა გულის კუნთის გადაძაბვის  
ნაადრევი ფორმა.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

V. S. SHAGINYAN, F. O. SHRAIBMAN, G. A. BOCHORISHVILI  
IDENTIFICATION OF THE EARLY FORMS OF HEART  
OVERSTRAIN IN YOUNG SPORTSMEN

Summary

41 young boxers and 10 practically healthy pupils (as the control group)  
have been clinically investigated. The early forms of heart overstrain were



diagnosed by means of intramyocardial strain indices in 8 boxers with low capacity for physical work.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ц. Р. Орлова, Е. П. Каразеева, Қ. М. Тумаркина и др. Кардиология, 4, 1977, 101—106.
2. А. В. Виноградов, А. Т. Культербаев, Е. Б. Новикова. Кардиология, 11, 1970, 55—58.
3. А. А. Коротков, В. М. Шпилькин, Ц. Р. Орлова и др. Кардиология, 4, 1972, 63—71.
4. Н. Р. Bowditch. Ber. Sächs. Ges. Akad. Wiss., 1871.. 1871, 652-683.
5. Н. Г. Доброхотов, В. Б. Фуки. Кардиология, 7, 1978, 81—86.
6. В. Д. Чурин. Кардиология, 2, 1976, 91—97.
7. Д. М. Аронов, Л. В. Жукова. Кардиология, 1, 1983, 75—79.
8. А. А. Дзизинский, Б. А. Черняк, С. Г. Куклин и др. Кардиология, 2, 1984, 68—72.
9. В. С. Шагинян, В. П. Ковтун. Сообщения АН ГССР, 96, № 1, 1979, 185—188.

Л. К. ПХАЛАДЗЕ, Г. Р. МАЧАРАШВИЛИ, М. Э. ГОГЕБАШВИЛИ

## ДЕЙСТВИЕ МАЛЫХ ДОЗ ГАММА-РАДИАЦИИ НА РЕГЕНЕРАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЗОНЕ СРАСТАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ТРАНСПЛАНТАТОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. М. Заалишвили 26.5.1988)

Исследование закономерностей формирования биологической реакции растительного организма на воздействие различных физических факторов в настоящее время приобретает не только теоретическое, но и практическое значение. В этом аспекте определенный интерес представляют исследования малых доз гамма-радиации, при воздействии которых наблюдается эффект радиостимуляции, способствующий их широкому использованию в различных биотехнологических процессах [1].

Целью наших исследований было изучение действия малых доз гамма-радиации на регенерационные процессы при срастании растительных трансплантатов. Согласно структурно-метаболической теории, малые дозы гамма-радиации воздействуют на регуляторные системы растения и способствуют синтезу триггер-эффекторов: гиббереллинов, ауксинов и цитокининов [2]. Этим же соединениям принадлежит важнейшая роль в регуляции пролиферативной активности каллусных клеток и их цитодифференциации [3]. Исходя из вышеизложенного для исследования действия малых доз гамма-радиации на тканевую регенерацию в зоне срастания растительных трансплантатов нами изучены два основных звена этого процесса — биологическая активность эндогенных фитогормонов, выполняющих регуляторную функцию, и восстановление проводящей системы, являющееся завершающим этапом регенерационных процессов при срастании.

Объектом исследования служили прививки винограда. Гамма-облучение проводили на кобальтовых установках в интервале доз 5,0—6,5 Гр, анализ биологической активности эндогенных фитогормонов — по Кефели с соавторами, Джонсу, Франклинну—Верингу, Биддингтону—Томасу [4]. При определении хроматографических зон локализации исследуемых фитогормонов использовали их синтетические аналоги: индолил-3-уксусную кислоту (ИУК), абсцизовую кислоту (АБК), гиббереллиновую кислоту (ГК<sub>3</sub>), зеатин (З). Интенсивность восстановительных процессов определяли путем регистрации перетока меченого по фосфору ортофосфата натрия через зону срастания [5].

Проведенные исследования показали, что предпрививочное гамма-облучение малыми дозами оказывает существенное влияние на регуляторный механизм тканевой регенерации в зоне срастания. Так, на рис. 1, А приведены гистограммы, отражающие биологическую активность эндогенных гиббереллинов в зоне срастания. Данные, полученные по интенсивности прироста гипокотилей элюатами различных хроматографических зон, свидетельствуют о стимулирующем влиянии гамма-радиации на активность эндогенных гиббереллинов при облучении. Видно, что у варианта с облучением наблюдаются снижение активности в зонах с Rf 0—0,1 и 0,3—0,4 и увеличение в зонах с Rf 0,1—0,2 и 0,5—0,9. Однако особое значение имеет изменение биологической активности в зоне с Rf 0,5—0,6, так как эта зона соответ-

ствуется зоне локализации синтетического метчика ГК<sub>3</sub>. После облучения активность этой зоны составляла 225%, что на 25% выше контроля.

Анализ действия малых доз гамма-радиации на биологическую активность эндогенных ауксинов также показал значительные изменения. На гистограмме, представленной на рис. 1 В, видно, что после облучения биологическая активность зон с Ri 0,2—0,7 возрастает, а с Ri 0,1—0,2 снижается. Однако активность зоны локализации ИУК с Ri 0,3—0,4 возрастает до 248% при 210% в варианте без облучения.

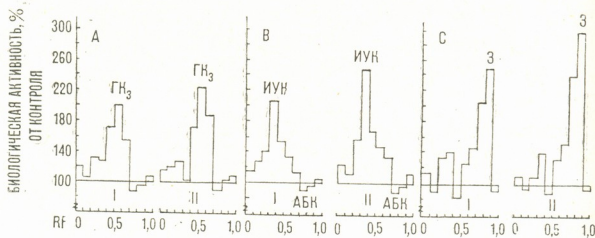


Рис. 1. Действие малых доз гамма-радиации на биологическую активность эндогенных фитогормонов в зоне срастания растительных трансплантатов; А — гиббереллины, В — ауксины и абсцизовая кислота, С — цитокинины, I — прививка необлученных растений, II — вариант с облучением

Аналогичная закономерность изменения биологической активности была обнаружена при изучении эндогенных цитокининов. На рис. 1, С представлены результаты этих исследований. Анализ пострadiационного изменения цитокининовой активности показал стимулирующее действие малых доз гамма-радиации. Так, зона локализации физиологически активного цитокинина — зеатина (Ri 0,8—0,9) после гамма-облучения на 56% превосходила по биологической активности вариант без облучения.

Взаимоотношение различных классов фитогормонов является одной из общих особенностей гормональной системы регуляции физиолого-биохимических процессов у растений и состоит в том, что в регуляции каждого процесса участвуют фитогормоны, влияющие на него в противоположных направлениях, что создает гибкую систему управления этими процессами [6]. В этой связи следует отметить, что при облучении малыми дозами стимуляция биологической активности эндогенных гиббереллинов, ауксинов и цитокининов наблюдалась на фоне стабильной активности абсцизовой кислоты (рис. 1, В) — одного из важнейших фитогормонов ингибиторного типа [7]. При анализе полученных данных следует учитывать и то обстоятельство, что суммарный эффект от повышения биологической активности перечисленных фитогормонов может значительно превосходить количественное выражение каждого из них в отдельности, так как при регуляции регенерационными процессами гиббереллины, ауксины и цитокинины выступают в качестве синергистов по отношению друг к другу и антагонистами по отношению к абсцизовой кислоте [7, 8].

Таким образом, на основании проведенных исследований можно заключить, что малые дозы гамма-радиации могут выступать в качестве фактора воздействия на фитогормональную систему, регулирующую интенсивность и направленность регенерационных процессов в зоне срастания прививки.



Для того чтобы оценить, как данное явление реализуется в процессе формирования проводящей системы, нами проведены исследования, в которых критерием интенсивности регенерационных процессов служило восстановление ксилемного транспорта через зону срастания растительных трансплантатов. Известно, что переток радиофосфора через зону срастания препятствует раневой каллус [5]. Следовательно, появление радиоактивной метки в прививочной части возможно после восстановления и начала функционирования проводящей системы. Данные этих исследований представлены на рис. 2 в форме процентного содержания радиоактивной метки по отношению к общей радио-

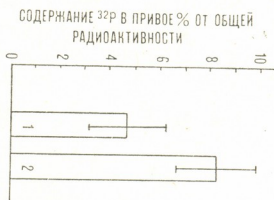


Рис. 2. Действие малых доз гамма-радиации на восстановление радиоиндикаторной метки в прививочную часть привитого растения: 1 — прививка необлученных растений, 2 — вариант с облучением

активности прививки. Видно, что у облученных прививок переток радиометки через зону срастания почти в 2 раза превосходит контроль. Этот факт свидетельствует о том, что в результате облучения малые дозы гамма-радиации способны стимулировать регенерационные процессы в зоне срастания. Воздействуя на регуляторную систему, облучение способствует интенсивному протеканию пролиферативных процессов и цитодифференцировке раневого каллуса, в результате чего происходит более ускоренное восстановление проводящей системы. Это обстоятельство имеет первостепенное значение для качества срастания прививок и жизнеспособности привитого растительного организма, что может иметь не только теоретическую, но и прикладную значимость.

Грузинский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной радиологии Госагропрома Грузинской ССР

(Поступило 10.5.1988)

ბიოფიზიკა

ლ. ფხალაძე, გ. მაკარაშვილი, ა. გოგიაშვილი

გამა-რადიაციის დაბალი დოზების მოქმედება მცენარე ტრანსპლანტატების რეგენერაციულ პროცესებზე შეხორცების ზონაში

რეზიუმე

მცენარე ტრანსპლანტატების გამა-რადიაციის დაბალი დოზებით დასხივება ხელს უწყობს ნამყენის შეხორცების ზონაში რეგენერაციული პროცესების ინტენსიურ მიმდინარეობას. ერთ-ერთი ძირითადი პროცესი, რომელიც საფუძვლად უდევს ამ რადიობიოლოგიურ ეფექტს არის, პოსტრადიაციულ პერიოდში ენდოგენური ჰიბერელინების, აუქსინებისა, და ციტოკინინების ბიოლო-



გიური აქტივობის ცვლილება, და გამტარი სისტემის უფრო ინტენსიური აღდგენა.

სავარაუდოა, რომ აღნიშნულ მოვლენას შეიძლება ჰქონდეს არა მარტო თეორიული, არამედ პრაქტიკული მნიშვნელობაც.

BIOPHYSICS

L. K. PKHALADZE, G. R. MACHARASHVILI, M. E. GOGEBASHVILI

THE EFFECT OF LOW DOSES OF GAMMA-IRRADIATION ON  
REGENERATION PROCESSES AT THE COALESCENCE ZONE  
OF PLANT TRANSPLANTS

Summary

It is shown that the action of low doses of gamma-irradiation on plant transplants intensifies the regeneration processes in the grafting zone.

One of the basic processes underlying this radiobiological effect is the change of the biological activity of endogeneous gibberellins, auxins and other phytohormones in the post-irradiation period and intensive regeneration of the vascular system. This phenomenon can be both of theoretical and practical value.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. М. Кузин, Д. А. Каушанский. Радиационно-биологическая технология, М., 1984.
2. А. М. Кузин. Структурно-метаболическая теория в радиобиологии. М., 1986.
3. Ф. Уоринг, И. Филлипс. Рост растений и дифференцировка. М., 1984.
4. В. И. Кефели. Рост растений и природные регуляторы. М., 1977.
5. В. С. Семиц, А. П. Филипп, В. И. Килиянчук. Меченые атомы в плододоводстве и виноградарстве. Кишинев, 1972.
6. О. Н. Кулаева. Гормональная регуляция физиологических процессов у растений на уровне синтеза РНК и белка. М., 1982.
7. D. C. Walton. Plant Physiology, 31, 1980.
8. P. F. Wareing. Nature, 181, 1958.



Т. О. ХАЧИДЗЕ, Н. И. ШЕНГЕЛИЯ

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ В ГРАДИЕНТЕ ПЛОТНОСТИ ХЛОРИСТОГО ЦЕЗИЯ ДНК НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА *Triticum* L.

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 15.6.1987)

На сегодняшний день изучение сельскохозяйственно важных растений, к числу которых принадлежит пшеница, является одной из главных задач современной биологии и селекции.

Геном эукариот представляет собой сложную систему. В большинстве случаев, наряду с уникальными последовательностями, которые представлены генами, содержится значительное количество повторов. Знание структуры и функций всех без исключения звеньев этой системы, возможных механизмов взаимодействия между ними позволит построить истинную картину структурной и функциональной организации генома.

Пшеница принадлежит к роду *Triticum* и встречается в природе в ди-, тетра- и гексаплоидных формах. Особо следует выделить важные для народного хозяйства гексаплоидные виды, которые возникли путем естественной гибридизации трех диплоидных форм. Все гексаплоидные (мягкие) сорта пшеницы содержат 42 хромосомы и имеют геномную формулу AABBDD. При помощи селекционных работ получены анеуплоиды по 21 паре хромосом, что позволило оценить роль отдельных хромосом для экспрессии продуктов [1].

С целью выявления специфических особенностей генома проводился анализ ДНК некоторых видов рода *Triticum* при помощи равновесного ультрацентрифугирования. Метод аналитического равновесного ультрацентрифугирования в градиенте плотности позволяет выявить характер распределения ДНК, и тем самым предоставляется возможность судить о гетерогенности молекул ДНК по нуклеотидному составу.

Особый интерес представляют эндемные пшеницы Грузии. В качестве объекта исследования были выбраны некоторые представители рода *Triticum* L. (*T. macha* Men. et Erith; *T. timopheevi* Zhuk; *T. georgicum* Men; *T. dicoccum* Shült; *T. persicum* Vav; *T. persicum* „Дика“; *T. persicum* „Дика“ *dzavaheticum*).

Двухнедельные проростки пшеницы гомогенизировали в жидком азоте до порошкообразного состояния и заливали смесью, содержащей 0,1 М трис-НСl, 0,15 М NaCl, 0,1 М ЭДТА, 2%-ный додецилсульфат натрия, рН 8,0. Дальнейшее выделение ДНК проводили по несколько видоизмененному методу Мармура [2]. Суспензию инкубировали 30 мин при 60°C. Далее суспензию встряхивали для более полного лизиса в течение 2 ч при комнатной температуре. Для депротенизации к суспензии приливали равный объем смеси хлорохорм-





изоамиловый спирт (24:1) и встряхивали в течение 30 мин, затем суспензию центрифугировали при 4500 об/мин (центрифуга К-24, ГДР). Отбирали водный слой и вновь центрифугировали. Процесс депротенизации продолжали до тех пор, пока в интерфазе не исчезал белковый слой. Затем к водному слою добавляли 2,5 объема охлажденного этилового спирта. Осажденные нити ДНК наматывали на стеклянную палочку, растворяли в  $0,1 \times \text{SSC}$  ( $1 \times \text{SSC} - 0,15 \text{ M NaCl}, 0,015 \text{ M}$  цитрат натрия, pH 7,0) и прибавляли 1/10 часть  $10 \times \text{SSC}$ . Раствор ДНК инкубировали с РНКазой (100 мкг/мл) при  $37^\circ\text{C}$  в течение 30 мин. (Предварительно 2%-ный раствор РНКазы прогревали в  $1 \times \text{SSC}$ , pH 5,0 при  $90^\circ\text{C}$  в течение 10 мин для удаления следов ДНКазы). Для удаления РНКазы раствор снова депротенизировали смесью хлороформ-изоамиловый спирт и ДНК осаждали холодным этиловым спиртом. Нити ДНК наматывали на стеклянную палочку и растворяли в

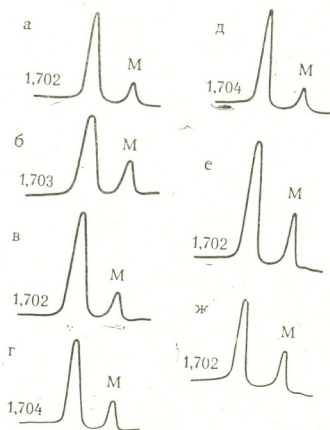


Рис. 1. Распределение ДНК в градиенте плотности CsCl: а—*T. macha*, б—*T. timopheevi*, в—*T. georgicum*, г—*T. dicoccum*, д—*T. persicum*, е—*T. persicum* „Дика“, ж—*T. persicum* „Дика“ *dzavacheticum*, М—ДНК *Micrococcus lysodeikticus*

$0,3 \text{ M CH}_3\text{COONa}$ ,  $10^{-3} \text{ M}$  ЭДТА, pH 7,0. К раствору при непрерывном перемешивании добавляли по каплям 0,54 объема изопропилового спирта. выпадающие в осадок нити ДНК наматывали на стеклянную палочку, промывали последовательно 70-, 80- и  $96^\circ$ -ным холодным этиловым спиртом и растворяли в  $0,1 \times \text{SSC}$ . Раствор ДНК хранили в замороженном виде при  $-20^\circ\text{C}$ .

Выделенные подобным способом препараты ДНК пшеницы характеризовались следующими спектральными показателями:  $A_{260}/A_{280} = 1,6-1,8$  и  $A_{260}/A_{230} = 2,0-2,1$ .

Концентрацию препаратов ДНК определяли по Бартону [3].

Аналитическое равновесное ультрацентрифугирование в градиенте плотности CsCl проводили на ультрацентрифуге MOM-3170 (Венгрия), снабженной УФ-оптической системой регистрации, при 40 000 об/мин ( $25^\circ\text{C}$ , 20 ч) по методу Шилдкраута и соавт. [4] в присутствии ДНК *M. lysodeikticus* (плавучая плотность  $1,731 \text{ г/см}^3$ ).



Фотопластинки УФШ-3 фотометрировали на микрофотометре G11 в сочетании со стандартным комплексационным самописцем GIBI («Carl Zeiss», ГДР).

Методом аналитического равновесного ультрацентрифугирования в градиенте плотности CsCl изучены ДНК отдельных видов пшеницы. На рисунке представлены кривые распределения ДНК в указанном градиенте.

Как следует из кривых микроденситометрирования, ДНК данных видов характеризуются унимодальным распределением в градиенте плотности CsCl. Обнаруживаемая симметричность пиков указывает на отсутствие спутанных, т. е. tandemно расположенных, многократно повторяющихся, последовательностей. Однако не исключается возможность наличия скрытых повторов (повторяющиеся последовательности, имеющие ту же плавучую плотность, что и основная ДНК) [5]. В дальнейшем при использовании более чувствительных градиентов (градиенты с большей разрешающей способностью, например градиенты, содержащие ионы тяжелых металлов  $Ag^+$  или  $Hg^{++}$  или же антибиотиков), возможно, удастся детектировать повторяющиеся последовательности. Выявлено незначительное различие по плавучей плотности среди близкородственных видов (*T. persicum*, *T. persicum* „Дика“, *T. persicum* „Дика“ *dzavacheticum*), а также между представителями пшеницы с различной ploidy генома (*T. macha*, *T. timopheevi*, *T. georgicum*, *T. dicocum*).

Значения плавучей плотности препаратов ДНК варьирует в пределах 1,702—1,704 г/см<sup>3</sup>, что совпадает с ранее полученными результатами [6]. Как известно, знание плавучей плотности позволяет судить о нуклеотидном составе генома. При помощи соотношения Шилдкраута и соавт. рассчитывали содержание ГЦ-пар в ДНК [4]. В наших опытах молярная доля ГЦ не превышала 45%, если допустить, что молекулы ДНК не содержат минорных оснований, например метилцитозин. Результаты исследования суммированы в таблице.

Характеристика ДНК некоторых видов рода *Triticum*

Наименование видов	Пloidность генома, 2n	Плавучая плот- ность, г/см <sup>3</sup>	ГЦ по плотно- сти, %
<i>T. macha</i> Men. et Erith.	42	1,702	42,9
<i>T. timopheevi</i> Zhuk.	28	1,703	43,9
<i>T. georgicum</i> Men.	28	1,702	42,9
<i>T. dicocum</i> Shült.	28	1,704	44,9
<i>T. persicum</i> Vav.	28	1,702	42,9
<i>T. persicum</i> „Дика“	28	1,702	42,9
<i>T. persicum</i> „Дика“ <i>dzavache- ticum</i>	28	1,704	44,9

Полученные нами данные свидетельствуют об отсутствии значительных различий между ДНК отдельных видов пшеницы в пределах



чувствительности данного метода, что указывает на схожесть геномов по нуклеотидному составу.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт биохимии растений

(Поступило 19.6.1987)

ბიოქიმიის

თ. ხაჩიძე, ნ. შენგელია

*Triticum* L-ის გვარის ზომიერთი სახეობის დნმ-ის განაწილება ცეზიუმის ქლორიდის სიმკვრივის გრადიენტში

რეზიუმე

ჩატარებულია *Triticum*-ის ზოგიერთი წარმომადგენლის დნმ-ის ანალიზი წონასწორული ულტრაცენტრიფუგირების მეთოდით CsCl-ის სიმკვრივის გრადიენტში. მიღებული მონაცემების საფუძველზე ცალკეული სახეობის ზორბლის დნმ-ს შორის მნიშვნელოვანი განსხვავება არ შეინიშნება აღნიშნული მეთოდის მგრძობელობის ფარგლებში, რაც მიუთითებს ნუკლეოტიდური შემადგენლობის მიხედვით გენომების მსგავსებაზე.

BIOCHEMISTRY

T. O. KHACHIDZE, N. I. SHENGELIA

## DISTRIBUTION OF DNA OF SOME SPECIES OF GENUS *TRITICUM* IN CESIUM CHLORIDE GRADIENT

### Summary

The DNA of some species of genus *Triticum* has been analysed by the method of equilibrium ultracentrifugation in CsCl density gradient. The data obtained suggest that there are no significant differences between the DNA of various species of wheat within the sensitivity range of the given method, which points to the similarity of genomes according to the nucleotide sequence.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. П. Лобов, А. П. Даскалюк, Л. В. Скрипка. Организация нуклеотидных последовательностей ДНК растений. Киев, 1986.
2. J. Marguir, P. Doty. *J. Mol. Biol.*, 1962, v. 5, № 1, p. 109-118.
3. К. Бартон. Методы исследования нуклеиновых кислот. М., 1970, 7—10.
4. С. L. Schildkraut *et al.* *J. Mol. Biol.*, 1962, v. 4, № 6, p. 430-443.
5. Т. Г. Беридзе. Сателлитные ДНК. М., 1982.
6. Т. Г. Беридзе, А. Д. Горгидзе. Генетика, 9, № 11, 1973, 172—174.

Р. П. БЕЛЕЦКАЯ, М. Д. ЧИПАШВИЛИ, Н. Г. АЛЕКСИДЗЕ

## ЭФФЕКТ ФЕНАМИНА НА ОБМЕН АММИАКА В ГОЛОВНОМ МОЗГУ КРЫС

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. И. Джохадзе 26.6.1987)

Во внутриклеточном обмене веществ метаболизм аммиака играет немаловажную роль. Увеличение содержания аммиака в клетке выше определенной нормы, ввиду его токсичности, вызывает ухудшение ее функционального состояния. В клетках имеются специальные механизмы устранения аммиака. Это, в первую очередь, система глутамин—глутаминовая кислота и свободные карбоксильные группы белков.

Известно, что при отравлении организма солями аммония в мозгу наблюдаются значительные нарушения углеводного и азотистого обмена [1, 2]. Показано, что аммиак можно рассматривать как один из факторов изменения макроструктуры белков типа обратимой денатурации [3]. Хотя эффект аммиака на обмен веществ в клетке во многих случаях является вторичным, несомненно, что аммиак оказывает и прямое действие на некоторые стороны метаболизма азотистых веществ.

Большая распространенность нервных стрессов и напряжений, с одной стороны, и отсутствие в литературе достаточных данных для правильного понимания биохимических механизмов эмоционального реагирования с другой, делают изыскания в этой области актуальными и перспективными. Учитывая вышесказанное, мы решили исследовать влияние длительных перенапряжений нервной системы, которые мы вызывали продолжительным агрессивным состоянием животного, на протекание некоторых биохимических превращений, в частности, на обмен аммиака в головном мозгу крыс.

Агрессивное состояние у белых крыс вызывали введением фенамина в дозе 1 мг/кг внутривенно. Фармакологический анализ психотропных эффектов фенамина показал, что это вещество способно воздействовать на эмоционально-поведенческую сферу животного, вызывая агрессивную, оборонительно-двигательную активность [4]. Механизм центрального действия фенамина пока неясен; в связи с этим определенный интерес представляло изучение влияния фенамина на азотистый метаболизм в головном мозгу. Опыты проводились на белых крысах весом 150—200 г. Определение аммиака проводили изотермической дистилляцией в модификации А. И. Силаковой [5]. Актомиозинподобный белок нейростенин получали как указано в нашей предыдущей работе [6]. Амидный азот глутамина определяли по Рихтеру и Даусону [7], а амидные группы белков — гидролизом с 20%-ной НСР в течение 2 час. на водяной бане. Изменение амидирования белков определяли по количеству в них амидных групп. Свободные аминокислоты определяли электрофорезом по Грассману [8]. Агрессивность животного проверяли по модели «крыса—убийца».

Эффект фенамина обычно начинал проявляться через 30 мин, резко возрастала двигательная активность животного. Наиболее ярко выраженное агрессивное состояние у животных наблюдалось от 2 до 6 час после введения фенамина, затем медленно ослабевало и достигало исходного уровня только через 24 часа. Исследование свободного



аммиака показало, что его количество в головном мозгу меняется в зависимости от продолжительности агрессивного состояния.

Как видно из таблицы, содержание свободного аммиака в норме составляет в среднем 2,2 мг%, а после 6-часовой экспозиции фенамина оно увеличивается почти в два раза по сравнению с контролем. Параллельно в опытах наблюдалось изменение амидного азота суммарной фракции белков на 50% и глутамина на 39%, который нужно представить как приспособление, которым достигается быстрая мобилизация азота и его транспорта.

Содержание азотистых метаболитов ( $M \pm m$ ) в мозгу крыс при внутрибрюшинном введении фенамина (мг %)

Контроль	Время, час	Азот аммиака	Амидный азот глутамина	ГАМК	Глутаминовая кислота	Аспарагиновая кислота
		$2,2 \pm 0,09$	$7,6 \pm 0,10$	$26,0 \pm 1,22$	$132 \pm 1,62$	$35,0 \pm 1,22$
Агрессия	1	$3,0 \pm 0,08$ $p < 0,001$	$8,14 \pm 0,15$ $p < 0,02$	$26,7 \pm 0,25$ $p > 0,05$	$128 \pm 1,85$ $p > 0,05$	$32,8 \pm 0,85$ $p > 0,05$
	2	$3,4 \pm 0,04$ $p < 0,001$	$8,8 \pm 0,08$ $p < 0,001$	$24,0 \pm 0,70$ $p > 0,05$	$124 \pm 1,14$ $p < 0,01$	$45,0 \pm 1,15$ $p < 0,01$
	6	$4,0 \pm 0,02$ $p < 0,001$	$10,6 \pm 0,36$ $p < 0,001$	$20,6 \pm 0,25$ $p < 0,01$	$97 \pm 1,73$ $p < 0,001$	$40,5 \pm 1,45$ $p > 0,05$

Надо полагать, что синтез глутамина в наших опытах происходит за счет глутаминовой кислоты и ионов аммония в аэробных условиях за счет энергии окисления.

Ферментная система, участвующая в синтезе глутамина, — это глутамин-синтеза КФ 6.3.1.2 L-глутамат: аммиак лигаза (АДФ).

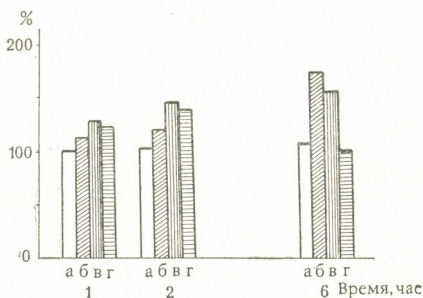


Рис. 1. Изменение амидных групп белков при агрессивном состоянии крыс (в % к контролю): а) контроль; б) нейростения; в) суммарная фракция белков при фенаминной агрессии; г) суммарная фракция белков при «естественной» агрессии без введения фенамина

Учитывая вышесказанное, было изучено содержание свободных аминокислот в головном мозгу крыс как в норме, так и при агрессии. Установлено, что в процессе развития агрессивного состояния меняется количество свободных аминокислот. Полученные данные представлены в таблице 1. Известно, что среди свободных аминокислот цент-



ральное место занимает глутаминовая кислота, в которую переходит аминокислота азота большинства аминокислот [9].

Как видно из таблицы, содержание глутаминовой кислоты при агрессии уменьшается, а содержание ГАМК и аспартата остается без существенных изменений.

Как известно, актомиозинподобные белки мозга принимают участие во многих процессах, связанных с микродвижением [10]. Надо было полагать, что такое сильное возбуждение, которое имеет место при агрессии, протекает не без участия сократительных белков. Поэтому мы изучали также изменение амидного азота — актомиозинподобного белка нейростенина в процессе развития агрессивного состояния животных. Как видно из рис. 1, наибольшее изменение амидного азота нейростенина было выявлено при 6-часовой экспозиции фенамина. Полученные данные дают нам основание заключить, что нейростенин принимает участие в устранении аммиака в мозгу своими свободными карбоксильными группировками.

Нами была также для сравнения взята модель «естественной» агрессии, без введения фармакологического вещества, вызванная механическим раздражением. Биохимические сдвиги, полученные в этой серии опытов, дают нам основание полагать, что агрессивное состояние животного, вызванное разными путями, не дает существенной разницы в содержании свободного аммиака и глутаминна, а захватывает в основном амидные группы белков (разная степень их амидирования).

Итак, выясняется, что при агрессивном состоянии животного происходят значительные изменения в азотистом обмене головного мозга, в котором принимают участие система глутамин—глутаминовая кислота и амидные группы белков.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 26.6.1987)

ბიოქიმია

რ. ბელეტსკაია, მ. შიპაშვილი, ნ. ალექსიძე

ფენამინის ეფექტი ამონიაკის ცვლაზე ვირთაგვას თავის ტვინში

რეზიუმე

შესწავლილია თავისუფალი ამონიაკის, გლუტამინის და ცილა ნეიროსტენინის ამიდური ჯგუფების შემცველობა დინამიკაში თავის ტვინში აგრესიული მდგომარეობის დროს. დადგენილია, რომ ცხოველის აგრესიული მდგომარეობა იწვევს თავისუფალი ამონიაკის, გლუტამინის და ცილა ნეიროსტენინის ამიდური ჯგუფების გაზრდას, ხოლო გლუტამინის მექავას რაოდენობის შემცირებას.

BIOCHEMISTRY

R. P. BELETSKAYA, M. D. CHIPASHVILI, N. G. ALEKSIDZE

## THE EFFECT OF PHENAMINE OF AMMONIA METABOLISM IN THE RAT BRAIN

### Summary

The involvement of free ammonia, glutamine and amide groups of neurostenin in ammonia metabolism in the rat brain has been studied in the



animals in aggressive state. The aggressive state has been induced by the injection of a pharmacological drug, phenamine (1 mg/kg). It is shown that the aggressive state in animals causes an increase in the contents of free ammonia, glutamine and neurostenin amide groups, while decreasing the content of glutamic acid.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. У. С. Тарве. Сб. «III Всесоюз. конф. по биох. нервн. системы». Ереван, 1963, 271.
2. Н. С. Нилова. Усп. совр. биол., 63, 1, 1967, 73.
3. Э. Э. Мартинсон и Л. Я. Тяхепыльд. Биохимия, 26, вып. 6, 1961.
4. А. В. Вальдман, М. М. Козловская, О. С. Медведев. Фармакологическая регуляция эмоционального стресса. М., 1979.
5. А. И. Силакова, Г. П. Труш, А. Явилякова. Вопр. мед. химии, 8, 1962, 538.
6. М. Д. Чипашвили, Р. П. Белецкая, Н. Г. Алексидзе. Сообщения АН СССР, 114, № 3, 1984.
7. D. Richter, R. M. Dawson. J. Biol. Chem., 176, 1948, 1199.
8. N. Grassman *et al.* Hoppe Seylers Z., 299, 1955, 258.
9. Г. А. Мкртчян. Автореф. канд. дисс. Ереван, 1987.
10. Р. Н. Глебов. Итоги науки и техники, серия «Биол. химия», 1982, 147.



С. А. ДОЛИДЗЕ, Б. Б. ДЗАНТИЕВ, А. В. ЖЕРДЕВ

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИММУНОФЕРМЕНТНОГО АНАЛИЗА  $\alpha$ -АМИЛАЗЫ И ЩЕЛОЧНОЙ ПРОТЕАЗЫ *Bacillus subtilis* С ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ДЕТЕКЦИЕЙ В МОДЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЯХ ФЕРМЕНТАЦИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Чанишвили 4.8.1987)

Методы иммуноферментного анализа (ИФА), основанные на использовании антигенов и антител, меченных высокоактивным ферментом, дают возможность с высокой чувствительностью и специфичностью определять соединения различной природы и молекулярной массы, что обусловило их широкое применение, в первую очередь, в медицине и биотехнологии. Крайне актуальной является разработка чувствительных и производительных методов анализа ферментов (амилаз, протеаз и др.) для контроля биотехнологических процессов. Новым перспективным методом определения маркера является электрохимическая детекция продуктов ферментативной реакции [1]. Изучение возможности применения ИФА в модельных технологических линиях ферментации штаммов *Bacillus subtilis* — продуцентов  $\alpha$ -амилазы и щелочной протеазы составляло задачу данной работы.

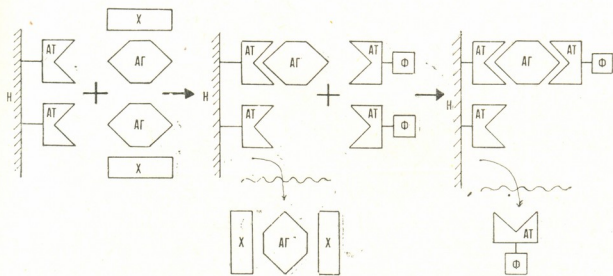


Рис. 1. Схема «сэндвич-ИФА» (по [2]). Н — носитель (полистирол), АТ — антитела, АГ — антиген, X — остальные (кроме антигена) компоненты пробы, Ф — фермент — маркер (в данном случае пероксидаза)

В работе использовали следующие штаммы *B. subtilis*: 65P и 103 — продуценты  $\alpha$ -амилазы и 72 — продуценты щелочной протеазы.

Состав питательной среды для шт. 65P и 103 на литр: нерастворимый картофельный крахмал 100 г, лактоза 2,8 г, кукурузный экстракт 3,9 г,  $(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4$  8 г,  $\text{CuSO}_4$  0,0038 г,  $\text{K}_2\text{SO}_4$  3г,  $\text{MgSO}_4$  0,14 г,  $\text{NaCl}$  0,3 г, сухие пивные дрожжи 3 г, амилосубтилин ГЗ×0,4 г.

Состав питательной среды для шт. 72 на литр: нерастворимый картофельный крахмал 120 г, кукурузная мука 30 г, казеин по Гаммерстону 10 г, белково-витаминный концентрат 10 г, кукурузный экстракт 10 г,  $(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4$  1 г, амилосубтилин ГЗ×0,01 г. рН пита-





тельных сред составлял 7,2. Культивацию проводили в колбе с отбойниками в объеме 40 мл на качалке с числом оборотов 180 в минуту при 37°C. В колбу вносили суспензию клеток *B. subtilis* в физиологическом растворе, снятую с 18—20-часовых косяков на мясо-пептонном агаре. Пробы культуральной жидкости стерильно отбирали (по 0,5 мл) для шт. 65Р и 103 через 1, 2, 4, 8, 24 и 30 часов, а для шт. 72 через 1, 2, 4, 6, 9 и 28 часов.  $\alpha$ -амилазу и щелочную протеазу определяли твердофазным иммуоферментным сэндвич-методом [2] (рис. 1). Детекцию маркера — пероксидазы производили спектрофотометрическим и электрохимическим методами. При спектрофотометрической детекции в качестве субстрата использовали 5-аминосалициловую кислоту +  $H_2O_2$  и измеряли оптическую плотность продуктов окисления при  $\lambda=490$  нм. При электрохимической детекции субстратом служил раствор КJ +  $H_2O_2$ , а продукт ферментативной реакции — молекулярный иод определяли с помощью проточно-инжекционного амперометрического датчика [1].

В проведенных нами исследованиях [3] было показано, что ИФА позволяет определять  $\alpha$ -амилазу в диапазоне концентраций 2—64 нг/мл

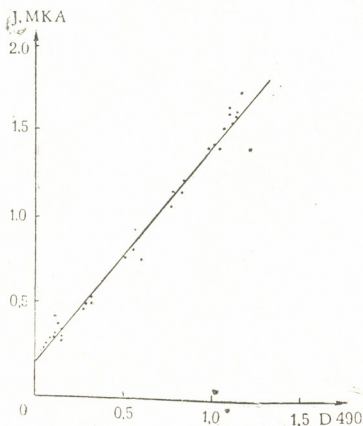


Рис. 2. Зависимость между детектируемой силой тока и оптической плотностью в ИФА проб ферментации  $\alpha$ -амилазы *Bacillus Subtilis* (шт. 65 Р). Коэффициент корреляции—0,964

при спектрофотометрической детекции и 4—64 нг/мл при электрохимической детекции, а щелочную протеазу — в диапазонах 2—140 и 5—140 нг/мл соответственно. Однако эти результаты были получены для очищенных препаратов ферментов. Поэтому необходимо было исследовать влияние ферментационной среды на результат измерений. С этой целью определение ферментов было проведено в присутствии ферментационной среды, которая была разбавлена в 4,16 и 64 раза. Эксперименты показали, что при разведении ферментационной среды в 4 раза как для  $\alpha$ -амилазы, так и для протеазы наблюдалось возрастание неспецифической адсорбции конъюгата (в отсутствии антигена) примерно вдвое по сравнению с контрольным анализом, не содержащим ферментационную среду. При разведении ферментационной среды



в 16 и 64 раза уровень неспецифической адсорбции не отличался от контрольного опыта. Сцепифическое связывание конъюгата с адсорбированным антигеном практически не зависело от концентрации ферментационной среды. Таким образом, ферментационная среда в разведениях 1:16 и более раз не влияет на чувствительность ИФА  $\alpha$ -амилазы и щелочной протеазы. Нами было проведено определение содержания ферментов для технологических линий ферментации штаммов — продуцентов со спектрофотометрической и электрохимической детекцией маркера. На рис. 2 представлена зависимость между величинами, измеряемыми этими методами (силой тока и оптической плотностью). Как видно, наблюдается хорошее соответствие: коэффициент корреляции при ИФА различных штаммов варьировал от 0,964 до 0,971.

ИФА  $\alpha$ -амилазы и щелочной протеазы с электрохимической детекцией в пробах культивации *Bacillus subtilis*

Штамм 65 P		Штамм 103		Штамм 72	
Длительность культивирования, час	Содержание $\alpha$ -амилазы, мкг/мл	Длительность культивирования, час	Содержание $\alpha$ -амилазы, мкг/мл	Длительность культивирования, час	Содержание щелочной протеазы, мкг/мл
1	0,36	1	0,10	1	Н
2	0,36	2	0,14	2	Н
4	0,40	4	0,13	4	Н
8	0,44	8	0,19	6	Н
24	0,57	24	23,5	9	0,05
30	4,0	30	46,2	28	4,6

Примечание: Н—концентрация щелочной протеазы ниже, чем предел детекции ИФА ( $<5$  нг/мл).

Таким образом, электрохимический метод детекции может служить приемлемой альтернативой спектрофотометрическому для исследованных нами систем.

Сравнивая раститровку анализируемых проб с раститровкой эталона фермента, мы определяли количество антигена в пробе. Результаты этих определений, проведенных с электрохимической детекцией, даны в таблице.

Методом ИФА как при электрохимической, так и при спектрофотометрической детекции маркера зафиксировано возрастание содержания ферментов в ходе культивации для всех трех штаммов. Полученные результаты свидетельствуют о том, что разработанный метод ИФА ферментов с электрохимической детекцией может быть применен для реальных технологических линий.

Академия наук СССР  
Институт биохимии  
им. А. Н. Баха

Всесоюзный научно-исследовательский  
институт аналитической  
техники НПО  
«Аналитприбор»

(Поступило 2.10.1987)

ს. დოლიძე, ბ. ძანტიევი, ა. ჯერდები

$\alpha$ -ამილაზის და ტუტე პროტეაზის *BACILLUS SUBTILIS* ფერმენტაციის დროს მოღველურ ბიქნოლოგიურ ხაზებში ელექტროქიმიური დეტექციით იმუნოფერმენტული ანალიზის გამოყენების შესაძლებლობის შესახებ

რეზიუმე

გამოკვლეულია ანალიზის იმუნოფერმენტული მეთოდის გამოყენება ელექტროქიმიური დეტექციით  $\alpha$ -ამილაზის და ტუტე პროტეაზის *Bacillus subtilis* შტამებ-პროდუცენტების ფერმენტაციის პროცესში. ვანსაზღვრის დიაპაზონი  $\alpha$ -ამილაზისათვის შეადგენდა 4—64 ნგ/მლ, ხოლო ტუტე პროტეაზისათვის — 5—140 ნგ/მლ. ფერმენტაციული არის განზავება (1:16 და მეტჯერ) გავლენას არ ახდენდა იმუნოპეროქსიდაზურ კონიუგატის სპეციფიკურ და არასპეციფიკურ ადსორბციის დონეზე. კორელაციის კოეფიციენტი — 0,964—0,971.

სამივე შტამებისათვის დაფიქსირებულია კულტივირების დროს ფერმენტების კონცენტრაციების გაზრდა.

BIOCHEMISTRY

S. A. DOLIDZE, B. B. DZANTIEV, A. V. ZHERDEV

ON THE POSSIBILITY OF USING THE IMMUNOASSAY OF  
 $\alpha$ -AMYLASE AND ALKALINE PROTEASE OF *BACILLUS*  
*SUBTILIS* WITH THE ELECTROCHEMICAL DETECTION  
 IN THE MODEL OF FERMENTATION  
 PRODUCTION LINES

Summary

A method of enzyme immunoassay with the electrochemical detection for determination of  $\alpha$ -amylase and alkaline protease of *Bacillus subtilis* during the stamm-producer fermentation is studied. The operating range of determination was 4-64 ng/ml for  $\alpha$ -amylase and 5-140 ng/ml for alkaline protease. The dilution of the fermentation medium (1:16 and more) does not affect the level of immunoperoxidase-conjugant specific and non-specific adsorption. Correlation factor is 0.964-0.971. For three stamms of *B. subtilis* the increase of enzyme concentration during the cultivation was observed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. М. Ивницкий. ЖАХ, т. XLII, вып. 2, 1987.
2. А. В. Жердев, Б. Б. Дзантиев, И. С. Корчагина. Биотехнология, т. 3, № 1, 1987, 98—105.
3. С. А. Долидзе, А. В. Жердев, Н. И. Ефремова. Тез. симпозиума «Выделение, очистка и анализ биологически активных веществ». Сухуми, 1987.



Н. Н. НУЦУБИДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР),  
 Ц. Д. МГВДЕЛАДЗЕ, Т. Ф. МИРУАШВИЛИ, Д. Т. ПАТАРАЯ

### ИЛ ОЗЕРА ПАЛИАСТОМИ И ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ В НЕМ СОДЕРЖАНИЯ АЗОТА АЗОТФИКСАТОРАМИ

В настоящее время все актуальнее становится вопрос применения в сельском хозяйстве биологически чистых удобрений, т. н. биологических удобрений, ввиду все возрастающего уровня загрязнения окружающей среды химическими удобрениями. Все шире начали исследоваться и применяться естественные органические удобрения — торфы, сапропель и др. [1—3]. Ведутся изыскания по получению комбинированных биологических удобрений из органических субстратов и бактериальных добавок [4—7].

В обоих направлениях ведутся исследования, есть определенные успехи, но пока масштабы применения биологических удобрений незначительны. Микробиологическая и биохимическая характеристика торфяных залежей, илов и других биологически ценных удобрений неполноценны и неубедительны.

Нами были взяты пробы ила оз. Палиастоми с целью выяснения его химического состава, микрофлоры и возможностей модификации и одного и другого показателей.

Был установлен ряд физико-химических и микробиологических характеристик образцов ила [8, 9] оз. Палиастоми, взятых из середины озера и у устья реки Пичора.

Результаты исследования показали, что образцы ила имеют нейтральную реакцию среды. Важным показателем является также содержание в образцах азота и углеводов (табл. 1).

Таблица 1

Некоторые биохимические показатели ила оз. Палиастоми

Образцы	рН	Азот, мг/г сухого веса			Сахар общий, γ/мг
		общий	аммиачный	нитратный	
Ил с середины озера	6,9	5,0	0,29	1,6	40
Ил с устья реки Пичора	7,0	5,3	0,27	1,6	60

Оба образца ила по содержанию форм азота фактически не различаются; содержание сахаров значительно превалирует в иле с устья реки Пичора.

В иле оз. Палиастоми содержание форм азота для удобрений недостаточное, из простых сахаров в свободном виде присутствует только рамноза.

Из полисахаридов в иле не обнаружена целлюлоза, которая, видимо, легко подвергается деструкции в условиях мелководья озера специфическими микроорганизмами.



Было проведено исследование микрофлоры образцов ила озера. Оказалось, что микрофлора ила разнообразна и богата.

Табл. 2 показывает, что ил оз. Палиастоми богат микрофлорой, в особенности середина озера. Микрофлора представлена бактериями, грибами, актиномицетами и азотфиксаторами. Встречаются как мезофильные, так и термофильные микроорганизмы.

Таблица 2

Содержание микроорганизмов в иле оз. Палиастоми (общее количество, тыс/г)

Пробы	Бактерии	Грибы	Актиномицеты	Азотфиксаторы
Мезофилы—оптимум роста 28—30°C				
Ил с середины озера	230000	30000	30000	350000
Ил с устья реки Пичора	130000	260000	—	30500
Термофилы—оптимум роста 55°C				
Ил с середины озера	39000	—	—	57000
Ил с устья реки Пичора	40000	—	—	49000

В середине озера в 2—10 раз преобладают бактерии, актиномицеты и азотфиксаторы, тогда как в устье реки Пичора почти в 9 раз больше грибов.

Что касается термофилов, разница между двумя пробами незначительна.

Предполагая применить ил для удобрения, мы ставили опыты по выращиванию в нем различных видов азотфиксирующих микроорганизмов и вели наблюдение за интенсивностью их размножения (табл. 3).

Таблица 3

Интенсивность роста азотфиксаторов в иле оз. Палиастоми

Варианты опыта	Интенсивность роста различных азотфиксаторов				
	<i>Azotobacter vinelandii</i>	<i>Azospirillum</i> sp. Г <sub>1</sub>	<i>Azospirillum</i> sp. Г <sub>3</sub>	<i>Geoermathophilus obscurus</i>	Смесь
5 мл ила+1 мл воды	3	4	—	4	5+
5 м ила+0,5 г глюкозы	4	4	—	5	5+
5 мл ила+0,5 г сахарозы	5	5	—	5+	5+

Предварительное исследование возможности применения ила в качестве питательной среды для некоторых азотфиксаторов показало, что ил без добавления углеводов вполне пригоден для размножения и роста азотфиксаторов типа азотобактера, азоспириллиума Г<sub>1</sub> и одного из видов азотфиксирующих актиномицетов. Из углеводов более эффективна сахароза. Наиболее выгодно высевать в питательную среду смесь примененных азотфиксаторов. Надо отметить, что азоспириллы типа Г<sub>3</sub> не росли ни в одном из опытных вариантов.

Проведенные исследования показали, что ил оз. Палиастоми богат как минеральными элементами, так и разнообразной микрофлорой. Ил можно применить как биологическое удобрение, но при обогащении азотом с помощью азотфиксаторов его эффективность резко возрастает.



Дальнейшее изучение этого вопроса требует более детального исследования состава ила, создания специальной технологии его обогащения биологическим азотом с оптимизацией среды для эффективной азотфиксации.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт биохимии растений

(Поступило 3.9.1987)

ბიოქიმიკა

ბ. ნუცუბიძე (საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),  
ც. მღვდელაძე, თ. მირუაშვილი, დ. პატარაია

პალიასტომის ტბის ლამი და მასში აზოტფიქსატორებით აზოტის  
შემცველობის გაზრდის შესაძლებლობა

რეზიუმე

პალიასტომის ტბის ლამი მდიდარია როგორც მინერალური ნივთიერებებით, ისე მიკროფლორით. ბიოლოგიურ სასუქად მისი გამოყენება ბევრად ეფექტური იქნება, თუ მას გავამდიდრებთ აზოტის ბუნებრივი წყაროებით — აზოტფიქსატორების გამოყენებით. აზოტფიქსატორებიდან ლამში კარგად მრავლდება აზოტობაქტერიები, აზოსპირილიუმის ზოგიერთი შტამი და აზოტმაფიქსირე აქტინომიციტების ერთ-ერთი სახეობა.

BIOCHEMISTRY

N. N. NUTSUBIDZE, Ts. D. MGVDELADZE, T. F. MIRUASHVILI, D. T. PATARAIA

## THE PALIASTOMI LAKE SILT AND POSSIBILITIES FOR INCREASING ITS NITROGEN CONTENT BY NITROGEN FIXATIVES

Summary

The Paliastomi lake silt is rich both in mineral composition and in microflora. The use of silt as a biological fertilizer will be more effective if it is enriched with natural nitrogen sources — nitrogen fixatives. From nitrogen fixatives nitrobacteria, some strains of azospirilla, and one of nitrogen fixing actinomyces are well reproduced in silt.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Н. Петрова. Сб. «Новое направление в использовании торфа». Калинин, 1984.
2. В. Н. Ефимов, Г. И. Сеницын, М. А. Симон, А. А. Захаров, Г. А. Березкина. Бюлл. ВНИИ удобрений и агропочвоведения, № 65, 1984, 86—89.
3. А. В. Котьянович, А. И. Позднякова. Минеральный и биологический азот в земледелии СССР. М., 1985, 153—157.
4. Н. Б. Герш, Ю. В. Круглов, Н. Д. Амстердамская. Труды ВНИИ с.-х. микробиол., № 53, 1983, 91—96.
5. Ю. М. Молчанов. Тез. докл. VII съезда Всесоюз. микробиол. о-ва. Алма-Ата, 1985, 79.



6. А. Т. Кожемяков, Л. М. Афанасьева, А. Т. Новикова. Булл. ВНИИ с.-х. микробиол., № 40, 1985, 25—30.
7. Н. С. Веденянина, Т. И. Коровиц, С. В. Екимов, В. А. Сухов. Технология производства и эффект применения бактериальных удобрений. М., 1982, 91—97.
8. Е. В. Принушкина. Руководство по химическому анализу почв М., 1970, 137—147, 314—320.
9. А. Н. Белозерский, Н. И. Проскуряков. Практическое руководство по биохимии растений. М., 1951.



В. В. ЧУБИНИДЗЕ, Л. Д. БОЧОРИДЗЕ

## АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ARTEMISIA VULGARIS L.

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. И. Джохадзе 19.11.1986)

Аминокислоты, биологически активные вещества, играют важную роль в живом организме [1, 2]. Они находят широкое применение в различных отраслях народного хозяйства и медицине [3]. Поэтому выявление новых ресурсов для получения аминокислот приобретает большое значение.

Предлагаемая работа является попыткой исследовать аминокислотный состав полыни обыкновенной, произрастающей в различных почвенно-климатических условиях Грузинской ССР, с целью изыскания возможностей использования этого растения, как источника для получения аминокислот.

Полынь обыкновенная — травянистый сорняк, карантинное растение. Применяется целый ряд мероприятий для сокращения его распространения, но, несмотря на это, оно занимает обширные территории, создавая огромное количество зеленой массы, которая еще не находит полного применения. Естественно, возникает необходимость в углубленном исследовании этого растения. С этой целью в Институте биохимии растений АН ГССР ранее были проведены работы по исследованию эфирных масел полыни обыкновенной [4]. В данном сообщении приводятся сведения о результатах исследования аминокислотного состава надземной части этого растения.

Материал для исследования был собран в окрестностях гг. Телави и Тбилиси в мае в 1983 г. Методика определения аминокислот заключалась в следующем: 15 г высушенной и измельченной надземной части растения помещали в круглодонную колбу емкостью 250 мл и, заливая каждый раз по 80 мл 80%-ным этанолом, трижды экстрагировали на водяной бане при температуре 80°C в течение 45 мин. Экстракты объединяли, упаривали под вакуумом до 5 мл и получали сумму экстрактивных веществ.

Методом хроматографии на бумаге [5] с применением системы растворителей диэтиловый эфир-муравьиная кислота-вода (140:2:18) из суммы экстрактивных веществ отделяли фракцию органических кислот, удаляли также примеси некоторых органических соединений, в том числе липофильные вещества.

Для разделения сахаров и аминокислот применяли систему растворителей пиридин-аммиак-ацетон (70:30:20). При этом отделялись и фосфорорганические соединения, которые оставались на старте.

Далее с применением методики Ж. В. Успенской и В. Л. Кретовича [6] фракцию аминокислот анализировали по качественному составу и количественному содержанию входящих в них отдельных





компонентов. Исследовали как свободные аминокислоты, так и аминокислоты, связанные в белковые молекулы, оставшиеся после спиртовой экстракции сырья [7], гидролиз которых проводили 6 N серной кислотой в течение 20 часов при температуре 120°C. Результаты представлены в таблице.

Аминокислотный состав *Artemisia vulgaris* L., произрастающей в Телавском и Тбилисском районах Грузии

Аминокислоты	Содержание аминокислот, мкг на 1 г сухого материала			
	в образцах из Телавского района		в образцах из Тбилисского района	
	Свободные	Связанные	Свободные	Связанные
Норлейцин	—	1,53	—	1,50
Лейцин	—	0,92	—	1,38
Изолейцин	—	5,16	—	1,38
Фенилаланин	10,90	12,67	17,03	12,59
Норвалин	—	1,45	—	5,97
Метионин	1,91	5,16	2,02	7,93
Валин	13,10	4,48	9,71	1,21
Триптофан	16,79	11,54	11,74	15,36
Тирозин	—	5,48	—	6,08
Пролин	10,03	1,53	8,88	1,77
Треонин	—	5,24	—	5,31
Аланин	7,69	7,42	9,73	2,70
Глютаминовая к-та	4,90	5,85	2,01	5,97
Глицин	0,21	4,69	0,23	3,73
Серин	0,22	5,24	0,36	3,92
Аспарагиновая к-та	3,20	3,30	6,08	3,82
Гистидин	8,32	4,43	8,11	5,12
Лизин	5,58	4,43	10,94	3,92
Орнитин	16,70	4,92	13,13	4,48
Цистеин	—	4,20	—	5,78

Из приведенных в таблице материалов следует, что надземная часть полыни обыкновенной богата аминокислотами, в ней обнаружены 13 свободных и 20 связанных аминокислот. По качественному составу аминокислот растения из Телавского и Тбилисского районов не отличаются друг от друга, а по количественному содержанию отдельных аминокислот наблюдается существенная разница. В этом отношении почти все аминокислоты, за исключением норвалина и метионина, преобладают в растениях, произрастающих в Телавском районе. Следует также отметить, что полынь обыкновенная богата и незаменимыми аминокислотами — изолейцином, метионином и др.

Полученные результаты дают основание судить о целесообразности использования полыни обыкновенной, произрастающей в Телавском и Тбилисском районах Грузии, как источника для получения аминокислот.

3. ჩუბინიძე, ლ. ბოჩორიძე

## ARTEMISIA VULGARIS L. ამინომჟავური შემადგენლობა

რეზიუმე

შესწავლილია საქართველოს სხვადასხვა რაიონში გავრცელებული *Artemisia vulgaris* L. ამინომჟავეები. იდენტიფიცირებულია შესაბამისად 13 და 20 დასახელების თავისუფალი და ბმული ამინომჟავა, მათ შორის შეუცვლელი ამინომჟავეები.

დადგენილია, რომ განსხვავებულ ბუნებრივ-კლიმატურ პირობებში მოზარდი მცენარეები ამინომჟავეების თვისობრივი შემადგენლობით მსგავსია, ხოლო რაოდენობრივი შემცველობის მხრივ საგრძნობლად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან.

*Artemisia vulgaris* L. მდიდარია ამინომჟავეებით და შეგვიძლია ვიმსჯელოთ მათი გამოყენების შესახებ აღნიშნული ნაერთების მისაღებად.

BIOCHEMISTRY

V. V. CHUBINIDZE, L. D. BOCHORIDZE

## AMINO-ACID COMPOSITION OF ARTEMISIA VULGARIS L.

Summary

Amino acid composition of *Artemisia vulgaris* L. spread in various parts of Georgia, has been studied. As many as 13 free and 20 bound amino acids, among them irreplaceable ones, have been identified. It has been established that plants growing in different climatic conditions are similar in qualitative composition of amino acids, whereas in their quantitative composition they are different. The results obtained warrant the conclusion that *Artemisia vulgaris* L. is rich in amino acids, and therefore it is expedient to use it for production of these compounds.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Дж. Боннер. Биохимия растений. М., 1968.
2. А. Ленинджер. Биохимия. М., 1976.
3. Е. Л. Рубан, Н. М. Вербина, С. Л. Бутенко, Р. К. Озолин, Д. Г. Зарин. Биосинтез аминокислот микроорганизмами. М., 1968.
4. В. В. Чубинидзе. Сообщения АН ГССР, 111, № 1, 1983.
5. Р. Я. Школьник, Н. Г. Доман, В. И. Костылев. Биохимия, 26, 4, 1961.
6. Ж. В. Успенская, В. Л. Кретович. Методика количественной бумажной хроматографии сахаров, органических кислот и аминокислот у растений. М.—Л., 1962.
7. Р. Блок. Аналитические методы белковой химии. М., 1963.



Я. К. БАДРИДЗЕ, С. Г. ТОДУА

## НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ ОБ ОНТОГЕНЕЗЕ РОДИТЕЛЬСКОГО ПОВЕДЕНИЯ ВОЛКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. Е. Курашвили 6.1.1986)

Для сохранения волка как вида в условиях неконтролируемого его истребления человеком, наряду с другими факторами, особое значение приобретает степень выживания приплода потомства. Огромное значение заботы о потомстве для его успешного выживания очевидно и не требует доказательств. В данной работе мы намерены обсудить вопросы онтогенетического развития одного из наиболее сложных видов поведения волка — родительского поведения, тем более что в доступной нам литературе мы не встречали данных, касающихся данного вопроса. Знание же путей формирования родительского поведения даст возможность более глубоко проникнуть в мир этого хищника и тем самым выявить одну из причин высокой выживаемости волка как вида.

Эксперименты и наблюдения проводили на 28 ручных волках обо-его пола с 5-месячного возраста до полового созревания. Для определения возраста волчат, в котором проявляются первые элементы родительского поведения, им с 5-месячного возраста в месяц 1 раз предъявляли щенков собаки, возраст которых был от 1 дня до 2 месяцев. Эксперименты показали, что независимо от пола при предъявлении щенков у волков в возрасте до 8 месяцев, имеющих навыки охоты на крыс и кроликов, развивалось типичное охотничье поведение. У неопытных же волчат имело место четко дифференцируемое исследовательское поведение с «пробой на зуб». С 8-месячного возраста у всех волчат при предъявлении им щенков развивалась четкая исследовательская активность без «пробы на зуб», которая сопровождалась вилянием хвоста и поскуливанием. В течение 1,5—2 мин описанная реакция усиливалась и волчата начинали охранять щенков от людей, но не от членов своей группы. В дальнейшем при непосредственном контакте со щенками (в лежачем положении) у волчат независимо от пола развивалась реакция «подставки к сосанию», что выражалось в прекращении движений тела и поднятии бедра. Вместе с тем, волчата часто вылизывали брюхо и гениталии щенков, что способствовало мочеиспусканию и дефекации. Во всех случаях скуление щенков вызывало сильное возбуждение волчат, выражающееся в скулении, интенсивном обнюхивании щенков и их вылизывании. В 10—11-месячном возрасте волчата, независимо то того, выпрашивали щенки отрыжку или нет, начинали самостоятельно (!) давать ее.

С годовалого возраста всем волкам предъявляли новорожденных волчат и щенков как одновременно, так и в отдельности. Наблюдения показали, что все волки независимо от пола и возраста при одновременном предъявлении новорожденных волчат и щенков начинали интенсивно их обнюхивать и через 10—20 сек брали волчат в пасть и относили в «укромное место», после чего родительское поведение развивалось в полной мере и только после этого по отношению к щенкам развивалась агрессивная реакция. Во всех случаях предъявления



только щенков у волков независимо от пола и возраста родительское поведение развивалось в полной мере.

У двух половозрелых нерожавших волчиц соответственно на 5-й и 8-й день после «усыновления» 5-дневных волчат началась лактация, что полностью исключило искусственное вскармливание приемышей.

Волчатам с 5-месячного возраста предъявляли куски материи с запахом новорожденных щенков, а также давали возможность прослушать магнитную запись скуления этих же щенков. Эксперименты показали, что у 5—7-месячных волчат на предъявление запаха новорожденных щенков развивалась исключительно исследовательская активность, выражающаяся в интенсивном обнюхивании источника запаха. После 15—30 сек подобного исследования источника запаха интерес к нему терялся. При предъявлении же магнитной записи у волчат запускалась ориентировочная реакция, а после определения местонахождения источника звука развивалась хорошо выраженная исследовательская активность, выражающаяся в интенсивном обнюхивании и «пробе на зуб». Исследование происходило несколькими сериями продолжительностью 40—60 сек и интервалами между ними 15—40 сек. У волков в возрасте 8 месяцев и более на предъявление запаха и звуков новорожденных щенков развивалась исследовательская активность со скулением и интенсивным вилянием хвоста. Ни в одном случае не наблюдалась реакция «пробы на зуб». При одновременном предъявлении соответственно запахов и звуков новорожденных волчат и щенков волкам в возрасте 1 года и более у последних так же развивалась исследовательская активность на фоне скуления и виляния хвоста. Вместе с тем, расчеты достоверности различий, проведенные по Т-критерию Стьюдента, показали, что запах волчат исследовался достоверно дольше, чем запах щенков ( $P < 0,001$ ), тогда как между временем исследования источника звука при магнитном воспроизведении скуления волчат и щенков достоверного различия не обнаружено ( $P > 0,05$ ).

Наблюдения в естественных условиях за дикими месячными волчатами после того, как волчицу убили егеря (остался ли в живых самец, не известно), показали, что их в течение 3 месяцев наблюдений выкармливали отрывками два перьярка, которые, судя по всему, были членами той же семьи.

Исходя из полученных нами результатов мы пришли к заключению, что у волков родительское поведение запускается вследствие восприятия таких инфантильных признаков, как особое соотношение частей тела, специфичность запаха и звуков. Положительная же реакция на описанные признаки, видимо, возникают в том возрасте, в котором они сами начинают их терять. Судя по всему, для предпочтения своего вида запаховые признаки имеют особое значение. Звуковые же сигналы новорожденных волчат и щенков, видимо, не имеют различимой видовой специфики, что и представляет причиной генерализованности реакции на них. Они несут только один признак — признак инфантильности. Полученные нами данные свидетельствуют и о том, что у половозрелых волчиц, вследствие контакта с приемышами, могут развиться значительные физиологические сдвиги, вызывающие лактацию.

Итак, полученные нами экспериментальные данные и результаты наблюдений за дикими волками говорят о том, что формирующийся у волков к годовалому возрасту родительский инстинкт в экстремальных ситуациях должен обеспечивать высокую степень выживания при-былого потомства, а это, в свою очередь, выживаемость вида.

ი. ბადრიძე, ს. თოდუა

ზოგიერთი მომენტები მგლის მშობლიური ძვევის ონტოგენეზის შესახებ

რეზიუმე

მგლებს, სქესისდა მიუხედავად, მშობლიური ქცევა უყალიბდებათ რვა თვის ასაკისათვის. ამ ასაკში მგლებს ერთნაირად დადებითი რეაქცია უჩნდებათ როგორც ძაღლის, ისე მგლის ლეკვებზე. არჩევანის შესაძლებლობის შემთხვევაში კი ირჩევენ მგლის ლეკვებს. უშვილო სქესმწიფე ძუ მგლებს შვილობილებთან (სახეობისდა მიუხედავად) კონტაქტის გაძო ეწყებათ ლაქტაცია. კეთდება დასკვნა, რომ მშობლიური ქცევის ჩამოყალიბება იწყება მაშინ, როდესაც მგლები თვითონ კარგავენ ინფანტილურ ფორმებს. ძაღლისა და მგლის ლეკვები ინფანტილური ბგერებით არ განირჩევიან ერთმანეთისაგან, რის გამოც მგლებს მათი აღქმისას ერთნაირად ძლიერი მშობლიური რეაქცია უვითარდებათ. არჩევანის შესაძლებლობის შემთხვევაში ირჩევენ თავის სახეობას სპეციფიური სუნის გამო.

ZOOLOGY

Ya. K. BADRIDZE, S. G. TODUA

SOME FINDINGS ON THE ONTOGENESIS OF WOLF'S PARENTAL BEHAVIOUR

Summary

Parental behaviour in wolves, independently of sex, is formed by the age of 8 months. At this age a similar positive reaction is formed in wolves both towards puppies and wolf-cubs. However, when choice is possible, wolf-cubs are preferred. In pubertal female wolves, as a result of contact with adopted cubs (independently of species), lactation is observed. It is concluded that parental behaviour in wolves is formed when they themselves lose infantile characteristics. According to infantile sounds, puppies and wolf-cubs do not differ from each other, therefore wolves, when perceiving them, develop a similarly strong parental reaction. When it is possible to choose, wolf-cubs are preferred due to their specific smell.

Д. С. ГОЛЕМБИОВСКАЯ

## РЕАКЦИЯ ПЕЧЕНИ КРЫС НА ВАГОТОМИЮ

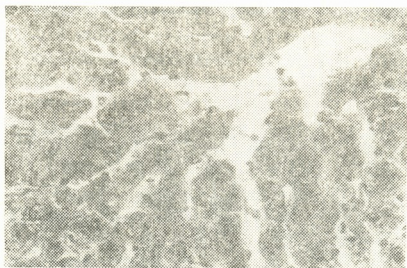
(Представлено академиком Н. А. Джавахишвили 10.6.1987)

Различные виды ваготомии, в том числе селективная, в сочетании с другими операциями в настоящее время применяются как метод лечения язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки. Выяснение механизма действия ваготомии на организм представляет не только теоретический, но и практический интерес [1, 2].

Целью работы было изучение реакции печени на ваготомию. Опыты проводили на белых крысах-самцах массой 130—140 г. Животным под наркозом производили двустороннюю поддиафрагмальную ваготомию. Подопытных и контрольных животных забивали в одно и то же время под эфирным наркозом через 5, 20 и 90 суток после операции. На каждый срок брали по 7 ваготомированных и 5 контрольных крыс. Для гистологического исследования печени фиксировали в смеси Карнуа. Заливку материала производили в парафине, срезы толщиной 5 мкм окрашивали гематоксилин-эозином. Изучали гисто-

Рис. 1. Печень крысы на 5-й день после ваготомии. Зернистая дистрофия гепатоцитов, расширение внутридольковых синусоидных капилляров. Окраска гематоксилин-эозином

(× 480)



структуру печени и, кроме того, подсчитывали количество центральных вен в поле зрения микроскопа.

Для объективной характеристики изменения просвета центральных вен печени определяли их площадь. Для этого на гистологических препаратах на микроскопе МБР-1А (об. 40, ок. 7) с помощью микрометра окулярного винтового МОВ-1—15\* измеряли большой и малый диаметр центральных вен. Вычисляли среднее из 20 промеров на каждое животное. Статистическая обработка показала, что такое количество промеров обеспечивает получение повторяющихся результатов [3]. Результаты вычисления обрабатывали по методу вариационной статистики с применением критерия Стьюдента [4—6].

Проведенные исследования показали, что на 5-й день после ваготомии происходят изменения в паренхиматозных клетках и соединительнотканой строме печени. Гепатоциты отечные, много двухядерных клеток. Отечные гепатоциты сдавливают внутридольковые си-



нусоидные кровеносные капилляры, что приводит к нарушению радиальной направленности печеночных трабекул. В цитоплазме гепатоцитов отмечается зернистая дистрофия. Хорошо различимы ядра и ядрышки (рис. 1). В некоторых гепатоцитах ядра увеличены и занимают почти всю площадь клетки. Площадь центральных вен по сравнению с нормой увеличивается на 29,2% ( $p < 0,001$ ) (таблица). Стен-

Изменение центральных вен печени крыс в разные сроки после ваготомии

Сроки наблюдения и группа животных (О—опытные, К—контрольные)	Количество центральных вен в поле зрения микроскопа			Площадь центральных вен, $\text{mm}^2$			
	$M \pm m$	P	%	$M \pm m$	P	%	
5 суток	О	$10,6 \pm 0,96$	0,394	—	$13,8 \pm 0,30$	$< 0,001$	29,2
	К	$11,6 \pm 0,60$			$10,6 \pm 0,15$		
20 суток	О	$15,5 \pm 0,61$	0,128	—	$12,5 \pm 0,22$	$< 0,001$	25,4
	К	$14,1 \pm 0,52$			$9,85 \pm 0,06$		
90 суток	О	$13,1 \pm 0,68$	0,069	—	$11,8 \pm 0,75$	0,643	—
	К	$11,1 \pm 0,65$			$11,4 \pm 0,04$		

ка печеночных вен набухшая, соединительная ткань разволокнена, отдельные волокна гомогенизированы и неравномерно окрашены. Вблизи некоторых крупных сосудов и сосудов портального поля имеет место скопление гистио-лимфоцитарных элементов и купферовских клеток (рис. 2).

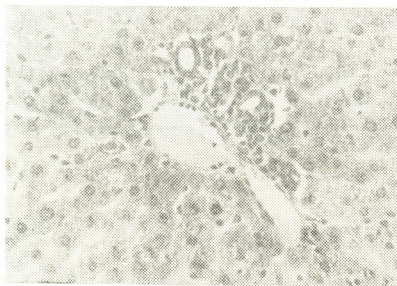


Рис. 2. Печень крысы на 5-й день после ваготомии. Скопление гистио-лимфоцитарных элементов вокруг сосудов портального тракта. Окраска гематоксилин-эозином ( $\times 480$ )

На 20-й день после ваготомии выявляются расширение внутридольковых синусоидных кровеносных капилляров и скопление в них агрегированных эритроцитов. Наряду с вышеперечисленными изменениями, проявляются пролиферация и отек купферовских клеток, местами встречается скопление лимфоидных и плазматических клеток (рис. 3). Центральные вены расширены, за счет чего площадь их просвета по сравнению с нормой увеличивается на 25,4% ( $p < 0,001$ ) (таблица), наблюдается застой крови.



На 90-й день отмечается незначительное кровенаполнение центральных вен. Площадь их просвета возвращается к норме. Радиальная направленность печеночных трабекул сохранена, цитоплазма гепатоцитов зернистая. Ядра некоторых гепатоцитов сильно увеличены в размере и просветлены. По ходу портальных трактов имеется скопление лимфоидных и плазматических клеток. Подсчет количества центральных вен в поле зрения микроскопа показал, что данный показатель на всех сроках эксперимента статистически достоверно не отличается от контроля (таблица).

Следовательно, после ваготомии в печени крыс в течение первых 20 дней происходят морфологические изменения. Эти изменения рань-

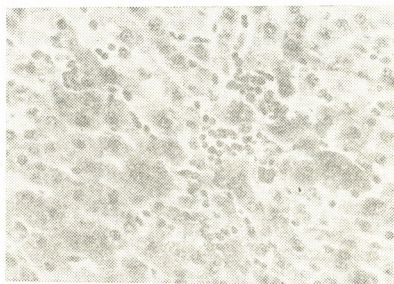


Рис. 3. Печень крысы на 20-й день после ваготомии. Скопление лимфоидных клеток в просвете капилляров. Окраска гематоксилином-эозином (X480)

ше всего выявляются расстройством гемоциркуляции, повышением проницаемости стенок сосудов, расширением сосудистого русла, возникновением стаза. Все это соответственно влечет тканевую гипоксию органа. Спустя 20 дней гистологическая картина печени нормализуется.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт экспериментальной морфологии  
им. А. Н. Натишвили

(Поступило 5.11.1987)

ჰისტოლოგია

დ. გოლიგვიშვილი

ვირთავას ღვიძლის რეაქცია ვაგოტომიაზე

რეზიუმე

შესწავლილია ვირთავას ღვიძლის ჰისტოლოგიური სურათი ვირთავას დიაფრაგმისქვეშა ორმხრივი ვაგოტომიიდან 5, 20 და 90 დღე-ღამის შემდეგ. ჩატარდა ცენტრალური ვენების რიცხვის რაოდენობითი ანალიზი მიკროსკოპის ქვეშ და მათი ფართობის ცვლილება სხვადასხვა ხანგრძლივობის ექსპერიმენტის დროს. გამოვლინდა ღვიძლის პარენქიმატოზური უჯრედების და შემადგენელი სტრომის ცვლილებები. ნაჩვენებია ცენტრალური ვენების ფართობის გადიდება ვაგოტომიიდან 5 და 20 დღე-ღამის შემდეგ.



D. S. GOLEMBIOVSKAYA

## THE REACTION OF RAT LIVER TO VAGOTOMY

## Summary

The histological picture of the rat liver 5, 20, and 30 days following bilateral subdiaphragmatic vagotomy is studied.

A quantitative analysis of the number of central veins in the microscope field of vision is carried out as well as of the changes in their areas at different stages of the experiment. Some alterations in parenchymatous cells and connective stroma of the liver are revealed. It is shown that the area of central veins following 5 and 20 days after vagotomy is increased.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Зозуля. Бюлл. эксп. биол. и мед., т. 83, № 4, 1977, 420—422
2. В. Б. Раскалей. Автореферат канд. дисс. Киев, 1977.
3. Г. Г. Автандилов, Н. И. Яблучанский, В. Г. Губенко. Системная стереометрия в изучении патологического процесса. М., 1981.
4. И. А. Ойвин. Пат. физиол. и эксп. тер., т. 4, № 4, 1960.
5. В. Ю. Урбах. Биометрические методы (статистическая обработка опытных данных в биологии, сельском хозяйстве и медицине). М., 1964.
6. Г. Г. Автандилов. Введение в количественную патологическую морфологию. М., 1980.

М. А. САДУНИШВИЛИ, И. С. СЕРЕБРЯКОВ

## СКАНИРУЮЩАЯ И ТРАНСМИССИОННАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОСКОПИЯ КЛЕТОК КЛАРА ПРИ ОСТРОЙ ГИПОКСИИ У КРЫС

(Представлено академиком Н. А. Джавахишвили 15.5.1987)

Изучение структурно-функциональных изменений легких при общей гипоксии организма представляет собой одну из наиболее актуальных проблем биологии и медицины. Исследованию структурно-метаболических сдвигов, происходящих в легком, посвящено немало работ [1—3], в то же время в литературе очень мало данных по изучению морфологических изменений клеток Клара при гипоксии, хотя структурным изменениям этих клеток при кислородной недостаточности придается большое значение в связи с их предполагаемым участием в синтезе компонентов сурфактанта легких [4].

В настоящем сообщении представлен анализ изменений клеток Клара терминальных бронхиол при острой гипоксии у крыс по данным сканирующей и трансмиссионной электронной микроскопии.

В эксперименте использовали 18 беспородных белых крыс-самцов массой тела 150—180 г. Острую гипоксию воспроизводили однократным помещением животных в вентилируемую барокамеру с разрежением воздуха 310—340 мм рт. ст., что соответствовало подъему на высоту 7000 м над уровнем моря, время экспозиции — 5 часов. Из 18 подопытных животных к концу эксперимента у 3 появились дизадаптационные реакции в виде экзофтальма, нарушения координации и кровотечения из носа. Этих животных для морфологического исследования не использовали.

Для сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) легкое фиксировали интратрахеально 2,5% раствором глутаральдегида под давлением 10 см  $H_2O$ . Материал высушивали при критической точке в жидком  $CO_2$ . После напыления золотом образцы просматривали в сканирующем электронном микроскопе «Hitachi S-500» при ускоряющем напряжении 25 квт. О секреторной активности клеток Клара судили по состоянию рельефа апикальной поверхности [5]. По этому признаку все клетки были разделены на 4 группы: I — начальная фаза накопления секрета (более уплощенная бугристая поверхность), II — завершающая фаза накопления секрета (набухшие клетки Клара, округлая, гладкая апикальная часть которых выступает над поверхностью других клеток), III — клетки в процессе секреции (на апикальной поверхности располагаются крупные, сферические образования), IV — постсекреторная фаза (апикальная часть выглядит спящей). Рассчитывали процентное соотношение клеток Клара, находящихся в разных фазах секреторного цикла, на единицу площади терминальных бронхиол при увеличении  $\times 5000$  в среднем в 100 полях зрения. Цифровые данные обрабатывали методом математической статистики с использованием критерия Стьюдента. Различия считали достоверными при значении  $P < 0,05$ .

Для трансмиссионной электронной микроскопии (ТЭМ) легкие фиксировали перфузией охлажденной смесью 2,5% глутаральдегида (рН 7,4) через легочную артерию. После окончания перфузии сердеч-



но-легочный комплекс извлекали из грудной полости и фиксировали в течение 2 часов в том же фиксаторе при 4°C. Ультратонкие срезы исследовали в электронном микроскопе «Tesla BS-500» при ускоряющем напряжении прибора 70 кВ. Контролем служили образцы легких от 10 животных, не подвергшихся каким-либо воздействиям (условно «норма»).

У животных контрольной группы, по данным ТЭМ, клетки Клара представляют собой крупные, удлиненные клетки, в которых топографически условно можно выделить 3 части: базальную, среднюю и апи-



Рис. 1. ТЭМ. Клетки Клара терминальной бронхиолы крысы при острой гипоксии (1). Количество секреторных гранул резко уменьшено (2), апикальная шапка (3) наполнена мембранами агранулярной цитоплазматической сети (4), в средней зоне клетки резко расширены каналцы агранулярной цитоплазматической сети (5). Ув  $\times 4000$

кальную. Базальная часть цитоплазмы содержит гранулярную и агранулярную цитоплазматическую сеть, свободные рибосомы и митохондрии с осmioфильным матриксом и плотно упакованными кристами, структура которых нечетко различима. В средней части расположено овальное дольчатое ядро, рядом с которым выявляется комплекс Гольджи. Здесь, как и в базальной части клетки, имеются цистерны агранулярной и гранулярной цитоплазматической сети. Апикальная часть также содержит мембраны агранулярной цитоплазматической сети, однако митохондрии единичны, более крупные, округлой формы, с небольшим числом крист; секреторные гранулы гомогенны, с содержимым средней электронной плотности.

По данным СЭМ, клетки Клара у животных контрольной группы расположены в основном в виде скоплений, реже по одиночке. Рельеф поверхности клеток Клара неровный, представлен в виде гребней, складок и выпячиваний разной формы, которые, очевидно, отражают функциональную активность клетки. Количество клеток Клара в начальной и завершающей фазах накопления секрета одинаково. Небольшое число клеток находится в фазе секреции и постсекреторной стадии.

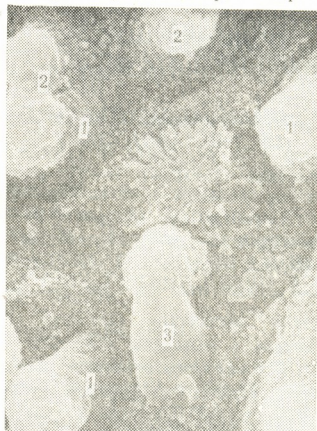
Однократная предельно переносимая гипоксия в течение 5 часов отражается на ультраструктуре клеток Клара терминальных бронхиол в виде резкого расширения цистерн гранулярной цитоплазматической сети и дезагрегации их мембран, еще большего уплотнения и гомогенизации матрикса митохондрий в базальной зоне. Следует отметить факт перераспределения митохондрий в апикальную зону цитоплазмы. Отмечается тенденция к гипертрофии везикулярного компонента

пластинчатого комплекса и распространение мелких пузырьков по всей цитоплазме. Количество секреторных гранул значительно меньше, чем в контроле. В апикальной части наблюдается дилатация агранулярной цитоплазматической сети, сопровождаемая образованием полости (рис. 1).

Эквивалентным проявлением усиления гиперсекреции, по данным СЭМ, было увеличение выпячивания бугристости и складчатости рельефа апикальной поверхности клеток Клара, сопровождаемое формированием крупной апикальной шапки (рис. 2). Достоверно возросло

Рис. 2. СЭМ. Клетки Клара терминальной бронхиолы крысы при острой гипоксии (1), бугристость рельефа усилена (2), на поверхности сформирована апикальная шапка (3), щеточный альвеолоцит (4),

ув.  $\times 10\ 000$



количество клеток с постсекреторными порами (16,33% в опыте вместо 3,53% в контроле,  $P < 0,05$ ).

По данным литературы [3, 4, 6], острая гипоксия является фактором, усиливающим синтез и потребление поверхностно-активного вещества легких. В этом процессе, как показывают результаты наших наблюдений, активно участвуют клетки Клара, которые реагируют как увеличением количества клеток в постсекреторной стадии, так и качественной перестройкой синтетического секреторирующего аппарата клетки в сторону формирования специфических структур типа апикальной шапки.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт экспериментальной  
морфологии  
им. А. Н. Натишвили

(Поступило 15.5.1987)

ციტოლოგია

მ. საღუნუშვილი, ი. სარგებიაკოვი

მირთავას კლარა-უჯრედების მასკანირებალი და ტრანსმისიული  
ელექტრონული მიკროსკოპია მუშავე ჰიპოქსიის დროს

რეზიუმე

შესწავლილია ვირთავას ტერმინალური ბრონქიოლების კლარა-უჯრედების ულტრასტრუქტურის ცვლილებები მუშავე ჰიპოქსიის (ერთჯერადი, 5 სთ განმავლობაში) დროს.



მწვავე ჰიპოქსიის ზემოქმედებას კლარა-უჯრედები პასუხობენ სეკრეციის გაძლიერებით, რის მორფოლოგიურ დასაბუთებაც წარმოადგენს პოსტსეკრეტორულ ფაზაში მყოფი უჯრედების რიცხვის გაზრდა, სეკრეტორული აპარატის და აპიკალური ზედაპირის სპეციფიკური ტრანსფორმაცია „ქუდის“ ფორმირებით. ზემოაღნიშნული მორფოლოგიური ცვლილებები ადასტურებს კლარა-უჯრედების აქტიურ მონაწილეობას ტერმინალური ბრონქიოლების ლორწოვანის რეაქციაში მწვავე ჰიპოქსიის ზემოქმედებაზე.

## CYTOLOGY

M. A. SADUNISHVILI, I. S. SEREBRYAKOV

### SCANNING AND TRANSMISSION ELECTRON MICROSCOPY OF THE CLARA CELLS IN RATS WITH ACUTE HYPOXIA

#### Summary

Ultrastructural changes of the Clara cells in terminal bronchioles of rats with acute one-time hypoxia during 5 hours have been studied by means of electron microscopy. A significant activation of the mature secretory granules exhaust from the Clara cells has been established.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. В. Баринава. Автореферат канд. дисс. М., 1972.
2. А. П. Зильбер. Клиническая физиология для анестезиологов. М., 1977.
3. З. Г. Цагарели, Л. Е. Гогიაшвили. Функциональная морфология сердечно-легочного синдрома. Тбилиси, 1982.
4. P. D. Smith *et al.* Thorax. -1974. vol 29. 147-163.
5. И. С. Серебряков. Автореферат канд. дисс. М., 1984.
6. В. А. Горчаков, Т. Г. Коросташ. Сб. «Сурфактанты легкого в норме и патологии». Киев, 1983, 120—124.



К. К. ДЖИНЧАРАДЗЕ, Р. В. КАПАНАДЗЕ, Н. А. АНДРИАДЗЕ,  
Л. А. ХОПЕРИЯ, А. И. ГУГЕШАШВИЛИ

## РЕГУЛЯЦИЯ МЕТАБОЛИЗМА ИНФАРЦИРОВАННОГО МИОКАРДА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПРЕПАРАТА ПРОСТЕНОНА В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Деканосидзе 22.6.1987)

На основе применения гистологических и других методов исследования в настоящее время достаточно изучен характер изменений ультраструктуры и метаболизма кардиомиоцитов в процессе ишемии и формирования инфаркта миокарда [1—4].

Наряду с установлением структурных изменений и нарушений метаболизма инфарцированного миокарда особое внимание уделяется их своевременному восстановлению в постинфарктном периоде в условиях воздействия некоторых лечебных средств.

В последнее время в литературе появилось множество данных о возможном ограничении размеров инфаркта миокарда с помощью фармакологических и гемодинамических вмешательств [5—14].

Но все же вопрос о выискивании и применении целенаправленных лекарственных веществ, уменьшающих величину некротического повреждения миокарда, стоит очень остро.

Исходя из сказанного, основной задачей данной работы является изучение характера коррекции метаболизма инфарцированного миокарда в условиях применения препарата простенона.

Простенон является препаратом, созданным на основе биосинтетического простагландина  $E_2$  (ПГЕ<sub>2</sub>). Препарат представляет собой белый кристаллический порошок, легко растворимый в 95%-ном этиловом спирте и практически нерастворимый в воде.

В нашей стране простенон выпускается в виде 0,1% и 0,5%-ных растворов в 95%-ном этиловом спирте в ампулах по 1 мл. Препарат предназначен для внутривенных инфузий.

Собственные экспериментальные исследования проведены на 28 собаках-самцах, примерно одного возраста, с массой тела 16—22,5 кг. 13 собакам (основная группа) после коронарной окклюзии и появления на ЭКГ признаков острой ишемии внутривенно капельно вводили 1%-ный раствор простенона в 200 мл физиологического раствора со средней скоростью 250 нг/кг/мин, в среднем в течение 6 ч. В контрольной группе собак (15) в течение этого же периода времени вводили в/в 200 мл физиологического раствора.

После забивки животных (на 10-й день) материал иссекали из левого желудочка и после соответствующей фиксации окрашивали гематоксилином и эозином, пикрофуксином по Ван Гизону; определяли активность ферментов СДГ, ЦХО, НАД и НАД-ф диафораз, АТФ-азы и Г-6-Ф ДГ.



Оценка размера очага поражения производилась весовым планиметрическим методом (Робертс и др., 1978).

Гистологическое, гистохимическое, гистоэнзимохимическое и морфометрическое исследования экспериментального материала показали, что простенон благоприятно влияет на ишемизированный миокард.

На 10-й день после окклюзии коронарной артерии выявилась разница в степени организации инфаркта миокарда у леченых и контрольной группы животных. У собак основной группы почти вся зона инфаркта замещена соединительной тканью различной степени зрелости. Указанная доза простенона ускоряет темп замещения некротизированной мышечной ткани соединительной тканью, а также уменьшает размеры очага поражения инфарктированного миокарда.

По нашим данным, размер инфаркта миокарда под воздействием простенона достоверно уменьшается от 22,527 г (контрольная группа) до 18,805 г ( $p < 0,05$ ).

Простенон вызывает активацию ферментов СДГ, ЦХО, НАД и НАД-Ф диафораз и АТФ-азы в кардиомиоцитах перинфарктной зоны. Отмечено частичное повышение активности фермента Г-6-Ф ДГ в кардиомиоцитах интактного миокарда.

Таким образом, по данным собственного экспериментального исследования, можно говорить о выраженном благоприятном воздействии простенона на ишемизированный миокард. Препарат активирует важнейшие окислительно-восстановительные ферментативные системы; вызывает компенсаторную регуляцию метаболизма в кардиомиоцитах околоинфарктной зоны; усиливает процессы репарационной регенерации в зоне повреждения и тем самым способствует уменьшению размеров очага некроза инфарктированного миокарда.

НИИ клинической  
и экспериментальной кардиологии  
им. М. Д. Цинамдзгвришвили  
МЗ ГССР

(Поступило 26.6.1987)

ციტოლოგია

ძ. ჯინჭარაძე, რ. კაპანაძე, ნ. ანდრიასი, ლ. ხოჭორია, ა. გუგუშაშვილი

დაინფარქტებული მიოკარდის მეტაბოლიზმის რეგულაცია  
პრეპარატ პროსტენონის შემოკამდეების პირობებში ექსპერიმენტში

რეზიუმე

ექსპერიმენტული გამოკვლევა ჩატარებულია 28 ძღლზე ორ სერიად. ცხოველებს მიოკარდიუმის ინფარქტის გამოწვევის მიზნით ვუკვანძვლით მარცხენა გვირგვინოვანი არტერიის წინა დასწვრივ ტოტს შუა მესამედში.

ჰისტოლოგიური, ჰისტოქიმიური და მორფომეტრიული გამოკვლევების საფუძველზე დადგინდა პრეპარატ პროსტენონის კეთილმოფელი გავლენა მიოკარდში დარღვეული ნივთიერებათა ცვლის კორექციაზე. ამ პრეპარატის გავლენით რამდენადმე მცირდება ინფარქტის ზომები და უმჯობესდება გულის მუშაობის უნარიანობა.

K. K. JINCHARADZE, R. V. KAPANADZE, N. A. ANDRIADZE,  
 L. A. KHOPERIA, A. I. GUGESHASHVILI

## METABOLISM REGULATION OF INFARCTED MYOCARDIUM UNDER THE INFLUENCE OF EXPERIMENTAL PROSTENON PREPARATION

### Summary

Experimental procedures were carried out on dogs (n-28) with acute myocardial infarction.

Histological, histochemical, histoenzymochemical and morphological experiments showed that prostenon is beneficial for the ischemic myocardium. The preparation activates the most important oxidation-reduction enzymatic systems, induces compensatory metabolic regulation in cardiomyocytes in the near-ischemic zone, intensifies the processes of reparative regeneration in the damaged zone and thus contributes to a dimensional decrease of the necrosis core in the infarcted myocardium.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. С. Божко. ДАН СССР, 1967, 1, 492.
2. А. М. Вихерт, Н. М. Черпаченко. Метаболизм миокарда. М., 1975, 373.
3. Л. М. Непомнящих. Патологическая анатомия и ультраструктура сердца. М., 1981.
4. Л. П. Орлов, А. М. Шилов, Г. Е. Ройтберг. Сократительная функция и ишемия миокарда. М., 1987.
5. Н. И. Афонская. Кардиология, 1979, 1, 103.
6. Г. С. Галяутдинов. Кардиология, 1980, 8, 100.
7. Р. В. Капанадзе. Проблемы клинической и экспериментальной фармакологии и побочных действий лекарственных средств. Тбилиси, 1983, 31.
8. О. И. Писаренко. Бюлл. эксп. биол. и мед., 1985, 9, 280.
9. Н. М. Черпаченко. Кардиология, 1982, 11, 49.
10. T. Fukuyama *et al.* Circulation, 1980, 62, 1227.
11. K. Iamaguchi *et al.* J. Cardiol. Pharmacol., 1983, v. 5, 3, 499.
12. K. Noguchi *et al.* J. Pharmacol. Exptl. Therap., 1981, 219, 809.
13. N. Ohnishi *et al.* Prostaglandins Med., 1981, 6, 269.
14. O. I. Pissarenko *et al.* J. Mol. Cell. Cardiol., 1983, 15, 53.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

Т. Т. МУРДЖИКНЕЛИ, А. В. ХУЧУА

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПЕЧЕНИ И СЕЛЕЗЕНКИ  
ПОСЛЕ ИМПЛАНТАЦИИ БИОДЕСТРУКТИРУЕМОГО  
ПОЛИМЕРНОГО МАТЕРИАЛА С ЦЕЛЬЮ ОСТАНОВКИ  
ПАРЕНХИМАТОЗНОГО КРОВОТЕЧЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Деканосидзе 6.6.1988)

Применяемые при паренхиматозном кровотечении средства не всегда являются эффективными, каждый из них имеет свои преимущества и недостатки, поэтому поиски новых средств все еще продолжаются. Множество кровоостанавливающих средств не должно препятствовать изысканию новых, поскольку борьба с паренхиматозным кровотечением является актуальной проблемой хирургии.

Для остановки паренхиматозного кровотечения мы использовали биодеструктурируемый полимерный материал — полиамид на основе гексаметилендиамина N,N'-терефталоил-бис-DL-валина и N,N'-терефталоил-бис-DL-фенилаланина (ПТВФ), который был создан под руководством Р. Д. Кацарава в Институте молекулярной биологии и биологической физики АН ГССР [1].

Целью проведенных морфологических исследований явилось изучение перестройки полимерного материала и реакции окружающих тканей печени и селезенки.

В экспериментах под общим обезболиванием моделировали паренхиматозное кровотечение, остановку кровотечения из печени и селезенки производили полимерной ватой, которую вводили в глубину раны с последующей фиксацией полимерной пленкой и полиуретановым клеем МКЛ-3 [2].

Из 99 экспериментов на 52 собаках обоего пола 5 окончились летально. Причиной летальности были острая кровопотеря (3 случая) и двусторонняя пневмония (2 случая).

Кусочки печени и селезенки брали на границе раздела полимерной ткани через 1, 6, 7, 10 и 18 месяцев после имплантации.

Общую картину имплантируемого полимера и окружающих тканей изучали путем окраски препаратов гематоксилином и эозином. Коллагеновые структуры выявляли пикрофуксином по Ван-Гизону, гликоген и гликопротеины — ШИК-реакцией, рибонуклеопротеиды (РНП) — азур II-эозином.

Морфологические исследования показывают, что через месяц происходит гомогенизация полимера с частичным замещением его тканями подопытных животных. Вокруг полимера отсутствует или слабо выражена соединительнотканная капсула. Хорошо видно врастание кровеносных сосудов в полимер. Последний инфильтрирован главным образом макрофагами, встречаются также лимфоциты, очень много в нем гигантских клеток рассасывания инородных тел, содержащих от 3—5 до 10—15 ядер.

Вокруг полимера ткань печени умеренно инфильтрирована лимфоцитами, а цитоплазма гепатоцитов содержит, как в норме, большое количество гликогена и умеренное количество РНП. Реактивные изменения селезенки незначительны и проявляются в увеличении площади лимфоидных узелков без образования центров размножения.



Через 6—7 месяцев в различных органах вокруг полимера выявляется соединительнотканная капсула, которая состоит из волокон и малого количества фиброцитов с удлиненными и узкими ядрами. Большая часть полимерной ваты и пленки замещена соединительнотканскими волокнами и клетками (рис. 1). Здесь же выявляются вновь



Рис. 1. Печень через 6 месяцев после имплантации полимерного материала (вата+пленка+клей КЛ-3). Гигантские клетки рассасывания инородных тел, содержащих фрагменты полимера. Гематоксилин и эозин.  $\times 120$

образованные кровеносные сосуды среднего и малого калибра, а также гигантские клетки инородных тел. Особенно большие или длинные многоядерные гигантские клетки (до 50—100 ядер) обнаруживаются около капсулы. Здесь же, около капсулы, в ткани печени обнаруживаются кровенаполненные синусоиды, мелкие кровоизлияния, мононуклеарная инфильтрация. Гистохимически цитоплазма гепатоцитов содержит умеренное количество РНП и большое количество гликогена. Такое же количество РНП содержат находящиеся внутри капсулы фибробласты. Цитоплазма гепатоцитов, находящихся непосредственно на наружной поверхности фиброзной капсулы, содержит гликоген в малом количестве или лишена его. Цитоплазма гигантских клеток характеризуется отсутствием или умеренным содержанием РНП и ШИК-положительных веществ.

В селезенке, в отличие от печени, фиброзная капсула вокруг полимерной ваты, в некоторых местах имеет три слоя (рис. 2). Между

Рис. 2. Селезенка через 6 месяцев после ее ранения и имплантации полимерного материала (вата+пленка+клей КЛ-3). Трехслойная капсула вокруг полимерной ваты.

Гематоксилин и эозин.  $\times 80$



соединительнотканскими слоями находится еще довольно толстый слой, состоящий из круглых лимфоидных клеток. Привлекает внимание, что полимерная вата почти полностью замещена соединительнотканскими фибриллами и фиброцитами. В ней мало гигантских клеток инородных тел, но много макрофагов и кровеносных сосудов. Иногда обнаруживается прижатая полимером почти облитерированная крупная артерия. В ткани селезенки часто обнаруживаются большие лимфоидные узелки со светлыми центрами, что можно расценивать как активное состояние. Следует отметить, что при сочетанных повреждениях органов, в отличие от изолированных повреждений, изменения лимфоидных узелков более отчетливы и распространены.

Через 10 месяцев полимер в печени почти полностью претерпевает резорбцию и замещается соединительнотканскими клетками и волокнами, а также богат кровеносными сосудами. Фиброзная капсула слабо выражена, тонкая. Изредка в области капсулы и полимера встречаются гигантские клетки инородных тел. Последние нередко



окружены одним слоем фиброцитов. Резорбцию и замещение соединительноткаными элементами претерпевает также полимерная пленка, фиксированная полиуретановым клеем или пришитая атравматической иглой и нитью на поверхности печени. В последнем случае в препаратах хорошо видна полифильность нити и соединительнотканая капсула вокруг нее.

Вокруг фиброзной капсулы ткань печени не претерпевает значительных изменений.

В селезенке через 10 месяцев фиброзная капсула тонкая. Полимерная вата и пленка полностью резорбированы и замещены соединительноткаными волокнами и клетками. В капсуле или в области полимера не обнаруживаются гигантские клетки инородных тел. На месте полимерной ваты нередко обнаруживаются лимфоидные узелки (фолликулы) и большое количество лимфоцитов. Лимфатические узелки в интактной части селезенки в основном первичные, изредка содержат светлые герминативные центры.

Через 1,5 года в печени и селезенке происходят полная резорбция полимера, как ваты, так и пленки, и замещение их рубцовой соединительной тканью. Ни вблизи, ни в отдаленных участках от места имплантации полимера в этих органах отсутствуют какие-либо значительные структурные и гистохимические изменения клеток.

Следует также отметить, что при гистологическом исследовании печени и селезенки вокруг полимера признаков злокачественного роста не выявлено.

НИИ экспериментальной и  
клинической хирургии  
им. К. Д. Эристави  
МЗ ГССР

(Поступило 6.9.1988)

მაქსარეიმენტული მონოგრაფია

თ. შურჯიანი, ა. ხუბუა

პარენქიმული სისხლდენის შეჩერების მიზნით კოლიმერული მასალის იმპლანტაციით გამოწვეული მორფოლოგიური ცვლილებები ღვიძლსა და ელენთაში

რეზიუმე

ჰისტოლოგიური და ჰისტოქიმიური მეთოდებით შეისწავლბოდა ძაღლების ღვიძლი და ელენთა პოლიმერი — ქსოვილის გასაყარის საზღვარზე მათი დაზიანებისა და პოლიმერული მასალის იმპლანტაციის შემდეგ, რომელიც სისხლდენის შეჩერების მიზნით წარმოებდა. ადგიური საშუალებად გამოიყენებოდა წებო KJI-3. დადგენილ იქნა, რომ პოლიმერული ბაზა და ფირი წარმოადგენენ კარგ კარკასს, რომელზედაც ხდება შემავრთბელი ქსოვილის ორგანიზაცია. ეს პოლიმერები არ იწვევენ ქსოვილზე ზეწოლას და ნეკრობიოზული პროცესების განვითარებას, მოკლებულნი არიან ბლასტომოგენურ და გამოხატულ ანტიგენურ თვისებებს. ღვიძლისაგან განსხვავებით ელენთაში უფრო სწრაფად მიმდინარეობს პოლიმერული მასალის განწოვა და რეზორბცია.

T. T. MURJIKNELI, A. V. KHUCHUA

MORPHOLOGICAL CHANGES OF THE LIVER AND SPLEEN  
FOLLOWING THE IMPLANTATION OF BIODEGRADABLE  
POLYMERIC MATERIAL FOR THE PURPOSE OF HEMOSTASIS

## Summary

Histological and histochemical methods were used to study the dog's liver and spleen at the polymer-tissue boundary following their damage and the implantation of polymeric material to arrest bleeding. KL-3 glue was used as an adhesive agent. It is found that polymeric wool and film provide a good framework for formation of the connective tissue. They do not cause any construction and necrobiotic processes in tissues, they are not characterized by any blastogenic and pronounced antigenic properties. The resolution and resorption of the polymeric material proceeds faster in the spleen as compared to the liver.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. Д. Кацарава, Д. П. Харадзе, Л. И. Кирмелашвили, М. Н. Заалишвили. *Acta Polymerica*, В 36, № 1, 1985.
2. М. М. Ковалев, Т. Э. Липатова, И. М. Кебуладзе, Г. А. Пхакадзе, Г. В. Буренко. *Ж. «Сабчота медицина»*, № 5, 1973.



Д. Д. ТВИЛДИАНИ, Т. И. ЧЛАИДЗЕ, А. А. ДЖЕИРАНАШВИЛИ,  
В. А. ЧИХЛАДЗЕ, Л. Д. ТВИЛДИАНИ

## ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ВОЗБУДИМОСТЬ МИОКАРДА В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

(Представлено академиком Т. Н. Ониани 23.12.1987)

Сердечно-сосудистые заболевания — наиболее частая причина инвалидности и смертности населения. Нарушение ритма сердечной деятельности оказывает отягощающее влияние на течение и исход заболеваний [1—5] и служит наиболее вероятной причиной внезапной кардиогенной смерти. Патологической основой дисритмии часто является дестабилизация биоэлектрической активности сердца [6, 7], не всегда обусловленная органическим повреждением миокарда.

Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы (ССС), периодичность появления симптомов и синдромов патологических ее состояний, обострение течения заболевания, учащение возникновения различных осложнений и повышение летальности больных тесно связаны с изменением солнечной активности и гелиогеофизических факторов. Особенно наглядным риск-фактором для развития сердечно-сосудистых катастроф являются геомагнитные бури и возмущения [8—13].

Целью наших экспериментальных исследований являлось изучение влияния ИЭМП на возбудимость интактного и ишемизированного миокарда путем определения порога навязывания искусственного электрического импульса (ИЭИ) к работе сердца.

На 8 собаках (весом 9—12 кг) проведено 84 опыта. Для временной электрокардиостимуляции применялись магнитондифференциальные миокардиальные электроды, которые операционным путем пришивались к миокарду. Концы электродов выводились наружу. Через несколько дней начинались опыты. Собака помещалась в ИЭМП (образованное электромагнитными катушками) таким образом, чтобы грудная клетка находилась между катушками. Напряженность ИЭМП составляла 16000 а/м, а время экспозиции собак в ИЭМП — 120 минут. До начала экспозиции, на различных этапах экспозиции и после ее прекращения снималась ЭКГ и определялся порог навязывания ИЭИ. При этом частота ИЭИ оставалась постоянной (160 в минуту) и менялась лишь его амплитуда (в мА); она постепенно увеличивалась до полного навязывания работы сердца к ИЭИ, контролируемому с помощью синхронной и непрерывной регистрации ЭКГ (рис. 1). В контрольных опытах (11) все повторялось по той же программе, только без воздействия ИЭМП.

На 3 собаках проведено 14 опытов, в которых воздействие ИЭИ на сердце сочеталось с острой обратимой, кратковременной (5—10 мин) ишемией миокарда, моделируемой по методу Д. Д. Твилдиани. Порог навязывания сердечной деятельности к ИЭИ определялся в одних случаях при острой ишемии миокарда без сочетания с ней экспозиции подопытных животных в ИЭМП, в других случаях — при и после ишемии миокарда в сочетании с воздействием ИЭМП.

По нашим данным, в контрольных опытах при 2-часовом нахождении собак в экспериментальной установке порог возбудимости миокарда



да не менялся; лишь в 2 опытах амплитуда навязываемого ИЭИ уменьшилась от 3,4 до 3,3 и от 1,3 до 1,25 мА (рис. 2, А).

После экспозиции подопытных животных в ИЭМП порог навязывания ИЭИ в подавляющем большинстве случаев наглядно уменьшался

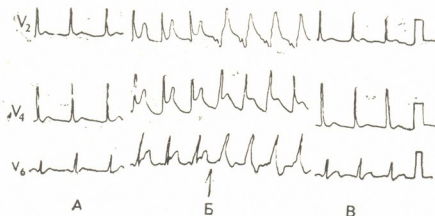


Рис. 1. ЭКГ собаки в грудных отведениях: А — исходная ЭКГ; Б — при острой ишемии миокарда и навязывании ИЭИ (навязывание указано стрелкой); В — через 40 сек после острой ишемии миокарда

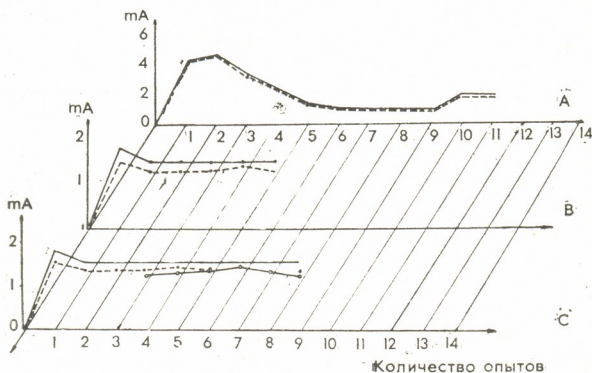


Рис. 2. График изменения порога навязывания ИЭИ: А — контрольная группа; В — при острой ишемии миокарда; С — при сочетанном воздействии ИЭМП и острой ишемии миокарда; — — — — исходный показатель; - - - - - показатель после ишемии; —○—○—○— показатель при ишемии

ся. Порог возбудимости миокарда не изменился в 5 случаях из 52, во всех остальных случаях наблюдалось уменьшение порога навязывания ИЭИ (рис. 3) в среднем от  $2,26 \pm 0,19$  до  $1,89 \pm 0,17$ . В отдельных опытах после экспозиции в ИЭМП порог возбудимости миокарда уменьшился на 30—50%. При статистической обработке цифровых показателей опытов снижение порога навязывания ИЭИ после 2-часовой экспозиции подопытных животных в ИЭМП оказалось высокодостоверным ( $p=80\%$ ).

По нашим данным, как при острой ишемии, так и в ближайшие сроки после восстановления коронарного кровообращения и нормализации ЭКГ показателей подопытных животных (возвращение ЭКГ к

исходному состоянию) наблюдалось наглядное уменьшение порога возбудимости миокарда до  $1,32 \pm 0,03$  ( $p=90\%$ ). При проведении этих же опытов в условиях экспозиции подопытных животных в ИЭМП не

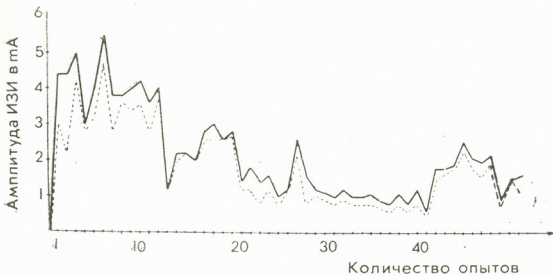


Рис. 3. График изменения порога навязывания ИЭИ под воздействием ИЭМП: ——— исходный показатель; — — — показатель после воздействия ИЭМП

выявлено снижающееся воздействие ИЭМП на порог возбудимости миокарда (рис. 2,с), т. е. при острой и кратковременной обратимой ишемии миокарда снижение порога возбудимости ишемизированного участка миокарда (стимулирующие электроды вкладывались в ту область миокарда, гемоперфузия которой осуществлялась через переднюю нисходящую ветвь левой коронарной артерии) обусловлено в основном самой острой ишемией миокарда и она перекрывает эффект воздействия ИЭМП. Однако изучение отягощающего воздействия ИЭМП, а также геомагнитных бурь и возмущений на возбудимость миокарда при более длительной острой ишемии миокарда, приводящей к развитию острого инфаркта миокарда, и хронических ее форм нам представляется проблемой прикладного значения.

Таким образом, воздействие ИЭМП (напряженность 16000 а/м) на интактное сердце вызывает дестабилизацию порога возбудимости, аналогичную тому, как меняется порог возбудимости мышцы сердца при ее острой кратковременной обратимой ишемии.

Тбилисский государственный  
медицинский институт

(Поступило 24.12.1987)

მეცნიერებათა აკადემიის მედიცინის

დ. ტვილიძე, თ. ჩაიკაძე, ა. ჯიბრაძე, ვ. ჩხეიძე, ლ. ტვილიძე  
მუდმივი ელექტრომაგნიტური ველის გავლენა გულის კუნთის  
აგზნებადობაზე მეცნიერებათა

რეზიუმე

მუდმივი ელექტრომაგნიტური ველის (მემვ) ინტაქტური და იშემიზირებული გულის კუნთის აგზნებადობაზე ზეგავლენის შესწავლის მიზნით მ-ძალაზე ჩატარებულია 84 ექსპერიმენტი.

მიოკარდის აგზნებადობის ზღურბლი ისაზღვრებოდა ხელოვნური ელექტროკარდიოსტიმულაციით გულის კუნთზე ოპერაციული გზით დამაგრებული მაგნიტონდიფერენტული ელექტროდების საშუალებით. მიოკარდის მწვავე, ხანმოკლე (5—10 წთ) იშემიის მოდელირება ხდებოდა დ. ტვილიძის მეთოდით.



საკონტროლო ცდებში, რომელიც ტარდებოდა იგივე პროგრამის გარეშე აღზნებადობის ზღურბლი უცვლელი რჩებოდა. მემვ იწვევს ინტაქტური გულის კუნთის აღზნებადობის ზღურბლის შემცირებას. ანალოგიური ცვლილებებია მწვავე ხანმოკლე შექცევადი იშემიის დროსაც.

მაშასადამე, მემვ-ის ზემოქმედება, მსგავსად მწვავე ხანმოკლე შექცევადი იშემიისა, იწვევს მიოკარდის ბიოელექტრულ დესტაბილიზაციას.

## EXPERIMENTAL MEDICINE

D. D. TVILDIANI, T. I. CHLAIDZE, A. A. JEIRANASHVILI  
V. A. CHIKHIADZE, L. D. TVILDIANI

### THE EFFECT OF CONSTANT ELECTROMAGNETIC FIELD ON THE EXCITABILITY OF THE MYOCARDIUM IN THE EXPERIMENT

#### Summary

With a view to studying the effect of the constant electromagnetic field on the excitability of the intact and ischemic heart muscle 84 experiments have been carried out on 8 dogs.

Myocardium excitability threshold was determined by artificial electrocardiostimulation by means of magneto-indifferent electrodes. The modulation of acute short (5-10 minutes) myocardial ischemia was performed by D. Tvildiani's method.

Control tests without constant electromagnetic field carried out according to the same program showed that the threshold of excitability remained unchanged. Constant electromagnetic field causes a decrease in the excitability threshold of the intact heart muscle. Similar changes take place in acute short reversible ischemia.

Thus, the action of constant electromagnetic field, as is the case with acute short reversible ischemia, causes bioelectrical destabilization of the myocardium.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Маколкин. Тер. арх., 3, 1957, 66.
2. А. Л. Михнев и др. Недостаточность сердца и аритмии. Л., 1966, 237.
3. М. И. Теодори. Тер. арх., 1, 1953, 19.
4. Е. И. Чазов. Кардиология, 10, 1968, 3.
5. Е. И. Чазов и др. Тер. арх., 11, 1966, 52.
6. Б. Лаун. Кардиология, 7, 1980, 35.
7. Б. Лаун. Кардиология, 8, 1980, 52.
8. Н. А. Агаджанян. Ритмы жизни и здоровья. М., 1979.
9. А. Г. Амиранашвили и др. Материалы III Всесоюз. симп. по атмосферному электричеству. Тарту, 1985, 102.
10. И. Е. Ганелина и др. Кардиология, 8, 1973, 21.
11. И. Е. Ганелина и др. Кардиология, 8, 1980, 89.
12. М. П. Дементьева и др. О некоторых особенностях течения инфаркта миокарда в период гелиобурь. Владивосток, 1982, 2.
13. В. Л. Думан и др. Вопросы организации и результаты лечения больных с неотложными заболеваниями. Владивосток, 1979, 33.



И. Ш. ЗЕДГИНИДZE, О. В. ХУЛУЗАУРИ, И. Л. ЯКОВЛЕВ

## НОВЫЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ СПОСОБ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭРИТРОЦИТОВ ПО РЕЗИСТЕНТНОСТИ И АВТОМАТИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ СПОСОБА

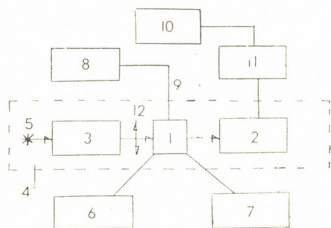
(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Чанишвили 15.12.1987)

Разработан новый дифференциальный способ и создана установка высокой точности и высокого разрешения для изучения распределения эритроцитов по резистентности. Способ позволяет проводить измерения в микроколичествах крови (~1  $\mu$ л) за короткое время (3—5 мин).

Высокое разрешение частично достигается за счет полной автоматизации регистрации дифференциальной кривой гемолиза (I производная по времени, показывающая распределение эритроцитов по резистентности), а в основном обусловлено тем, что гемолизирующий агент в суспензию эритроцитов добавляют не сразу в больших дозах, как обычно, а постепенно с постоянной скоростью, соответствующей концентрации и виду гемолизирующего агента, непосредственно в процессе фотометрирования.

На рис. 1 представлена блок-схема установки. Она состоит из кюветы измерения 1 (20×20×40 мм), которая расположена между

Рис. 1. Блок-схема установки для регистрации дифференциальных кривых гемолиза при непрерывной подаче гемолитика в суспензию эритроцитов во время фотометрирования



фотоприемником 2 и монохроматором 3 спектрофотометра 4 на пути проходящего света, идущего от источника света 5. Кювета измерения 1 снабжена термостатом 6 и магнитной мешалкой 7. Блок подачи гемолизирующего агента 8 соединен с кюветой измерения 1 капиллярной линией 9. Регистратор (самописец) 10 подключен к выходу фотоприемника 2 через дифференциатор 11. Собирающая линза 12, которая установлена перед кюветой измерения 1, фокусирует падающий свет на образец, что позволяет работать с образцами с высокой оптической плотностью.

Установка работает следующим образом: исследуемый образец крови (или отмытые эритроциты) разбавляют физиологическим раствором до оптической плотности  $D=0,70$  при  $\lambda=670$  нм, 4,0 мл образца помещают в кювету измерения 1 и при постоянном перемешивании и постоянной температуре добавляют в суспензию эритроцитов гемолизирующий агент (гемолитик) с помощью блока подачи 8. В результа-



те воздействия гемолизирующего агента эритроциты разрушаются, вследствие чего увеличивается коэффициент пропускания суспензии при  $\lambda=670$  нм, что выражается в увеличении сигнала, снятого с фотоприемника 2. Этот сигнал дифференцируется дифференциатором 11 и подается на регистратор 10. Происходит запись дифференциальной кривой гемолиза в координатах  $\left(t, \frac{dU}{dt}\right)$ , где  $t$  — время, прошедшее с начала введения гемолитика в минуту (сек), а  $\frac{dU}{dt}$  — I производная сигнала, снятого от фотоумножителя, измеренная в произвольных единицах.

На рис. 2 представлены дифференциальные кривые гемолиза эритроцитов донора в цельной крови. Гемолиз вызывали 0,15 М соляной

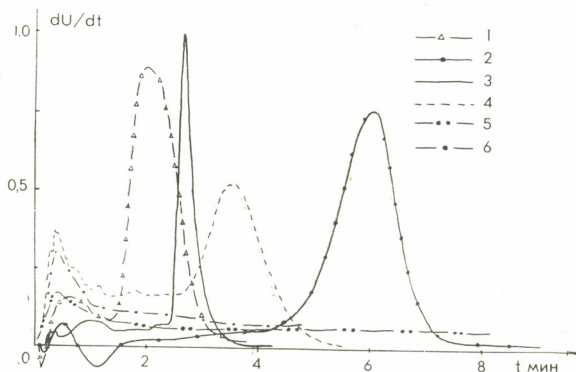


Рис. 2. Дифференциальные кривые гемолиза эритроцитов донора.

кислотой (кривая 1), 0,04 М едким натрием (кривая 2), 0,07% раствором тритона-X-100 (кривая 3) и дистиллированной водой (кривая 4). Скорость введения гемолитика в первых трех случаях составляла 0,45 мл/мин, дистиллированную воду вводили со скоростью 1,30 мл/мин (погрешность дозирования во всех случаях  $\leq 1\%$ ). Кривые 5 и 6 соответствуют базисным линиям прибора для скоростей подачи гемолитика соответственно 0,45 и 1,30 мл/мин. Масштаб ординаты в случае тритона-X-100 в 5 раз превышает масштаб остальных кривых. 1-е, 2-е и 3-е гемолизирующие вещества были приготовлены на основе физиологического раствора; образцы нормировали на оптическую плотность  $D=0,70$  при  $\lambda=670$  нм и  $T=298^\circ\text{K}$ .

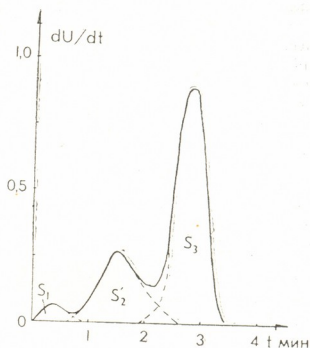
Характерными величинами являются  $t$  — время, прошедшее от начала введения гемолитика до достижения максимальной скорости разрушения эритроцитов, отражающее резистентность эритроцитов и отношение высоты ( $H$ ) к полуширине ( $L$ ) пика —  $\frac{H}{L}$ , отражающее оперативность процесса гемолиза.

При анемиях, когда в крови присутствуют патологически измененные эритроциты, наблюдаются расширение пика, с одновременным уменьшением его по высоте, появление плеча; в ряде случаев отмечается удвоение и утроение пиков, каждый из которых соответствует различным по резистентности группам эритроцитов. К примеру, на рис. 3 приведена дифференциальная кривая гемолиза эритроцитов в крови



при наследственном микросфероцитозе. Гемолиз вызывали дистиллированной водой при  $T=298^{\circ}\text{K}$ ; скорость введения воды составляла 1,30 мл/мин, начальная оптическая плотность суспензии  $D=0,70$  при  $\lambda=670$  нм. Как видно из графика, в крови больного присутствуют три

Рис. 3. Дифференциальная кривая гемолиза эритроцитов при наследственном микросфероцитозе



различные по осмотической резистентности группы эритроцитов, которым соответствуют пики при  $t_1=28$  сек,  $t_2=96$  сек и  $t_3=180$  сек. По занимаемой соответствующим пиком площади ( $S_1$ ,  $S_2$  и  $S_3$ ) можно

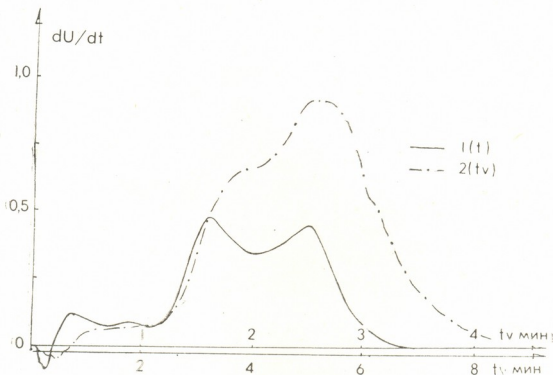


Рис. 4. Дифференциальные кривые гемолиза эритроцитов при дефиците витамина  $B_{12}$ , полученные путем введения гемолитика ( $0,10$  М  $\text{HCl}$ ) с постоянной скоростью ( $0,45$  мл/мин, кривая 1) и путем однократного добавления эквивалентного количества гемолитика ( $0,10$  М;  $2,25$  мл  $\text{HCl}$ ) к суспензии эритроцитов. Начальный объем суспензии в обоих случаях составлял  $V=4,0$  мл

приблизительно оценить процентное содержание эритроцитов в группе данной резистентности.

При однократном добавлении гемолизирующего агента к образцу регистрация дифференциальной кривой гемолиза эритроцитов осуществляется с меньшей разрешающей способностью в координатах

$(t_v \frac{dU}{dt})$ , где  $t_v$  — время, прошедшее с момента мгновенного добавления

гемолитика при  $V = \text{const}$  ( $V$  — объем добавленного гемолитика). Для иллюстрирования сказанного на рис. 4 приведены дифференциальные кривые гемолиза эритроцитов одного и того же пациента, полученные путем введения гемолитика с постоянной скоростью (кривая 1) и однократным добавлением гемолитика к образцу (кривая 2). Как видно из графика, при введении гемолитика с постоянной скоростью на кривой отчетливо выделяются три максимума, соответствующие присутствующим трем группам эритроцитов по резистентности, тогда как во втором случае, при однократном мгновенном добавлении гемолитика к суспензии эритроцитов, выявляются только две группы, одна из которых представлена в виде широкого плеча.

Описанный способ и установка могут найти широкое применение в гематологии, особенно при изучении гемолитических анемий и других заболеваний системы кроветворения, связанных в нарушении резистентности эритроцитов.

НИИ гематологии и  
 переливания крови  
 им. Г. М. Мухадзе  
 МЗ ГССР

(Поступило 19.2.1988)

მეცნიერებათა აკადემია

ი. ჯედგინიძე, ო. ხულუზაური, ი. იაკოვლევი

რეზისტენტობის მიხედვით ერითროციტების განაწილების

გამოკვლევის ახალი დიფერენციალური მეთოდი და  
 მეთოდის განსახორციელებელი ავტომატური ხელსაწყო

რეზიუმე

დამუშავებულია რეზისტენტობის მიხედვით ერითროციტების განაწილების განსაზღვრის დიფერენციალური მეთოდი. აწყობილია ავტომატური ხელსაწყო მეთოდის განსახორციელებლად.

#### EXPERIMENTAL MEDICINE

I. Sh. ZEDGINIDZE, O. V. KHULUZAUURI, I. L. YAKOVLEV

### A NEW DIFFERENTIAL METHOD FOR THE STUDY OF ERYTHROCYTES DISTRIBUTION ACCORDING TO THEIR RESISTANCE AND A NEW AUTOMATIC DEVICE FOR IMPLEMENTATION OF THIS METHOD

#### Summary

A new method has been devised and an automatic device of high resolution and sensitivity has been developed for revealing the distribution of erythrocytes according to their resistance towards alkali, acids, water, etc. The high resolution and sensitivity of the method is determined in part by complete automation of recording the differential curve of hemolysis, but mainly by the fact that in the process of photometric measurement the hemolytic agent is added to the suspension of erythrocytes gradually at a constant rate.

Г. Г. ГАБАШВИЛИ

## ВЗАИМОЗАВИСИМОСТЬ ГОРМОНАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ПРОСТАГЛАНДИНОВ КРОВИ У БОЛЬНЫХ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Деканосидзе 18.12.1987)

Одной из актуальных задач современной кардиологии является борьба за снижение заболеваемости ишемической болезнью сердца (ИБС). Актуальность изучения ИБС определяется не только ее значительным распространением, но и многообразием клинической картины, трудностью клинической и лабораторной диагностики, недостаточной изученностью патогенеза болезни и ее осложнений, недостаточной эффективностью существующих методов лечения, отсутствием специфической профилактики.

Взаимозависимость эффектов половых гормонов и простагландинов (ПГ) послужила основанием для предположения о возможности участия этих веществ в патогенезе ИБС. Огромные усилия, затрачиваемые наукой на выяснение этого взаимодействия, и сравнительно скромные результаты — яркая иллюстрация сложности проблемы раскрытия причинно-следственных отношений интегрированной в организме функции ПГ и гормонов [1—3].

В настоящее время изучена роль отдельных гормонов и ПГ в патогенезе ИБС [4, 5]. В то же время представляется актуальным изучение комплекса гормонов («пусковых» и «исполнителей») и ПГ при различных формах ИБС, при осложнении заболевания и т. д. Исследования в этом направлении целесообразны не только для установления роли гормонов и ПГ в патогенезе ИБС, но и для обоснования использования их в профилактике и лечении заболевания.

Исходя из вышесказанного мы поставили себе целью изучить некоторые гормональные показатели и уровень ПГ у больных различными формами ИБС в динамике заболевания, в связи с возрастом.

Нами обследовано 185 мужчин, из них 63 больных инфарктом миокарда, 53 стенокардией и 40 постинфарктным кардиосклерозом. В качестве контрольной группы обследовано 29 здоровых лиц. Обследование проводили в возрастном плане.

Уровень лютеинизирующего гормона (ЛГ), фолликулостимулирующего гормона (ФСГ), пролактина, эстрадиола, прогестерона, тестостерона, ПГЕ и ПГФ<sub>2α</sub> определяли с использованием высокочувствительного радиоиммунного метода в сыворотке венозной крови, взятой натощак из локтевой вены, с применением наборов фирм «Sea-Ire-Soris» (Франция), «Clinical Assays» (США), Института изотопов Венгерской Академии наук, Института биоорганической химии г. Минска. Подсчет радиоактивности и компьютерную обработку результа-



тов производили на  $\beta$ - и  $\gamma$ -жидкостно-стимуляционных «Racbeta-1215 и «Racgamma II-1270» шведской фирмы «LKB WALLAC». Все исследования проводили в динамике.

В результате проведенных исследований выявилось следующее:

У больных стенокардией отмечаются повышение концентрации эстрадиола и снижение тестостерона в сыворотке крови во всех возрастных группах. Так, уровень эстрадиола при стенокардии у больных молодого возраста (до 45 лет) составляет  $215,84 \pm 26,97$  пмоль/л, в норме  $123,05 \pm 21,47$  пмоль/л, уровень тестостерона  $18,85 \pm 1,75$  нмоль/л, в норме  $25,02 \pm 1,93$  нмоль/л,  $P < 0,05$  в обоих случаях. У больных среднего возраста (45—59 лет) наблюдается статистически достоверное повышение уровня ПГФ<sub>2 $\alpha$</sub>  ( $0,54 \pm 0,06$ ) при сравнении с контрольной группой ( $0,25 \pm 0,02$ ) —  $P < 0,001$ , а при сравнении данных возрастной группы до 45 лет и группы среднего возраста в последней уровень ЛГ оказался достоверно выше ( $9,79 \pm 0,95$ ;  $6,20 \pm 0,77$ ;  $P < 0,01$ ). При сравнении данных возрастной группы 60 лет — 74 года и контрольной группы у больных стенокардией уровень тестостерона оказался достоверно ниже ( $15,66 \pm 1,14$ ,  $21,02 \pm 1,21$ ;  $P < 0,01$ ). В динамике исследования достоверных различий не обнаружено.

У больных инфарктом миокарда отчетливо повышен уровень пролактина, эстрадиола, ПГЕ и ПГФ<sub>2 $\alpha$</sub> , а уровень тестостерона достоверно снижен. Так, у больных инфарктом миокарда молодого возраста уровень пролактина составляет  $344,82 \pm 28,88$  мкед/мл (норма  $267,55 \pm 24,21$  мкед/мл), эстрадиола  $258,85 \pm 27,90$  пмоль/л (норма  $123,06 \pm 21,47$  пмоль/л,  $P < 0,01$ ), ПГЕ  $3,75 \pm 0,58$  нг/мл (норма  $2,28 \pm 0,22$  нг/мл,  $P < 0,05$ ), ПГФ<sub>2 $\alpha$</sub>   $0,64 \pm 0,01$  нг/мл (норма  $0,32 \pm 0,05$  нг/мл,  $P < 0,001$ ), тестостерона  $14,00 \pm 2,15$  нмоль/л (норма  $25,02 \pm 1,93$  нмоль/л,  $P < 0,01$ ). Аналогичная картина наблюдается и в других возрастных группах. В динамике заболевания снижается уровень пролактина, эстрадиола и простагландинов, хотя полной нормализации перечисленных показателей не происходит. Уровень тестостерона остается пониженным при всех сроках наблюдения. Концентрация ЛГ, ФСГ и прогестерона закономерной связи не показывает.

У больных постинфарктным кардиосклерозом в возрастной группе 45—59 лет при статистическом сравнении с контрольной группой отмечается в первом анализе достоверное повышение ПГФ<sub>2 $\alpha$</sub>  ( $0,56 \pm 0,08$  нг/мл;  $0,25 \pm 0,2$  нг/мл;  $P < 0,01$ ), а остальные показатели как в данной, так и в возрастной группе 60 лет—74 года достоверных различий не имеют как в первом, так и в повторных анализах.

При сравнении уровней гормонов и ПГ у больных различными формами ИБС можно отметить следующее: при инфаркте миокарда имеют место более высокие показатели пролактина, эстрадиола, ПГЕ и ПГФ<sub>2 $\alpha$</sub>  чем у больных стенокардией и постинфарктным кардиосклерозом. Так, уровень пролактина при инфаркте миокарда составляет  $324,57 \pm 37,94$  мкед/мл, при стенокардии  $256,41 \pm 26,13$  мкед/мл, при постинфарктном кардиосклерозе  $236,91 \pm 56,29$  мкед/мл; концентрация эстрадиола — соответственно  $218,80 \pm 21,37$  пмоль/л,  $199,52 \pm 19,59$  пмоль/л,  $165,80 \pm 25,34$  пмоль/л; уровень ПГЕ — соответственно  $3,64 \pm 0,37$  нг/мл,  $2,81 \pm 0,23$  нг/мл,  $2,79 \pm 0,47$  нг/мл; концентрация ПГФ<sub>2 $\alpha$</sub>  —



соответственно  $0,63 \pm 0,11$  нг/мл,  $0,54 \pm 0,06$  нг/мл и  $0,56 \pm 0,08$  нг/мл. Что касается уровня тестостерона, то он во всех формах ИБС в первом анализе достоверно снижается, а в последующих постепенно приближается к норме. Другие показатели закономерно не меняются. У больных стенокардией в сравнении с больными постинфарктным кардиосклерозом закономерных сдвигов в содержании крови гормонов и ПГ не выявлено.

• Суммируя результаты проведенных исследований, следует отметить, что при всех формах ИБС (стенокардии, инфаркте миокарда, постинфарктном кардиосклерозе) происходят изменения гормональных показателей и уровня ПГ крови. Наиболее отчетливые изменения наблюдаются у больных инфарктом миокарда. Однако эти изменения не однонаправленные. Если, к примеру, у больных инфарктом миокарда в острой стадии заболевания уровень пролактина, эстрадиола и простагландинов повышается, то уровень ЛГ, ФСГ и тестостерона снижается. Концентрация прогестерона закономерно не изменяется. Выявлены и возрастные закономерности сдвигов в содержании изученных веществ. У больных ИБС с возрастом повышается уровень ЛГ и ФСГ, в то же время концентрация пролактина, эстрадиола и тестостерона снижается. Уровень прогестерона и ПГ закономерно не изменяется.

Результаты нашего исследования свидетельствуют об активном участии перечисленных гормонов и ПГ в патогенезе ИБС.

Тбилисский государственный  
медицинский институт

(Поступило 18.12.1987)

ქვემოთხაზული მონაცემები

გ. ბაბაშვილი

ჰორმონული მარბენებლისა და პროსტაგლანდინების  
შრთიერებაშვირი სისხლში გულის იშემიური დაავადებების დროს

რეზიუმე

რადიოიმუნოლოგიური მეთოდით გამოკვლეულ იქნა ჰორმონული სპექტრი და პროსტაგლანდინები 185 მამაკაცში, ამთგან 63 დაავადებული იყო მიოკარდიუმის ინფარქტით, 53 სტენოკარდიით, 40 პოსტინფარქტული კარდიოსკლეროზით. საკონტროლო ჯგუფს შეადგენდა 29 ჯანმრთელი პირი.

მიღებული მონაცემებიდან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნათ, რომ გულის იშემიური დაავადებების დროს მატულობს პროლაქტინის, ესტრადიოლის და პროსტაგლანდინების დონე, ხოლო ტესტოსტერონის დონე კლებულობს. აღნიშნული ძვრები ყველაზე თვალსაჩინოდ გამოხატულია მიოკარდიუმის ინფარქტით დაავადებულთა შორის.

G. G. GABASHVILI

INTERACTION OF BLOOD HORMONES AND PROSTAGLANDINES  
IN PATIENTS WITH ISCHEMIC HEART DISEASE

## Summary

The purpose of the present paper is to determine the hormonal spectrum and prostaglandins level in the blood by the immunoradiological method in 185 males, of which 63 suffered from myocardial infarction, 53—from angina pectoris, 40—from postinfarction cardiosclerosis. The control group consisted of 29 healthy males. The blood prolactin, estradiol and prostaglandins level at different ischemic heart diseases was found to be increased, whereas the level of testosterone was brought down. These changes are most clearly revealed in the group with myocardial infarction.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. С. Ажгихин. Простагландины. М., 1978, 23—28.
2. I. M. Young. Vet. Rec., v. 118, № 19, 1986, P. 543-544.
3. J. Maclouf. Ann. Cardiol. Angeiol., V. 32, № 7 1983, P. 435-438.
4. Н. Е. Кретьова, И. В. Неверов, В. Т. Новиков. Клин. мед., т. 62, №3, 1984, 81—85.
5. Е. И. Киношенко. Кардиология, № 4, 1985, 116—120.



## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Г. И. МАИСАЯ

### МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ ПЛАЦЕНТЫ ПРИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Деканозидзе 12.4.1988)

Неблагоприятное влияние сердечно-сосудистой патологии на течение беременности и развитие детей отмечено многими авторами [1—4].

Нарушение обменных процессов, связанное с недостаточностью кровообращения, приводит к рождению детей с пониженной массой, мышечной гипотонией и гипотрофией [3, 5].

Патологические состояния матери, вызывающие кислородное голодание и совпадающие с периодом образования органов эмбриона и зачатка плаценты, могут быть причиной разнообразных нарушений эмбриогенеза [2, 6, 7].

Поэтому правильное понимание функциональной роли и структуры плаценты при этих заболеваниях представляет немалый интерес.

Мы задались целью дать морфологическую характеристику функциональной недостаточности плаценты при сердечно-сосудистых заболеваниях матери. Работы, посвященные изучению этого вопроса, немногочисленны, их результаты разноречивы и поэтому неубедительны [8, 9].

Нами изучено 85 плацент. Из них в 65 случаях материал брался от матерей с заболеванием сердечно-сосудистой системы (ревматические пороки сердца — 30, различные врожденные пороки сердца — 20, гипертоническое заболевание — 15).

После макроскопического описания, замера и взвеса плацент производилась их фиксация в течение 1 недели в 20% растворе формалина, после чего вырезалось по 10 кусочков из ее различных участков с захватом как плодной, так и материнской поверхности. Срезы заливались в целлодин и красились гематоксилин-эозином, пикрофуксинном на эластик по Вейгерту и аргирофильные волокна по Футу в модификации Паниной. Часть материала сначала же бралась из незалитых плацент, фиксировалась в жидкости Шабдаша и окривалась на ДНК, РНК, гликоген; срезы окрашивались также методикой Хела для выявления кислых и нейтральных мукополисахаридов.

Наши исследования показали, что макроморфологическая картина плаценты матерей с сердечно-сосудистыми заболеваниями характеризуется увеличением размеров и массы. В большинстве случаев масса плаценты достигает 670—700 г. Плацентарно-плодовый коэффициент (ППК) находится в пределах 0,2—0,25. Ткань плаценты темно-красного цвета, мясистая, неравномерной величины, местами нечетко очерчена. На материнской поверхности часто встречаются мелкие сгустки крови.

На основании гистологического исследования из 65 случаев в 39 констатирована картина склероза органа, проявляющаяся расстройством кровообращения в материнской и плодовой частях плаценты, дистрофическими изменениями клеток и межклеточного вещества и некоторыми компенсаторными реакциями.



Расстройство кровообращения в плаценте у этих больных развивается на фоне выраженных изменений сосудов; утолщение, гомогенизация и отек стенок, дистрофия эндотелия, артерио- и артериолофиброз, тромбоз.

Указанная патология наблюдается во всех отделах плаценты, наиболее выражена в ее децидуальной оболочке. Дистрофические изменения отмечаются в клетках и стромах отпадающей оболочки, ворсистой части хориона и хориальной пластинки. Кроме того, обнаруживаются чрезмерные накопления фибриноидной субстанции в межворсинчатом пространстве, особенно среди больных декомпенсированным пороком сердца (4 беременных), фибриноидное пропитывание стромы части ворсинок и замуровывание последних в фибриноиде. Склеротические изменения чаще встречаются у беременных свыше 30 лет.

Наряду с этим, наблюдаются компенсаторные реакции: пролиферация синцитиального покрова и формирование молодых ворсинок, чрезмерное развитие капиллярной сети и части их, реканализация тромботических масс, формирование артерий замыкающего типа и включение артерио-венозных анастомозов. Эти реакции весьма бледно выражены в возрасте свыше 35 лет и не всегда в состоянии существенно компенсировать патологию, развивающуюся на основе перечисленных морфологических изменений плаценты.

Вышеуказанные патоморфологические изменения в плаценте при пороках сердца, со своей стороны, обуславливают резкое снижение гормональной активности фетоплацентарного комплекса, что выражается в замедлении темпов нарастания, монотонности или даже падения экскреции стероидных половых гормонов (эстриола) по мере развития беременности, преимущественно во второй ее половине, и доказательством тому служат полученные нами ранее кольпоцитогаммы [10].

Таким образом, выявленные патоморфологические изменения и гормональные нарушения указывают на резко выраженную плацентарную недостаточность, развивающуюся при пороках сердца.

Следует отметить, что степень и распространение морфологических изменений в плаценте при сердечно-сосудистых заболеваниях выражаются в дистрофических и циркуляторных нарушениях, зависят от тяжести заболевания.

Следовательно, в морфогенезе плаценты при тяжелых нарушениях кровообращения имеют значение изменения в организме беременной женщины. Глубокие нарушения метаболизма способствуют повреждению плацентарного барьера и, в первую очередь, синцитиотрофобласта, субэндотелиальных мембран. Несмотря на компенсаторные реакции на субклеточном и тканевом уровнях, страдают газообмен и транспорт питательных веществ, а также гормональная функция плаценты.

Гистохимические исследования плаценты показали следующее: количество гликогена в ткани плаценты умеренное, он представлен в виде хлопьевидных скоплений зерен различной величины, возрастает количество нейтральных мукополисахаридов как в осевых, так и в мелких ворсинках, в осевых ворсинках больше выражена тенденция к диффузной их окрашиваемости.

Кислые мукополисахариды выявляются в незначительном количестве в виде фоновой окраски, снижается содержание РНК при нарастании ДНК.

При доминировании в морфологической картине плаценты васкуляризации сеть аргирофильных волокон окрашена четко. Количество гликогена в ткани умеренное или уменьшенное. Отмечается умеренное или уменьшенное количество нейтральных мукополисахаридов. Кислые мукополисахариды определяются в незначительном количестве, и лишь в некоторых случаях имеет место их нарастание.



Таким образом, микроморфологические исследования плацентарной ткани показали, что по состоянию сосудистой сети представляется возможным дифференцировать 2 основных типа строения плаценты: I — с доминированием в общей картине склероза, II — с доминированием в общей картине васкуляризации. Исходя из структуры плацентарного кровообращения, уровень осевой ворсины является важным ключевым уровнем, определяющим тип развития плацентарной циркуляции. Для понятия механизмов циркуляторных расстройств в плаценте необходимо определить характер изменений на уровне осевых ворсин. Интенсивная васкуляризация плаценты, исходя из сочетания ее с элементами гиперплазии, размножения сосудов, частого обнаружения ее на фоне патологической или отягчающей беременности, а также более частого рождения при феномене васкуляризации детей с нормальным трофическим развитием, является выражением компенсаторной реакции плаценты.

Усиленная васкуляризация призвана возместить в таких случаях низкое содержание кислорода в крови матери посредством прогона большого количества крови к плоду за единицу времени. Случаи с доминированием склероза в плаценте при срочных родах следует расценивать как феномен, свойственный норме, а доминирование склероза в течение разных периодов беременности — как понижение ее компенсаторной и вообще функциональной активности. Согласно нашим данным, трофический индекс и в особенности ПИК приобретают значение весьма важных и неотъемлемых критериев общего анализа только при более широком анатомическом толковании каждого отдельного случая. При пороках сердца (в особенности компенсированных) у женщин очень часто отмечается феномен интенсивной васкуляризации плаценты, обеспечивающей рождение плода с хорошим трофическим развитием. Большая функциональная нагрузка при данной патологии является причиной совершенно особой по своей интенсивности морфофункциональной перестройки органа, хотя при этом каких-либо специфических изменений плаценты не наблюдается.

Гистохимические изменения почти по всем исследованным параметрам подчеркивают установленную разницу в общей морфологической картине плаценты при сердечно-сосудистых патологиях в зависимости от доминирования в ней склероза или васкуляризации. При этом в случаях васкуляризации в плаценте явно отмечается тенденция к интенсификации обмена.

Тбилисский государственный  
медицинский институт

(Поступило 15.4.1988)

მასპერინმეტული მედიცინა

ბ. ბინაია

ბულსისსკარღვთა დავადებების დროს პლაცენტის ფუნქციური უკმარისობის მორფოლოგიური დახასიათება

რეზიუმე

პლაცენტის ქსოვილის მიკრომორფოლოგიურმა გამოკვლევამ გვაჩვენა, რომ სისხლძარღვთა ქსელის მდგომარეობის მიხედვით შეიძლება პლაცენტის შენების დიფერენცირება ორ ძირითად ტიპად: 1 — საერთო სურათში სკლეროზის დომინირებით, 2 — საერთო სურათში ვასკულარიზაციის დომინირებით. ჰისტოქიმიური ცვლილებები, თითქმის ყველა გამოკვლეული პარამეტ-



რების მიხედვით, ხაზს უსვამენ საერთო მორფოლოგიურ სურათში დადგენილ განსხვავებას გულსისხლძარღვთა პათოლოგიის დროს, იმისდა მიხედვით თუ რომელი დომინირებს: სკლეროზი თუ ვასკულარიზაცია. ამასთან ვასკულარიზაციის შემთხვევაში, პლაცენტაში აღინიშნება ცვლის ინტენსიფიკაციის ტენდენცია.

---

 EXPERIMENTAL MEDICINE
 

---

G. I. MAISAIA

## MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF PLACENTA FUNCTIONAL INSUFFICIENCY IN CARDIOVASCULAR DISEASES

## Summary

Micromorphological investigations of placental tissue showed that it is possible to differentiate the structure of placenta into two major types according to the vasculature condition: 1—dominant sclerosis; 2—dominant vascularization.

Histochemical changes in almost all the parameters under study emphasize the difference in general morphological picture of the placenta in cardiovascular pathologies, depending on its type. Moreover, in the case of vascularization, the placenta shows a tendency to the intensification of metabolism.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. М. Белянина. Сб. «Влияние осложнений беременности и родов на здоровье детей первых лет жизни». М., 1966.
2. Л. В. Ванина. Беременность и роды при пороках сердца. М., 1971.
3. И. С. Цибульская, М. В. Дударова, Л. С. Волкова, А. И. Исхаков. Сов. мед., № 12, 1966.
4. В. Виеман, Е. Krageland. Acta obstet., gynec. scand, 41, 1962.
5. Л. Б. Гитман. Внутренняя патология и беременность. Киев, 1966.
6. В. И. Бодятина. Акуш. и гин., 2, 1963.
7. П. Г. Светлов, Г. Ф. Корсакова. Влияние ионизирующего излучения на течение беременности, состояние плода и новорожденного. Л., 1960.
8. З. М. Жемкова, О. И. Топчиева. Клинико-морфологическая диагностика недостаточности плаценты. Л., 1973.
9. М. В. Федорова, Е. П. Калашникова. Плацента и ее роль при беременности. М., 1986.
10. А. Д. Устиашвили, Г. И. Маисая и др. Сб. «Вопросы возрастной медицины». Тбилиси, 1978.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Ж. Н. УЧАЕИШВИЛИ

ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ ИШЕМИЧЕСКОЙ  
БОЛЕЗНИ СЕРДЦА, ПРОТЕКАЮЩЕЙ С СЕРДЕЧНОЙ  
НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. И. Бахуашвили 25.5.1988)

В настоящее время, несмотря на обилие научных трудов, в которых исследуется система кровообращения при хронических формах ИБС [1—6], не имеется единого мнения о характере и направленности сдвигов гемодинамики у больных с этой патологией, о критериях оценки гемодинамики у больных недостаточностью сердца (НС). В связи с вышесказанным целью настоящего исследования являлось изучение гемодинамических показателей у больных ИБС с различной степенью выраженности НС.

Было обследовано 129 больных ИБС в возрасте от 34 до 67 лет, из них 91 больной с постинфарктным кардиосклерозом и 38 больных без перенесенного инфаркта миокарда со стенокардией покоя и напряжения. Признаки хронической НС регистрировались у 111 больных, в том числе: I стадия, период А — у 21 больного, I Б — у 23, II А — у 36, II Б — у 31 (по классификации Н. М. Мухарлямова, 1982). Без НС было 18 больных. С целью контроля было исследовано 25 здоровых лиц в возрасте от 25 до 60 лет.

Для определения показателей центральной гемодинамики использовался метод тетраполярной грудной реографии по Кубичеку [7] в модификации Ю. Т. Пушкаря и соавт. [8]. Исследования проводились с помощью отечественного реолезографа РПГ-2—02. Синхронно записывались на электрокардиографе ЭКАТ-02 калибровочные основания и дифференциальная реограмма как в покое, так и на пике физической нагрузки (ФН). Эргометрическое исследование проводилось на стресс-тест системе с горизонтальным велоэргометром фирмы «Bosh» (ФРГ).

Определялись следующие показатели: ударный объем (УО), мл, ударный индекс (УИ), мл/м<sup>2</sup>, минутный объем (МО), л/мин, сердечный индекс (СИ), л/мин<sup>2</sup>, общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС), дин·сек<sup>-1</sup>·см<sup>-2</sup>, частота сердечных сокращений (ЧСС). Наблюдаемые нами больные подразделялись на 5 групп: контрольная группа здоровых, группа без НС и 3 группы с НС различных стадий. Больные с НС I стадии периода А вошли в группу без недостаточности, так как в покое у этих больных никаких признаков НС не отмечалось.

На основании проведенных исследований были получены следующие данные (см. таблицу): у больных без клинических признаков НС гемодинамические показатели в покое не отличались от показателей контрольной группы. У больных с НС I Б статистически достоверно снижались УО, УИ (на 30,6%  $P < 0,001$ ), МО и СИ (на 16,4%  $P < 0,01$ ), увеличивалось ОПСС (на 23,1%  $P < 0,02$ ) по сравнению с контрольной группой.

У больных с НС II А и II Б все исследованные гемодинамические показатели статистически были отклонены от нормы, в частности,



увеличивались ЧСС, ОПСС, а УО, УИ, МО, СИ были снижены, что указывает на уменьшение сократительной способности миокарда.

Необходимо отметить, что у больных с манифестированной НС достоверно увеличивалось «двойное произведение» (ДП), что косвенно отражает потребность миокарда в кислороде [9].

Показатели гемодинамики в покое у здоровых и больных ИБС в зависимости от стадий НС

Показатели гемодинамики	Здоровые n=25	Б о л ь н ы е			
		Без НС n=39	С т а д и и Н С		
			I Б n=23	II А n=36	II А n=31
ЧСС, уд/мин	68,3±2,6	72,4±2,5 P>0,2	82,2±2,7 P<0,01	90,1±2,4 P<0,00,	91,2±3,2 P<0,001
САД, мм рт. ст.	115,4±3,2	116,3±3,6 P>0,5	119,1±3,5 P>0,5	126,6±3,6 P<0,01	131,4±4,2 P<0,001
ДАД, мм рт. ст.	74,6±2,4	73,4±2,9 P>0,5	76,3±2,3 P>0,5	78,5±2,6 P>0,2	88,3±3,2 P<0,02
Ср. АД, мм рт. ст.	88,2±2,2	87,7±3,2 P>0,5	90,6±2,6 P>0,5	94,5±2,9 P<0,02	102,6±3,4 P<0,001
УО, мл	84,9±2,5	79,5±2,6 P>0,1	58,9±3,2 P<0,001	49,3±2,4 P<0,001	41,1±2,1 P<0,001
УИ, мл/м <sup>2</sup>	47,9±1,5	44,9±1,7 P>0,1	33,3±1,6 P<0,001	27,8±1,4 P<0,001	23,2±1,6 P<0,001
МО, л/мин	5,8±0,22	5,75±0,23 P>0,5	4,8±0,26 P<0,02	4,4±0,25 P<0,001	3,7±0,23 P<0,001
СИ, л/мин/м <sup>2</sup>	3,3±0,13	3,2±0,15 P>0,5	2,7±0,12 P<0,01	2,48±0,14 P<0,001	2,1±0,15 P<0,001
ОПСС, дин. сек <sup>-1</sup> . см <sup>-5</sup>	1215,8±64,3	1218,4±63,8 P>0,5	1496,6±72,4 P<0,02	1709,3±70,7 P<0,001	2165,9±66,7 P<0,001
ДП, усл. ед.	78,8±3,6	84,2±4,0 P>0,2	97,9±4,2 P<0,01	114,0±4,7 P<0,001	120,2±4,9 P<0,001

P—достоверность различия показателей в группах здоровых и больных.

Для анализа резервных возможностей сердечно-сосудистой системы (ССС) у больных ИБС в зависимости от стадии НС и для выявления субклинической стадии НС (IА) нами были изучены показатели гемодинамики на субмаксимальных нагрузках. Толерантность к ФН была обратно пропорциональна степени выраженности НС; так, мощность нагрузки в группе больных с НС IА составляла 129,4±4,8 ватт, а в группе больных с НС IБ — 40,7±6,4 ватт при мощности нагрузки в группе здоровых 159,3±8,0 ватт. Гемодинамическое обеспечение нагрузки в контрольной группе происходило адекватно ФН.

В группе больных с НС IА гемодинамические показатели статистически достоверно были ниже, чем в контрольной группе. Прирост УО составлял 11,3% (P<0,001) при приросте у здоровых 32,9% и у больных без НС 28,8% (P<0,001). А высокий уровень МО достигался преимущественно за счет увеличения хронотропной активности сердца (прирост ЧСС составлял 83,2%, P<0,01). Такое гемодинамическое обеспечение нагрузки в этой группе указывало на наличие скрытой НС. У больных с НС IБ отмечалось уменьшение прироста УО на 5,1% (P<0,01) и МО на 5,9% (P<0,001), прирост ЧСС был также ограничен в группе II Б и составил всего 9,2%, а ОПСС в этой группе увеличи-



ვალось, хотя в группах с НС I Б, I А, без НС и в здоровой группе отмечалось уменьшение этого показателя.

Таким образом, гемодинамические показатели при НС I А в покое существенно не отличались от показателей здоровой группы, однако при ФН отмечались выраженные напряжение компенсаторно-приспособительных реакций, и снижение резервов компенсаторной гиперфункции сердца. При выраженной НС в покое были выявлены значительные нарушения центральной и периферической гемодинамики, степень которых увеличивалась параллельно степени тяжести НС.

Тбилисский государственный  
медицинский институт

(Поступило 9.6.1988)

მაკარინგენბული მიწიწიწი

შ. უჩანეიშვილი

ჰემოდინამიკური ცვლილებები გულის უკმარისობით მიმდინარე  
გულის იშემიური დაავადების დროს

რეზიუმე

შესწავლილია ჰემოდინამიკური მაჩვენებლები სხვადასხვა სტადიის გულის უკმარისობით მიმდინარე გულის იშემიური დაავადების დროს 129 ავადმყოფში. დადგენილია, რომ ჰემოდინამიკური მაჩვენებლები იმ ავადმყოფებისა, რომლებიც არ ჰქონდათ გულის უკმარისობის კლინიკური ნიშნები, მშვიდ მდგომარეობაში არ განიცდიდა მნიშვნელოვან ცვლილებებს ჯანმრთელთა შესაბამის მონაცემებთან შედარებით. ფიზიკური დატვირთვის დროს აღინიშნა კომპენსატორულ-ადაპტაციური მექანიზმების გადამეტება და გულის კომპენსატორული რეზერვების დაქვეითება. გულის გამოხატული უკმარისობის დროს როგორც მშვიდ მდგომარეობაში, ისე ფიზიკური დატვირთვისას გამოვლინდა ცენტრალური და პერიფერიული ჰემოდინამიკის მნიშვნელოვანი დარღვევები, რომელთა ხარისხი მატულობდა გულის უკმარისობის სიმძიმის პარალელურად.

რეკომენდებულია ჰემოდინამიკის გამოკვლევა არაინვაზიური მეთოდით (ტეტრაპოლარული რეოგრაფია) გულის სისხლძარღვთა სისტემის ფუნქციური მდგომარეობის შეფასებისა და ადეკვატური მკურნალობის შერჩევის მიზნით.

EXPERIMENTAL MEDICINE

Zh. N. UCHANEISHVILI

## HEMODYNAMIC INDICES IN HEART ISCHEMIC DISEASE RUNNING WITH HEART FAILURE

Summary

A study has been made of hemodynamic indices in heart ischemic disease with various degrees of heart failure. A total of 129 patients have been examined. It has been revealed that in latent heart failure hemodynamic indices at rest do not differ significantly from those of the control group, but at physical load marked tension of compensatory-adaptive reactions and



a decrease of the heart compensatory hyperfunction reserves have been observed.

In manifested heart failure significant disturbances in hemodynamics have been revealed both at rest and during physical load, the degree of which increased in parallel with the degree and gravity of heart failure.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. М. Мухарлямов и др. Тер. арх., № 3, 1974, 3—14.
2. Ф. И. Комаров, Л. И. Ольбинская. Начальная стадия сердечной недостаточности. М., 1978.
3. Н. М. Мухарлямов. Ранние стадии недостаточности кровообращения и механизмы ее компенсации. М., 1978, 247.
4. И. К. Следзевская и др. Тер. арх., № 9, 1983, 40—43.
5. А. В. Ромашкин. Автореферат канд. дисс., М., 1982.
6. В. Л. Кравцов и др. Кардиология, № 2, 1987, 53—57.
7. W. G. Kubicek *et al.* *Aerospace Med.*, 37, 1966, 1208-1212.
8. Ю. Т. Пушкарь и др. Кардиология, № 7, 1977, 85—90.
9. V. E. Robinson. *Circul.*, 75, 1967, 1072-1078.





ა. ჩანტლაძე

ახალი ალექსის ციტატები „დოგმატიკონის“ ანტინესტორიანულ ტრაქტატებში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ა. ბარამიძემ 9.7.1987)

არსენ ვაჩეს ძის „დოგმატიკონში“ დაცული ანტინესტორიანული ტრაქტატების შესწავლისას ჩვენი ყურადღება შემდეგმა გარემოებამ მიიპყრო — ქართულად ტექსტის მთარგმნელი სახარების ციტატების გადმოღებისას არ იყენებს ზუსტად გიორგი მთაწმინდელის რედაქციას, რომელიც იმ დროისათვის (XI ს-ის ბოლო — XII ს-ის დასაწყისი) უკვე კანონიკური უნდა ყოფილიყო.

„დოგმატიკონის“ ანტინესტორიანულ ტრაქტატებში მრავლადაა ციტატები იოანეს სახარებიდან. ნაკლებად მათეს და ლუკას თავებიდან, სულ არ არის მარკოზის სახარების ნაწყვეტები. გვხვდება ციტატები ახალი ალექსის სხვა წიგნებიდანაც: იაკობის, პეტრეს კათოლიკე ეპისტოლეებიდან და პავლეს ეპისტოლეებიდან რომაელთა, კორინთელთა, გალატელთა, ეფესელთა, ფილიპელთა, კოლასელთა, ტიმოთეს და ებრაელთა მიმართ.

ჩვენ ვახდენთ ახალი ალექსის იმ ციტატების თარგმანის ანალიზს. რომლებიც ორიგინალში ზუსტად არის მოტანილი, რათა უზუსტობა ბერძნულ წყაროს არ დაბრალდეს. არსენ ვაჩეს ძის თარგმანი ჩვენ შევუდარეთ არა მხოლოდ გიორგი მთაწმინდელის კანონიკურ რედაქციას, არამედ იოანე-ექვთიმეს, აგრეთვე სახარებისა და ეპისტოლეთა ძველ რედაქციებს. ამ შედარების შედეგად აღმოჩნდა, რომ „დოგმატიკონის“ მთარგმნელი ზუსტად არც ერთ მათგანს არ იყენებს: 1) არის ციტატები, რომლებიც ზედმიწევნით არის გადმოღებული გიორგი მთაწმინდელის სახარების რედაქციიდან, რაც იმაში გვარწმუნებს, რომ არსენი ამ თარგმანს იცნობდა და ცნობდა კიდევ, 2) ადგილები, სადაც გაპარულია უზუსტობები, 3) ციტატები, რომლებმაც განსაკუთრებით მიიქცია ჩვენი ყურადღება იმით, რომ არ ემთხვევა არც ერთ ცნობილ რედაქციას. ამ ფაქტს შემთხვევითობით ვერ ავხსნივთ, რადგანაც შეცვლილ ადგილებში „დოგმატიკონის“ მთარგმნელის გარკვეული პოზიცია შეიმჩნევა. საილუსტრაციოდ მოვიტანთ რამდენიმე მაგალითს:

1. გიორგის რედაქცია — „პირველით გან იყო სიტყუაჲ და სიტყუაჲ იგი იყო ღმრთისა თანა და ღმერთი იყო სიტყუაჲ იგი. ესე იყო პირველით გან ღმრთისა თანა. ყოველივე მის მიერ იქმნა და თვნიერ მისა არცა ერთი რაჲ იქმნა, რავდენი რაჲ იქმნა“ (იოან. 1, 1—3). არსენის თარგმანი — „დასაბამსა იყო სიტყუაჲ და სიტყუაჲ იყო ღმრთისა თანა და ღმერთი იყო სიტყუაჲ. ესე იყო დასაბამსა ღმრთისა თანა, ყოველივე მის მიერ შეიქმნნეს და თვნიერ მისსა იქმნა არცა ერთი რაჲ რომელი იქმნა“. ამგვარად, ბერძნული „*ἄρχῆ*“ გიორგის (და საერთოდ ყველა ძველ) რედაქციაშიც გადმოტანილია როგორც „პირველითგან“. არსენს კი ყოველთვის (ანტინესტორიანულ ტრაქტატებში ეს ადგილი რამდენჯერმე გვხვდება) გადმოაქვს როგორც „დასაბამითგან“. აქ იგი იოანე პეტრიწის თანამოსაზრედ გვევლინება. პეტრიწს სახარების შეცდომით თარგმნის ორი მაგალითი მოაქვს, მათგან ერთი სწორედ ეს წინადადებაა. მისი აზრით ეს ადგილი ასე უნდა გად-



მოელოთ: „დასაბამსა შორის იყო სიტყუაჲ“. ამ ადგილის სახარების სხვა რედაქციითა შეჯერებისას აღმოჩნდა, რომ აღიშის სახარებაში „ἀρχή“ ჯერ გადმოღებულია როგორც „პირველითგან“, შემდეგ კი — „დასაბამითგან“ („პირველითგან იყო სიტყუაჲ“, „ესე დასაბამითგან ღმრთისა თან“). მარტო პეტრიწს არ შეუნიშნავს ეს „უზუსტობა“, მაგრამ აღიშის სახარების გადამწერს თუ რედაქტორს მხოლოდ ერთგან გადმოუღია თუ შეუცვლია „პირველი“ — „დასაბამით“, წინადადების დასაწყისში კი „ἀρχή“ „პირველით“ გადმოუცია ერთი და იგივე ბერძნული სიტყვის ἀρχή — ს ერთ კონტექსტში ასე სხვადასხვა სიტყვით გადმოტანის მიზეზი ჩვენთვის უცნობია.

2. გიორგის რედაქცია — „და სიტყული იგი ჯორციელ იქმნა და დაემკვდრა ჩუენ თანა“ (იოან. 1,14). არსენის თარგმანი — „და სიტყუაჲ ჯორცი იქმნა და დაიკარვა ჩუენ შორის“. სახარების ყველა რედაქციაში ბერძნული „σῶμα“ გადმოღებულია როგორც „ჯორციელ“. არსენი ამ სიტყვას თარგმნის „ჯორცი“, არა მხოლოდ სახარების ციტატებში, არამედ მთელ ტექსტში, რაც იმას უნდა მიუთითებდეს, რომ მას ტერმინების გადმოღების საკუთარი პრინციპი აქვს. რაც შეეხება სხვა განსხვავებებს ამ წინადადებაში, არსენი უფრო მეტად აახლოებს თარგმანს ბერძნულთან ისე, რომ ქართულობას არ უკარგავს — „ἐξαίρεσεν“ — „დაიკარვა“-დ გადმოაქვს (σαῖνος — კარვის გაშლა). გიორგი მთაწმინდელს აქ მხოლოდ აზრი ჰქონდა გადმოცემული, „დოგმატიკონის“ მთარგმნელმა კი სიტყვის ზუსტი მნიშვნელობის შენარჩუნებაც შეძლო. ასევე შემთხვევითი არ უნდა იყოს, რომ სიტყვა „ὑπόστασις“-ს გარკვეულ კონტექსტში არსენი გიორგისეული „ყოფადმდე“-ს ნაცვლად თარგმნის სიტყვით „ქმნადმდე“ — „ვიდრე აბრაამის ყოფადმდე მე ვარ“ (იოან., 8,58), არსენთან — „პირველ აბრაამის ქმნადმდე მე ვარ“. „ქმნა“ ზმნით, როგორც ჩანს, მთარგმნელი ხაზს უსვამს, რომ აბრაამი შექმნილია, ძე ღმრთისას საპირისპიროდ, ამ ნიუანსს „ყოფა“ ზმნავერ გადმოსცემს.

3. არსენ ვაჩეს ძე თავის თარგმანებში ცდილობს რაც შეიძლება ზედმიწევნით დაუახლოოს ქართული თარგმანი ბერძნულ ორიგინალს. ამავე პრინციპს ატარებს ის სახარების ციტატების თარგმნისას. ეს განსაკუთრებით შესამჩნევია წინდებულებისა და მიმღობების გადმოტანისას. მაგალითად: გიორგის რედაქცია — „წარვედით და მოიმოწაფენით ყოველნი წარმართნი და ნათელსცემდით მათ სახელითა მამისაათა და ძისაათა და სულისა წმიდისაათა“ (მათე, 28,19). არსენის თარგმანი — „წარსულთა მოიმოწაფენით ყოველნი წარმართნი ნათლისმცემელთა მათთა სახელითა მამისაათა და ძისაათა და სულისა წმიდისაათა“. კიდევ: გიორგის რედაქცია — „და შევიდა ანგელოზი იგი მისა... და ჰრქუა...“ „ჰრქუა მარიამ ანგელოზსა მას... მიუგო ანგელოზმან მან და ჰრქუა მას“ (ლუკა, 1,28—31). არსენის თარგმანი — „მარიამისსა შესრულმან ანგელოსმან ჰრქუა... და თქუა მარიამ ანგელოზისა მიმართ... და მიმგებელმან ანგელოსმან თქუა მისდა მიმართ“. ბერძნული ტექსტის ორივე მიმღობა ἐξελθὺν და ἀποκριθεὶς გიორგისაგან განსხვავებით არსენს სახელზმნის ფორმით გადმოაქვს და არა პირიანით. გარდა ამისა, „πρὸς τὸν ἄγγελον“ მოსალოდნელი, ქართულისთვის ბუნებრივი მიცემითი ბრუნვით კი არ გადმოიტანა, არამედ ბერძნული კალკით „ანგელოსისა მიმართ“. სხვა ადგილას (იოან. 21) ბერძნული სიტყვა „ἔσπαρται“, რომელიც გიორგიმ თარგმნა „აცხოვნებს“ (ვითარცა იგი მამა ალაღინებს მკუდართა

და აცხოვნებს, ეგრეცა ძე. რომელთა ჰნებაეს — აცხოვნებს), არსენიმ ქართულად ბერძნული ფორმის შენარჩუნებით გადმოიტანა „ცხოველ-ჰყოფს“ (აქვე უნდა აღინიშნოს რომ ეს სიტყვა შატბერდის სახარებაში „ცხოველ-ყენეს“-თი არის გადმოღებული). ებრაელთა მიმართ ეპისტოლეში გიორგი „მეჟჳედჳი კჳლ ჯჳრჳი:აჳ“ თარგმნის ასე: „ვედრებასა და ლოცვას“ (ებრ. 5,7) არსენი ასწორებს — „ვითარმედ დღეთა მათ ჳორცთა მისთასა ვე დ რ ე ბ ა ს ა და თ ხ ო ვ ა ს ა“.

ამგვარად, ზემოთ მოტანილი მაგალითებიდან ჩანს, რომ არსენ ვაჩეს ძე თავისებურად უდგება სახარების თარგმნის საკითხს და საკუთარი თვალსაზრისით ასწორებს ქართულ ტექსტს. იგი ცდილობს მაქსიმალურად დაუახლოოს ქართული თარგმანი ბერძნულ ორიგინალს არა მხოლოდ აზრობრივად, არამედ ფრაზის აგების წესითაც, აზუსტებს ზოგიერთი სიტყვის ქართულ შესატყვისს და არ ერიდება უკვე დადგენილ ტერმინთა ახლით შეცვლას.

ახალი აღთქმის წიგნების ციტატების გადმოღებისას ასეთი სპეციფიკური ცვლილებები შეიძლება დამატებითი წყარო გახდეს არსენ ვაჩეს ძის თარგმანების გამოსავლენად.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 3.9.1987)

ФИЛОЛОГИЯ

A. T. ЧАНТЛАДЗЕ

## ЦИТАТЫ КНИГ НОВОГО ЗАВЕТА В АНТИНЕСТОРИАНСКИХ ТРАКТАТАХ ИЗ СБОРНИКА «ДОГМАТИКОНИ»

Резюме

Изучение грузинского перевода антинесторианских трактатов, сохранившихся в «Догматиконе» Арсения Вачесдзе, показало, что при переводе цитат книг Нового Завета Арсений вносит некоторые изменения в каноническую редакцию Гиоргия Мтацминдели; старается приблизить грузинский перевод к греческому оригиналу не только по смыслу, но и по построению фразы, уточняет значения некоторых грузинских слов и термшнов.

PHILOLOGY

A. T. CHANTLADZE

## QUOTATIONS OF THE NEW TESTAMENT BOOKS IN THE ANTINESTORIAN TREATISES FROM THE "DOGMATICON"

Summary

The study of Georgian translation of antinestorian treatises included into the "Dogmaticon" shows that in most cases quotations of the New Testament books were translated by Arseni Vachesdze.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ხელნაწერი S 1463.
2. ქართული ოთხთავის ორი ბოლო რედაქცია. თბილისი, 1979;
3. იოანე პეტრიწი. შრომები, თბილისი, 1937. გვ. 219.
4. Древне-греческо-русский словарь. М., 1958.



6. ჩიკვილაძე

თანამედროვეობის ასახვისა და „კონტაქტურ პერსონაჟთა“  
საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. ჭიბლაძემ 20.1.1988)

როცა ლიტერატურაში თანამედროვეობის ასახვაზე ვლაპარაკობთ, უნდა გავიხსენოთ არისტოტელე, რომელიც ისტორიკოსსა და პოეტს ერთმანეთს აღარებს, აღიარებს, რომ პოეზია უფრო ზოგადია, ისტორია კი უფრო კერძო. პოეზიის შემეცნებითი უნარი ხშირად წვდება მეცნიერულ ქეშმარიტებათა სიმაღლეს და კონკრეტულ ფორმას ინარჩუნებს.

მოვიტანოთ რამდენიმე მაგალითი.

ჰომეროსი ცხენოსან-მხედარს არ იცნობს. ეს იმას ნიშნავს, რომ მისი დროის ბერძენები ცხენზე მჯდომ კაცს — მხედარს არ იცნობდნენ. საომარი ეტლი კი მათი სტიქია იყო. ეს ფაქტი შემეცნებითი ღირებულებისა და ამ შემთხვევაში პოეზიას წარმოვედგენს ზუსტ მეცნიერებად.

თანამედროვეობის მნიშვნელობა მხატვრულ ლიტერატურაში ძალზე ფართოა იმ მხრივაც, რომ ხშირად მისტიკა, ირეალიზმი წარსულისა, რეალიზმის სამსახურში დგანან და ფაქტიურად თავისი დროის რეალიზმს წარმოადგენენ, მაგ., სიზმრები, მოჩვენებები, საიქიოს მოგზაურობანი, რომლებსაც მრავლად ვხვდებით გილგამეშიანსა და ჰომეროსის ეპოსში, რუსთველისა და შექსპირის, დანტეს, ილიას, აკაკის, ვაჟასა და სხვათა შემოქმედებაში.

XIX საუკუნის 70—80-იანი წლების ლიტერატურაში თანამედროვეობის ასახვა, როგორც კანონი, ფართო მოცულობისა და მრავალმხრივია. სიუჟეტისა და ფაქტულის განვითარება ყოველთვის მოითხოვს ფორმისა და შინაარსის ლოგიკურ გამართვას. კოორდინაციას. კოორდინაცია არის მაქსიმუმისა და ლოგიკურის ანუ ბუნებრივის, კანონიერის, ცნებისა და გამოსახვის მაქსიმალური ურთიერთდამთხვევა.

70—80-იანი წლები შეტად მნიშვნელოვანი იყო ქართული ლიტერატურისა და საზოგადოებრივი აზროვნების განვითარების ისტორიაში. შეიქმნა მეორე დანი. საქმე იმაში იყო, რომ იმ დროისათვის დაწინაურდნენ ბურჟუაზიული მიდრეკილების იდეოლოგები. მათ მოწინავე პოზიციები ჩაიგდეს ხელში, რამაც გამოიწვია ვანხეთქილება თერგდალეულთა რიგებში. ამ დასის წარმომადგენლები იყვნენ გ. წერეთელი, ნ. ნიკოლაძე, კ. ლორთქიფანიძე და სხვანი. მიუხედავად იმისა, რომ მეორედასელები იდეური გამგრძელებლები იყვნენ 60-იანელების საზოგადოებრივი საქმიანობისა, სხვაობა მათ შორის მდგომარეობდა იმაში, თუ როგორ ჰქონდათ დასახული ქვეყნის განვითარების მომავალი გზა. მეორე დასის წარმომადგენლები ქვეყნის მომავალს საზოგადოების ბურჟუაზიული ფენის განვითარებაში ჰხედავდნენ.

ჩვენ მოკლედ შევეხებით გიორგი წერეთლის მხატვრულ პროზას.

ცნობილი ქართველი მწერალი და საზოგადო მოღვაწე გიორგი წერეთელი ქართული კლასიკური ლიტერატურის ეროვნული ტრადიციების გამგრძელებელია. მის სახელთან არის დაკავშირებული ქართული რეალისტურ პროზის განვითარება.



გ. წერეთელმა შეძლო მხატვრული ოსტატობით გადმოეცა თავისი ეპოქის მნიშვნელოვანი სოციალური, ეკონომიური თუ იდეოლოგიური პროცესები. მან ბრწყინვალედ ასახა მშრომელი ადამიანების — გლეხების დუხჭირი ცხოვრება, ამხილა ფეოდალური კლასის დაკნინება-გადაგვარება, მეფის რუსეთის თვითმპყრობელური პოლიტიკა, მისი ბიუროკრატიული აპარატი. გიორგი წერეთლის მოღვაწეობის ლიტერატურულ-ესთეტიკური კრებო ჩამოყალიბდა 60-იანი წლების რუსეთის გამოჩენილი რევოლუციონერ-დემოკრატების: ბელინსკის, ჩერნიშევსკისა და დობროლიუბოვის პროგრესული იდეების გავლენით. მან განავითარა ილიასა და აკაკის შეხედულებანი ხელოვნებაზე, მწერლობაზე. გ. წერეთელი რეალისტური მიმართულების ბოლომდე ერთგული დარჩა: „მწერალი არის ერთი თავის საზოგადოების წევრთაგანი, ერთი იმ პირთაგანი, რომლების კრებაც შეადგენს საზოგადოებას. ის არის საზოგადოების ტანჯვისა და შვების თანამგრძობელი. რაში მდგომარეობს მისი ღვაწლი საზოგადოების წინაშე?! აჩვენოს საზოგადოებას თავისი აზრი ამ ნაკლოვანების შესახებ. უჩვენოს იმგვარი საშუალებები, რომლებიც მისი ფიქრით საუკეთესო არიან ამ ნაკლოვანების მოსასპობად“ [1].

სოციალური რომანის მნიშვნელოვანი ნიმუშია გ. წერეთლის „პირველი ნაბიჯი“, სადაც მხატვრული განსხვავლება ეძლევა ყველა ზემოდ დასახლებულ პროცესს. მწერალი მხატვრული ფერებით გვიხატავს ძველი, გადაგვარებული, ფეოდალური კლასის წარმომადგენელს იერემია წარბას, მის პარაზიტულ ცხოვრებას, კავშირს მეტად საეჭვო რეპუტაციის ადამიანებთან. აქვე პყავს გამოყვანილი ბურჟუაზიული კლასის შვილი, მშრომელი და დაუზარებელი ბახვა ფულავა. მთელი რომანი მათ კონფლიქტზეა აგებული. რომანში მოცემულია გმირების მთელი გალერეა, რომლებიც ნათელ წარმოდგენას გვაძლევს მწერლის თანამედროვე ცხოვრებაზე, მაგრამ განსაკუთრებული ყურადღება გვინდა შევაჩეროთ თხზულების ორ პერსონაჟზე — სამტრედიელ მედუქნე საბა გაპარიაშვილსა და მის მეგობარ კონდუქტორ ნიკო ბაინდურაძეზე. ამ შემთხვევაში საქმე გვაქვს ფრიად საინტერესო მოვლენასთან იმ მხატვრულ შემოქმედებაში, სადაც ავტორები ცდილობენ ადგილი მიუჩინონ ყველა პერსონაჟს, რათა მათი რიცხვი საკმაო იყოს, რადგან ამაზეა დამოკიდებული ნაწარმოების სიუჟეტური განვითარების ბედ-იღბალი. ეს პრობლემა გაჩნდა პირველი მხატვრული ნაწარმოების აღმოცენებისთანავე.

დაიბადა აუცილებლობა „კონტაქტური პერსონაჟისა“ იქ, სადაც თხზულების ლოგიკური ძაფი წყდება. კონტაქტური პერსონაჟი ხშირად არც თუ ძალიან თვალში საცემია, ზოგჯერ მის ფუნქციას სხვა ასრულებს (ავტორიც). მისი როლი ძალზე მნიშვნელოვანია ავტორისათვის და მკაფიოდ გარკვეული. მას, როგორც დედაბოძს, ღერძს ეყრდნობა მხატვრული ნაწარმოები. ამ საკითხზე თანამედროვე ლიტერატურათმცოდნეობა არაფერს ამბობს, მისთვის ეს ჯერ კიდევ აღმოუჩენელი კანონია.

მივმართოთ კონკრეტულ ფაქტებს. გ. წერეთლის რომანში „პირველი ნაბიჯი“ იერემია წარბას მიერ ჩადენილი მკვლელობის გახსნა მოხდა მხოლოდ და მხოლოდ იმის წყალობით, რომ გამოძიებელმა ვაგონში მოისმინა საბა გაპარიაშვილისა და ნიკო ბაინდურაძის საუბარი ამ საქმის თაობაზე. თხზულებაში სწორედ ესენი გვევლინებიან „კონტაქტურ პერსონაჟებად“.

არანაკლებ მნიშვნელოვანი იყო XIX საუკუნის 80-იანი წლები. ამ წლებში შევეს ბუმბერაზი ვაჟა — პოეტი, პროზაიკოსი, პუბლიცისტი, რომლის მსოფლმხედველობა გამსჭვალულია მაღალი ადამიანური სითბოთი, ღრმა პუმანური იდეებით. ვაჟა მთელი თავისი შეგნებით ბუნებას ეკუთვნოდა, ბუნების შვილი იყო. თავის ბრწყინვალე შემოქმედებით იგი იბრძოდა ბოროტების,



უსამართლობის, ჩაგვრა-მონობის წინააღმდეგ, ქადაგებდა სამშობლოს სიყვარულს, სიკეთეს, ადამიანთა შორის თანასწორობას.

ვაჟა-ფშაველას ესთეტიკური მრწამსიც მთლიანად ესადაგებოდა კრიტიკული რეალიზმის მოთხოვნებს:

„მწერლობა ძალაა, ერთი უმთავრესი იარაღთაგანია ერის წინსვლისა, მის გონების და ცხოვრების გაუქეთესებისა...“

მწერლობა მაშინ ასრულებს თავის წმინდა მოვალეობას, როცა უკეთესად ემსახურება ქვეყანას. უკეთესი სამსახური მწერლობისა კიდევ იმაში გამოიხატება, რომ ყოველი წვლილი, ავი თუ კარგი, თავის ქვეყნისა ესმოდეს, შეგნებული ჰქონდეს მისი საჭიროება და სხვებსაც შეაგნებინოს. ესევე ყველა ავადობას, ყველა წყლულს წამალი დასდევს და, მასასადამე, კარგი მწერალიც ის არის, ვისაც უკეთ შეუგნია ეს საჭიროება და უკეთესად ემსახურება ამ საჭიროების დაკმაყოფილების საქმეს“ [2].

„კონტაქტურ პერსონაჟს“ ვხვდებით ვაჟა-ფშაველას პოემებშიც. მაგალითად, „სტუმარ-მასპინძელში“, რომელიც დაწყებისთანავე მძლავრადაა დამუხტული, ზვიადაურის გამოცნობა ხდება მხოლოდ და მხოლოდ ხნიერი კაცის— „დროულის“ დახმარებით. ამან ნაწარმოებში ახალი დამაბულობა შეიტანა, ჩვეულებრივი სიტუაცია გაარღვია, პოემა დაიძრა ტრაგიკულისაკენ.

საერთოდ, „კონტაქტურ პერსონაჟებს“ ვხვდებით როგორც ძველი, ისე ახალი და უახლესი ქართული ლიტერატურის ნაწარმოებებში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
შ. რუსთაველის სახ. ქართული  
ლიტერატურის ისტორიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 21.1.1988)

ФИЛОЛОГИЯ

Н. Г. ЧИКВИЛАДЗЕ

К ВОПРОСУ ОТРАЖЕНИЯ СОВРЕМЕННОСТИ И  
«КОНТАКТНОГО ПЕРСОНАЖА»

Резюме

В работе рассмотрен вопрос отражения современности и впервые поставлена проблема «контактного персонажа», как общий закон для развития сюжета художественного произведения. В работе высказывается мнение о всеобщем характере данного явления в художественной литературе. В подтверждение приводятся факты из сочинений Георгия Церетели и Важа-Пшавела.

PHILOLOGY

N. G. CHIKVILADZE

TO THE REFLECTION OF CONTEMPORANEITY AND  
“CONTACT CHARACTER”

Summary

The paper considers reflection of contemporaneity and for the first time sets the problem of “contact character” as a general law for unravelling the

plot of the literary work. It is suggested that this phenomenon in fiction is of universal nature. To confirm this, facts from the works by G. Tsereteli and V. Pshavela are cited.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ქართული ლიტერატურული კრიტიკის ისტორიისათვის, I ნაწილი. თბილისი, 1954.
2. ვაქაშვილი ვ. თხზულებათა სრული კრებული, ტ. 9. თბილისი, 1964.





ჟ. ბარდუღაშვილი

მართული ხალხური და ლიტერატურული რითმის ბენეტიკური  
ურთიერთობის საკითხი

(წარმოადგენს აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ს. ცაიშვილმა 12.9.1987)

რითმა, ისევე როგორც სტროფი, ხალხური ლექსის კომპონენტებს შორის ყველაზე ახალგაზრდაა. იგი ჩამოყალიბდა ლექსის განვითარების გვიანდელ საფეხურზე. როცა ლექსი გამოეყო მუსიკას და დამოუკიდებლად იწყო განვითარება. მიუხედავად ამისა, ქართულ ხალხურ პოეზიაში რითმა საკმაოდ ძველი ჩანს. იმდენად ძველი, რომ ჩვენს სამეცნიერო ლიტერატურაში დამკვიდრდა მოსაზრება, თითქოს ურითმო ქართული ხალხური ლექსი არ არსებობს, ან ძალზე იშვიათ გამოჩაჩის წარმოადგენს. მართალია, ქართულ ფოლკლორში უძველესი მითოლოგიური და საწესჩვეულებო პოეზიის ნიმუშებიც კი არც თუ იშვიათად გარითმულია და ზოგჯერ საკმაოდ მდიდარ რითმისავე შეიცავენ [1, გვ. 122]. მაგრამ სიტყვიერი რითმა მათში შედარებით გვიან შესული ჩანს, იქამდე კი რითმის მაგივრობას ეწეოდა რეფრენი, მისამლერი, პროსოდიული ხმოვნები და სხვადასხვა სახის მუსიკალური დაბოლოებანი [1, გვ. 127]. სწორედ ეს გარემოება არ ჰქონდათ გათვალისწინებული ძველი ქართული კულტურის მკვლევარებს, რომლებიც ქართული ლიტერატურული ლექსის გენეზისს სამართლიანად ეძებდნენ ხალხურ პოეზიაში, მაგრამ შეცდომით უეჭველ ფაქტად მიიჩნეოდნენ რითმის (სიტყვიერი რითმის) არსებობას ლიტერატურამდელ ხალხურ ლექსში. ასე, მაგალითად, პ. ინგოროყვა ამ საკითხთან დაკავშირებით წერდა: „აუსანიშნავია, რომ ხალხურ პოეზიაში რითმის ძველი სათავეები უჩანს, რითმა შეადგენს ხალხური ლექსის ორგანულ ელემენტს. ქართულ ხალხურ პოეზიაში ურითმო ლექსი მხოლოდ იშვიათი გამოჩაჩის სახით თუ გვხვდება. უძველესი ფოლკლორული ეპიკური ფრაგმენტები, როგორც, მაგალითად, ამირან-პრომეთეს ეპოსის პირველადი ფენა, არქაულობით აღბეჭდილი, რამდენიმე უძველესი რითმიანი ლექსის გადანაშთს შეიცავს. რითმა გვხვდება ვარათრაგნი — ვახტანგის ეპოსის ფრაგმენტშიც. რითმა მიღებულია აგრეთვე უძველეს ქართულ მითოლოგიურ და მაგიურ ლექსებში. ამის მიხედვით საფიქრებელი ხდება, რომ რითმა წარმოადგენს ქართული წყობილი სიტყვის ბუნებრივ განვითარების ნაბიჯს. ქართული სილბედიური ლექსი, ნელი ტალღისებური მახვილით, ჩანს, ადრევე დაყრდნობია რითმის, როგორც სალექსო სტრიქონის შემკვრელსა და ქედის მიმცემ ელემენტს. ქართულ ხალხურ ლექსს, ჩანს, ადრევე აუთვისებია რითმა, როგორც პოეტური მეტყველების ბუნებრივად მოცემული საწყისი, ხოლო ხალხური პოეზიიდან იგი შემდეგ გადასულა ლიტერატურაში“ (ხაზგასმა ჩემია — ჯ. ბ.) [2, გვ. 101—102]. აქ სწორ დაკვირვებებთან ერთად, დაშვებულია, ჩემი აზრით, რამდენიმე პრინციპული ხასიათის უზუსტობა: მაგალითად, დღემდე არ არის დამტკიცებული, რომ ამირანის ეპოსის ლექსები ლიტერატურამდელი წარმოშობისაა. შემდეგ — საექვო ვარათრაგნი — ვახტანგის ეპოსის ფრაგმენტების ლექსებად მიჩნევა და იმის დასაბუთება, რომ ისინი ხალხურია, ბოლოს — ცაიშვილის არაეითარი საფუძველი დამტკიცებულად ჩავთვალოთ, 28. „მთაწვე“, ტ. 132, № 2, 1988



რომ ხალხურ ლექსს რითმა (იგულისხმება სიტყვიერი რითმა) ახასიათებენ ლიტერატურაში. მიუხედავად ამისა, ანალოგიური მოსაზრებანი, ნ. მარიდან მოყოლებული, გვხვდება ბევრი სხვა ავტორიტეტული მეცნიერის ნაშრომში. ასე, მაგალითად, აკად. კ. კეკელიძე, ახასიათებდა რა ბაგრატი IV-ის მეუღლის, ბორენას, ლექსს, წერდა: „მეთერთმეტე საუკუნეში, უკეთ — მის მეორე ნახევარში, იამბიკოში შეჭრილა, შეიძლება ხალხური პოეზიის გავლენითაც (ხაზგასმა ჩემია.—ჯ. ბ.) ნამდვილი, გამართული რითმა“ [3, გვ. 542—543]. ამათგან განსხვავებით, ჩვეულ სიფრთხილეს იჩენს კატეგორიული დასკვნების გამოტანაში აკაკი გაწერელია: „ღვთისმშობლისადმი ფილიპეს ჰიმნში ნ. მარი რუსთაველის 16-მარცვლიანი ხალხური საზომის წინაპარს ხედავს, მაგრამ საიდან ჩანს, რომ ეს საზომი პირველად ხალხმა გამოიყენა? ყოველ შემთხვევაში, ამ აზრს სჭირდება მეტი დასაბუთება“ [4, გვ. 475]. აკაკი გაწერელის ეს სიფრთხილე სრულიად ბუნებრივია. მკვლევარმა კარგად იცის, რომ ხალხური ლექსების უძველესი ჩანაწერები არ მოგვეპოვება, ხოლო ახალჩაწერილ ლექსებზე დაკვირვებით ასეთი სერიოზული საკითხების გადაწყვეტა დამაჯერებლობას მოკლებულია. „ქართულ ხალხურ პოეზიაშიც — წერს აკაკი გაწერელია — რითმა ნიშანდობლივ ატრიბუტად გვევლინება და, საფიქრებელია, მის მწიგნობრულ წარმოშობას წინ უძღოდა ფოლკლორული ტრადიციასტრიქონთა გართიმვისა. მიუხედავად ამისა, მთავარი ყურადღება უნდა მიექცეს ფიქსირებულ პოეტურ ძეგლებს, რადგან ქართული ხალხური პოეზიის რითმას მრავალფეროვნება ნაკლებად ახასიათებს და არც მის დიფერენცირებულ გამოყენებას მიმართავს“ [4, გვ. 333].

საერთოდ, ყველა კომპონენტი, რომელიც ლიტერატურულ ლექსს თან ახლავს, ხალხურიდან ჩანს წარმოშობილი, რადგან ხალხური ლექსი ყველგან ლიტერატურულ ლექსზე აღრინდელია. მაგრამ ლიტერატურულმა ლექსმა, როგორც ინდივიდუალურმა მხატვრულმა ფენომენმა, შეიძინა ისეთი ნიშანთვისებებიც, რაც ხალხურს არ ჰქონია. ამასთან სახე იცვალა ცალკეულმა კომპონენტებმაც. რაც შეეხება რითმას, მართალია, იგი ჯერ ხალხურში ჩაისახა და შემდეგ შეიძინა ლიტერატურამ, მაგრამ ხალხურში მას სხვა სახე ჰქონდა. კერძოდ, „ლექსში რითმის ჩამოყალიბებას წინ უსწრებდა ათასგვარი მუსიკალური დამსგავსებანი, მისამღერები, რეფრენები, ალიტერაცია და სხვა — როგორც წმინდა მუსიკალური, ასევე ენობრივი მოვლენები. სიტყვიერი რითმა ლექსის კომპონენტებიდან (იგულისხმება ხალხური ლექსი) ყველაზე ახალგაზრდაა, და იგი ქართული ლექსის განვითარების მაღალ დონეს გამოხატავს“ [1, გვ. 122—123]. აქედან გამომდინარე, ჩვენ არ ვიცით და ვერც ვერასოდეს დავადგენთ ზუსტად ხალხურ ლექსში სიტყვიერი რითმის აღმოცენების დროს. ერთი რამ კი დაბეჯითებით შეიძლება ითქვას: ხალხური ლექსის მუსიკალურმა დაბოლოებებმა (პროსოდიული მოვლენები, მისამღერები, რეფრენები და ა. შ.) მოამზადეს ნიჟარაგო ლიტერატურული ლექსის სიტყვიერი რითმისთვის. მაგრამ, როგორც სრულფასოვანი კომპონენტი, სიტყვიერი რითმა გაფორმდა ლიტერატურულ ლექსში. საესებით სწორი იყო აკად. ა. შანიძე, რომელიც თვლიდა, რომ ურთიმობა ერთ-ერთი აუცილებელი ნიშანია ხალხური ლექსის სიძველისა, კერძოდ იგი ხევსურული „მთებლურების“ შესახებ წერდა: „აქ არ არის რითმა, რომელიც აუცილებელი ნიშანია ქართული ხალხური ლექსისა საზოგადოდ... ასეთ სიმღერებში უნდა გვქონდეს ერთ-ერთი ნიმუში უძველესი ქართული ლექსისა, რაიც ფრიად და ფრიად მნიშვნელოვანია ქართული მეტრიკის ისტორიისათვის“ [5, გვ. 022].



ყველაზე უძველეს ქართულ რითმიან ლექსებად დღესდღეობით ჩვენს ითვისება ამ ბოლო წლებში ზ. ალექსიძის მიერ ატენის სიონის წარწერებში მიკვლეული ორი რითმიანი ლექსის ნიმუში, რომლებიც ზუსტად თარიღდება მე-9 ს-ის I ნახევრით. მოგვაქვს ამ ლექსების ის ფრაგმენტები, რომელთა წაკითხვა ექვს არ იწვევს:

ახილეთ ესე ჟამი,  
წავა ვ(ითარც)ა წამი,  
აწვე გავწმიდოთ გუამი,  
მერმის არა გუაქს ქრთა(მი)  
ჩ(უე)ნდა ვაცადოთ სამი... [6, გვ. 12].

ეგრე იტყუის მოძღუარი:  
მუნ არა არს ვაჭარი,  
თანა წააქუს საკმარი —  
დრაპმა ნაცად-ნაქმარი [6, გვ. 15].

დღევანდელი მკითხველი ძნელად თუ ირწმუნებს, რომ ეს ლექსები მეცხრე საუკუნის პირველ ნახევარს განეკუთვნება. ფაქტობრივად, ამ ლექსებში ჩანს ახალი ქართული პოეზიის სტილი. ზ. ალექსიძე ამ ლექსებთან დაკავშირებით წერს: „დღეს უკვე მეტი გამბედაობით შეიძლება ითქვას, რომ ქართული საერო რითმიანი პოეზია ეროვნულ ნიადაგზე არის აღმოცენებული და დასაბამს ქართულ ხალხურ პოეტურ მეტყველებაში პოულობს“ [6, გვ. 21] (ხაზგასმა ავტორისაა — ვ. ბ.)

ამ ლექსებს გამოეხმაურა და მაღალი შეფასება მისცა აკაკი გაწერელიამ. მანაც ხაზი გაუსვა ამ უძველესი ქართული რითმიანი ლექსების ხალხურთან სიახლოვეს: „სიონის წარწერების სალექსო ტექსტების ენობრივი ფაქტურა ხალხურია ისე, როგორც, მაგალითად, ბაგრატ IV მეუღლის ბორენას ლექსისა. ამ ხუთტაეპიან იამბიკოში გვხვდება, სხვათაშორის, ატენის სიონის სარიტმო ერთეულად გამოყენებული სიტყვები „ჭირი-მრავალი“ (შდრ. ბორენა: „ქალწულო, მიხსენ ბორენა, ჭირ-მრავალი“; შდრ. სიონის წარწერის ლექსის მე-12 ტაეპი: „მუნ არს ჭირი მრავალი“). ანალოგიური პარალელების მოტანა შეიძლება სხვა ძველ ქართული პოეტური ძეგლებიდანაც“ [7].

ზ. ალექსიძეს ეთანხმება აგრეთვე ა. ხინთიბიძე იმაში, რომ ეს ნიმუშები მართლაც ეროვნულ ნიადაგზე ჩანან აღმოცენებული, მხოლოდ ის კატეგორიულად უარყოფს მათ ფოლკლორულ წარმოშობას. „გარიტმის სისტემა — წერს მკვლევარი — რომელიც ორივე ლექსისათვის ერთნაირად არის დამახასიათებელი, მრავალჯერადი და მოსაზღვრება. ხალხურში მოსაზღვრე რითმა იშვიათია და ისიც ოთხჯერადია, ან წყვილადი. ხალხური მონორითმა ინტერვალანია და არა მოსაზღვრე“ [8]. ა. ხინთიბიძის აზრით ეს ლექსები განსაკუთრებით დაშორებულა ხალხურს საზომის მხრივ. 5/2 საზომის ლექსი ხალხურმა არ იცის — წერს იგი. „კიდევაც რომ აღმოჩნდეს თითო-ორი — შემთხვევა ხალხურ ვერსიფიკაციაში 5/2 სქემისა, ანდა მოსაზღვრე სტრიქონთა ბოლოების თანხმობაზე აწყობილი მონორითმისა, არ იძლევა იმის საფუძველს, რომ ეს იმთავითვე მოსდგამდა ხალხურ ლექსს“ [8].

ზ. ალექსიძის მიერ გამოფრული ეს, ჯერჯერობით ყველაზე ირი ადრეული რითმიანი ქართული ლექსი აშკარად ასაბუთებს მოსაზრებას, რომ თხუთმეტსაუკუნოვანი ისტორიის მქონე ქართული მწერლობა მართლაც „ერთი განუყოფელი მთლიანობაა“ [9].

მეცხრე საუკუნის ქართული ლექსი თითქმის ისევე იოლად გასაგებია დღევანდელი მკითხველისათვის, როგორც მე-19 საუკუნისა. რა თქმა უნდა,



არ არის საეჭვო, რომ ამ ლექსებში შეჭრილია ხალხური ლექსიკა და სტილისტიკა, მაგრამ ძნელი დასაშვებია, რომ მეცხრე საუკუნის I ნახევარში ხალხურში არსებულიყო სიტყვიერი რითმა. ყოველ შემთხვევაში, აკაკი გაწერელის სიტყვებით რომ ვთქვათ, ამ აზრს მეტი დასაბუთება სჭირდება: ამის საბუთი კი არა გვაქვს და საეჭვოა, რომ ოდესმე აღმოჩნდეს. მაშასადამე, რეალურ მონაცემებზე დაყრდნობით შეიძლება ერთადერთი დასკვნის გაკეთება: ლიტერატურული ლექსის რითმისათვის ნიადაგი ხალხურ პოეზიაში, უფრო ზუსტად — ხალხურ სიმღერებში მომზადდა, მაგრამ სიტყვიერი რითმა, როგორც ჩამოყალიბებული მეტრული ერთეული, გაფორმდა ლიტერატურულ ლექსში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია,  
შოთა რუსთაველის სახ. ქართული ლიტერატურის ინსტიტუტი  
(შემოვიღა 6.10.1988)

ФИЛОЛОГИЯ

Дж. К. БАРДАВЕЛИДЗЕ

К ВОПРОСУ О ГЕНЕТИЧЕСКОМ ВЗАИМООТНОШЕНИИ  
ГРУЗИНСКОЙ НАРОДНОЙ И ЛИТЕРАТУРНОЙ РИФМЫ

Резюме

Изучение древнейших ступеней развития стиха показало, что на ранних этапах в грузинской народной поэзии так же, как и в фольклоре многих других народов, возникновению словесной рифмы предшествовало музыкальное и языковое благозвучие различного рода (припевы, просодийные гласные, аллитерация и т. д.). Правда, почва для рифмы литературного стиха была подготовлена народной поэзией, а точнее народной песней, однако словесная рифма, как оформленная метрическая единица возникла именно в литературном стихе.

PHILOLOGY

J. K. BARDAVELIDZE

TO THE PROBLEM OF GENETIC INTERRELATION OF  
RHYME IN GEORGIAN FOLK-LORE AND LITERATURE

Summary

The study of ancient stages of the development of verse has shown that in the Georgian popular poetry, as well as in the poetic tradition of many other peoples, the rhyme was preceded by a number of different euphonic phenomena (such as refrains, prosodic vowels, alliterations etc.). Though the grounds for the rhyme in literature had been prepared by the folk-songs, the verbal rhyme as a metrical unit was formed only in literature.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ჯ. ბარდაველიძე. ქართული ხალხური ლექსი. თბილისი, 1970.
2. პ. ინგოროსყვა. „მნათობი“, № 4; 1939.
3. კ. კეკელიძე. ქართული ლიტერატურის ისტორია, 1. თბილისი.
4. ა. გაწერელია. რჩეული ნაწერები, II. თბილისი, 1962.
5. ქართული ხალხურ პოეზია, I, ხეცსურული, თბილისი, 1931.
6. ზ. ალექსიძე. ატენის სიონის ოთხი წარწერა. თბილისი, 1983.
7. ა. გაწერელია. გაზ. „ლიტერატურული საქართველო“, 6. IV, 1984.
8. ა. ხინთიბიძე. გაზ. „კომუნისტი“, № 173, 1983.
9. რ. თვარაძე. თხუთმეტსაუკუნოვანი მთლიანობა. თბილისი, 1985.

УДК (809.155)

აღმოსავლეთმცოდნეობა

ე. ჩუბინიძე

## პურისტული მოძრაობა ირანში XX ს. 20—30-იან წლებში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა მ. ანდრონიკაშვილმა 4.7.1955)

XIX ს. მიწურულიდან ირანი ნელ-ნელა მოექცა მსოფლიოს ყველაზე დიდი იმპერიალისტური სახელმწიფოების გავლენის ქვეშ. კაპიტალისტური ურთიერთობის ელემენტების შემოჭრამ მნიშვნელოვნად შეცვალა ირანელთა მკურნეობა.

ქვეყნის სინამდვილეში მომხდარმა ეკონომიურმა და სოციალურ-პოლიტიკურმა ძვრებმა შესაბამისი ცვლილებები გამოიწვიეს ირანის კულტურულ ცხოვრებაში. ევროპული ლიტერატურის თარგმნამ, პრესის დაარსებამ და სატელეგრაფო ხაზის გაყვანამ ირანში ხელი შეუწყო ირანის ორიენტაციას ევროპის მოწინავე ქვეყნებზე. ქვეყნის კულტურულ ცხოვრებაში მომხდარმა ცვლილებამ თავისი დალი დაასვა ენობრივ პროცესებსაც.

XIX ს. დასასრულიდან მოყოლებული შეიძლება თვალი გავადევნოთ ირანის მოწინავე ინტელიგენციის ბრძოლას ენის დემოკრატიზაციისათვის. ერთი მხრივ, ისეთი ცნობილი მწერლებისა და საზოგადო მოღვაწეების ცდამ, როგორც იყვენე ყაემ-მყაემი, მირზა ალა-ხან ქერმანი, მოჰამად ჰოსეინ ფარული, მალქომ-ხანი, თალიბოვი და სხვები, ხოლო მეორე მხრივ მრავალრიცხოვანი გაზეთების დაარსებამ, რომლებიც ევროპული პრესის ძლიერ გავლენას განიცდიდნენ, ხელი შეუწყო მწერლობაში დემოკრატიული ტენდენციების დამკვიდრებას ([1], გვ. 105).

XX ს. დასაწყისში ირანში რევოლუციური აფეთქების წინაპირობები მომწიფდა. რუსეთის 1905 წლის რევოლუციამ უფრო გაამწვავა ირანელთა ბრძოლა მსოფლიო იმპერიალიზმთან, დემოკრატიულმა მოძრაობამ მთელი აზია მოიცვა... 1905—1911 წწ. ირანის რევოლუცია დაიწყო და მიმდინარეობდა რუსეთის რევოლუციის გავლენით. აქედან იწყება ბურჟუაზიულ-დემოკრატიული და ეროვნულ-განმათავისუფლებელი ბრძოლების ახალი პერიოდი ირანის სინამდვილეში.

კონსტიტუციურ პერიოდში (1905—1911 წწ.) ქვეყანაში შექმნილი არეულობისა და პოლიტიკური ბრძოლის შემდგომ ძალაუფლება ხელთ იგდო რეზანმა (1925 წ.).

ქარხნებისა და ფაბრიკების მშენებლობამ, მრეწველობის განვითარებამ გარკვეულად გამოაცოცხლა ქვეყნის ეკონომიკა. ასპარეზზე გამოდიოდა ირანის ახალგაზრდა ბურჟუაზია. ეროვნული თვითშეგნების გამოღვიძებამ ნაციონალისტური იდეოლოგიის მკვეთრი აღმასვლა გამოიწვია. იმ ქვეყნებში, რომლებიც დამოუკიდებლობისათვის იბრძვიან, ნაციონალიზმი ორმაგი ბუნებისაა პროგრესულ და რეაქციულ ნიშანთა მატარებელია. პროგრესული გამოიხატება ყოველივე ნაციონალურისა და ზოგადდემოკრატიულის წინ წამოწევასა და მსოფლიო იმპერიალიზმთან ბრძოლაში. აქედან გამომდინარე ნაციონალიზმი ენობრივ პოლიტიკაში შეიძლება ორი სახით გამოქვანდეს:



1. სახელმწიფო ენად გამოიყოს პოლიტიკურად და ეკონომიურად ტონტული უმრავლესობის ენა; 2. პურიზმის სახით იქ, სადაც სახელმწიფო ენის საკითხი უკვე გადაწყვეტილია ([2] გვ. 136—140).

პურიზმის არსი ყოველივე ნაციონალურის განდიდებაში მდგომარეობს. წინა პლანზე იწეოდა ყოველივე ირანული. ხაზი ესმებოდა მირანელთა არი-ელობას. მთავრი ბრძოლა წარმოებდა „ისლამური“ კულტურის წინააღმდეგ.

ენის დემოკრატიზაციისათვის მეტბრძოლა მიზანია მწიგნობრულ და სა-ლაპარაკო ენებს შორის განსხვავების მოსპობა, რაც უნდა მოხდეს საკუთრივ სპარსული ენობრივი ელემენტების უფრო ფართო გამოყენებით. ენის დემო-კრატიზაციის პროცესში იდევნება უცხოური ნასესხობები და არქაიზმები. განსხვავება მხოლოდ იმაშია, რომ ენის დემოკრატიზაციის მომხრეები წინააღ-მდეგობას უწყევენ ენაში ძველი და მოუქნელი სიტყვებისა და გამოთქმების არ-სებობას, იბრძვიან მისი კეთილხმოვანებისათვის, მაშინ, როცა პურიზმის მომ-ხრეთ ხშირად არქაული ძირები და მათგან ნაწარმოები ტერმინები, ძველი აუტიქსები შემოაქვთ.

მრავალი სამეცნიერო დარგის დანერგვისა და ლიტერატურული სტილის გამართვების შედეგად იგრძნობოდა მკაცრი ტერმინოლოგიური უკმარისობა. ამ პროცესს კანონზომიერად თან მოჰყვა უცხო ტერმინთა სესხება და თარგმნა ([1] გვ. 108—109). შექმნილი მდგომარეობის გამოსწორება მხოლოდ ორი გზით შეიძლებოდა: 1. აღდგინათ წერის ძველი სტილი, რაც თანამედროვე ენისათვის შეუსაბამო იქნებოდა, 2) გაეწმინდათ სპარსული, რაც აგრეთვე ორი საშუალებით შეიძლებოდა მომხდარიყო: ა) სპარსულში ადრე დამკვიდრებუ-ლი სიტყვების განდევნით და ბ) საერთოდ უცხო ლექსიკისა და მათ შორის არაბული ლექსიკური ელემენტების განდევნით.

ამ ორი გზით იყო მიმართული მეცნიერებისა და მწერლების ცდა, რამაც დიდი არეულობა გამოიწვია.

სპარსული ტერმინების შექმნას დიდი ხნის ისტორია აქვს. საკმარისია ვა-ვიხსენოთ X—XI ს-ში ავიცენასა და აბუ-რეიჰან-ალ-ბირუნის მოღვაწეობა ამ დარგში. მათ გავლენას განიცდიდნენ ნასერი ხოსროვ (1044—1088 წწ.) დაზა-ლი (XI—XII სს.), ნასირ-ედ-დინ თუსი და სხვები.

„წმინდა“ სპარსული ტერმინოლოგიისაკენ სწრაფვის ცალკეულ ცდებს ვხვდებით სპარსულ ლექსიკონებში. „ლოლათე ფურს“ (1066—1073 წწ.), „მე-რანე ჯამალი“ და სხვა.

XIX ს. მიწურულში უცხოური კულტურის პირველი მოწინააღმდეგე იყო მირზა ალა-ხან ქერმანი (1853/54—1896 წწ.), მის მსოფლმხედველობაში პარა-დოქსულადაა შერწყმული პანისლამისტური იდეები და ევროპულისადმი სწრაფვა. თუმცა სიკვდილის წინ მან ეს უკანასკნელიც დაგმო და თავისუფალ, უცხოელი დამპყრობლებისაგან თავდახსნილ ირანს უმღერა.

თანამედროვე პერიოდში პირველად „წმინდა“ სპარსული პოეზიაში გა-მოიყენა იაღმა ჯანდაყიმ (გარდ. 1855 წ.), რომელსაც ეკუთვნის „შეუბღალა-ვი“ ენით დაწერილი ზოგიერთი წერილი.

პირველი სისტემატირებული ნაშრომის გამოქვეყნების ცდა ეკუთვნის მჭფისწულ ჯალალ-ედ-დინ მირზას. „წმინდა“ სპარსულის ჩართვის ცდებს ვხვდებით XIX ს. მწერლებისა და მოღვაწეების მარაღაიას, რეზა ყული-ხან ჰედაიათის, აღიბ-ოლ-მამალექის, მირზა-რეზა-ხან ყაზვინის და სხვათა შემო-ქმედებაში.

ადრეული პერიოდის პურისტების ცდა ეწერათ „შეუბღალავი“ სპარსუ-ლით, მარცხით მთავრდებოდა. ამის მიზეზი ის იყო, რომ ზოგიერთი გადამე-ტრებულად ცდილობდა არქაული ლექსიკის გამოყენებას.



— მეოცე საუკუნის დასაწყისამდე — ენის გაწმენდისათვის ბრძოლა სპორადულ ხასიათს ატარებდა. ხოლო ის ნაბიჯები, რომლებიც ამ მიმართულებით გადაიდგა, ძირითადად საზოგადო მოღვაწეების, პოეტებისა თუ პროზაიკების დამსახურება იყო და ზოგად პუბლიცისტურ ხასიათს ატარებდა.

კონსტიტუციურ პერიოდში რეზა-ხანის მიერ გატარებულმა პოლიტიკამ, ირანში მომწიფებულმა ნაციონალ-შოვინისტურმა განწყობილებამ პურიზმის ახალი აფეთქება გამოიწვია. პურისტული მოძრაობა ამ პერიოდში გამომქცნდა და „ენობრივ რეფორმაში“. ენობრივი პურიზმი, რომელიც ერთგვარად შეასუსტა პირველმა მსოფლიო ომმა, ოციან წლებში ახალ ძალებს იკრევს.

ამ პერიოდში პურიზმის თავგამოდებული დამცველი იყო ა. ქასრავი (1891—1945 წწ.). მისი მოღვაწეობა მრავალმხრივი იყო და გარკვეული თვალსაზრისით პროგრესული. ირანული ენების ღრმა ცოდნამ მას საშუალება მისცა მეთოდურად მიდგომოდა ენის სრულყოფის საკითხს. ა. ქასრავი ენის „სიწმინდისათვის“ ბრძოლაში ექსტრემალურ ზღვარს მიაღწია, როდესაც სპარსული ლიტერატურის კლასიკოსების უარყოფა დაიწყო. მიუხედავად იმისა, რომ ქასრავის შემოქმედება არ იყო შეცდომებისაგან თავისუფალი, მის მიერ შემოთავაზებული კვლევის შედეგებითი მეთოდები დასაბამს აძლევდა ირანში ახალი დისციპლინის — შედარებითი ენათმეცნიერების დასაწყისს.

პურისტულმა მოძრაობამ XX ს. 20—30-იანი წლების დასაწყისში ისეთი გაჭანება მიიღო, რომ ხშირად სცილდებოდა სასურველ ფარგლებს. მიუხედავად ამისა, მრავალი პროგრესულად მოაზროვნე მწერალი შეუერთდნენ მას. იმ მწერლებს, პოეტებსა და მეცნიერებს შორის, რომლებიც პურიზმით დაინტერესდნენ, იყვნენ ა. ა. ჰეჰმათი, დ. ბეჰრუზი, ქამალი, ამირი, ე. ფურდაული და სხვები.

ვინაიდან არ შეიძლებოდა „გაწმენდა“ განუკითხავად მომხდარიყო, იგრძნობოდა მკაცრი აუცილებლობა, რომ ამ ცდებს წეცნიერულ ბაზა და სისტემატური ხასიათი ჰქონოდა. შექმნილმა ვითარებამ კანონზომიერად მოაზარა ნიადაგი ფარჰანგესთანის (ენის აკადემია) დაარსებისათვის. მიუხედავად ცალკეული გადაშენებული ცდებისა, პურისტული მოძრაობა ფარჰანგესთანის დაარსებამდე ექსტრემიზმით არ გამოირჩეოდა.

სწორედ ფარჰანგესთანის მოღვაწეობის პერიოდში მიაღწია პურიზმმა განვითარების უმაღლეს სტადიას (1935—1941 წწ.). გარდა რეაქციულ-ნაციონალისტური ხასიათისა, ენობრივ პურიზმს ირანში დადებითი მხარეც ჰქონდა. სპარსული ენა გამდიდრდა დიდი რაოდენობის ახალი ტერმინებით.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 15.9.1988)

ВОСТОКОВЕДИНИЕ

Э. Р. ЧУБЕНИДЗЕ

ПУРИСТИЧЕСКОЕ ДВИЖЕНИЕ В ИРАНЕ  
(20—30 гг. XX в.)

Резюме

Неудовлетворенность политикой правящих кругов и растущее влияние европейских стран стимулировали рост национально-освободительной борьбы в Иране. Новые тенденции нуждались в соответствующей идеологии. Такой идеологией для Ирана стал национализм.

В Иране пуризм до 30-х годов XX в. носил умеренный характер и достиг высшей точки развития в период существования «Фархангестана» (Академия языка, 1935—1941 гг.) Создание Фархангестана фактически значило официальное признание языкового пуризма правительством Реза-шаха. В Иране языковый пуризм проявился в «языковой реформе» и затронул в основном лексику.

## ORIENTAL STUDIES

E. R. CHUBINIDZE

### THE PURIST MOVEMENT IN IRAN IN THE 20ies — 30ies OF THE 20th CENTURY

#### Summary

Beginning from the end of the 19th century, the intensive growth of the relations between Iran and European countries in the sphere of foreign policy and economy aroused fundamental social and economic changes.

The dissatisfaction by leading sections and increasing influence of European countries stimulated the growth of the national liberation war. The new tendencies which spread with the help of political struggle required the corresponding ideology. Such an ideology for Iran was nationalism.

In spite of certain extremist cases, up to the 30ies purism in Iran was of a moderate character and reached its peak in the period of "Farhanges-tan" (Linguistic academy of 1935—1941). The creation of "Farhangestan" practically meant the official recognition of the language purism by Shah Reza's government.

In Iran the purism of language was reflected in the language reform, which was essential for the centralization of the country. The language purism in Iran had both positive and negative aspects. In the language purism affected mainly the vocabulary.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES.

1. 1937. «ادگى نثر» اور «بيات و معاصر» تهران.
2. М. С. Узин а. Народы стран Азии и Африки, № 4, 1980.





УДК 902.6(47.922)

არქეოლოგია

### 3. ნარიანთხილი

## წითელკეციანი კერამიკის გავრცელების საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ა. აფაქიძემ 24.5.1988)

წითელკეციანი კერამიკა ქართლის არქეოლოგიურ ძეგლებზე უძველესი დროიდან არის დადასტურებული. ადრე- და შუაბრინჯაოს ხანის ძეგლებზე ასეთი კერამიკა მცირე რაოდენობით გვხვდება. ამ ხანის განმსაზღვრელ კერამიკულ მასალას მაინც შავად გამომწვარი ჭურჭელი წარმოადგენს. თუ შუაბრინჯაოს ხანაში მცირე რაოდენობით მაინც გვხვდება წითელკეციანი კერამიკა, გვიანბრინჯაო-ადრერკინის და რკინის ფართო ათვისების ხანაში ისინი საერთოდ არ არის გავრცელებული. იგი თავს კვლავ იჩენს ადრეანტიკურ ხანაში და შემდგომში გაბატონებულ მდგომარეობას იკავებს.

უძველესი დროიდან კერამიკა ერთ-ერთი ყველაზე მრავალრიცხოვანი და მრავალფეროვანი არქეოლოგიური მასალაა. ანტიკური ხანის ძეგლებზე კი იგი აბსოლუტურ უმრავლესობას წარმოადგენს. ამდენად მას დათარიღებისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს. მთელი რიგი ნიშნების მიხედვით ანტიკური ხანიდან გამოიყო ერთი მონაკვეთი — ძვ. წ. V—I სს., რომლისთვისაც სპეციფიკური კერამიკული მასალა დამახასიათებელი. კერამიკის ფორმალურ-ტიპოლოგიური კლასიფიკაციის საფუძველზე ქართლის ძვ. წ. V—I სს. ხუთი ქრონოლოგიური ჯგუფი გამოიყო: I — ძვ. წ. V ს. — ძვ. წ. IV ს-ის I ნახევარი; II — ძვ. წ. IV ს-ის II ნახევარი — ძვ. წ. III ს-ის დასაწყისი; III — ძვ. წ. III ს. — ძვ. წ. II ს-ის დასაწყისი; IV — ძვ. წ. II ს. — ძვ. წ. I ს-ის I ნახევარი; V — ძვ. წ. I ს-ის II ნახევარი — ახ. წ. I ს.

ამგერად შევეხებით მხოლოდ I—II ქრონოლოგიური ჯგუფის წითელკეციანი კერამიკის გავრცელების ზოგიერთ საკითხს.

აზრთა სხვადასხვაობაა წითელკეციანი კერამიკის წარმომავლობის და გავრცელების საკითხებთან დაკავშირებით. ამგვარი კერამიკის წარმომავლობის, გავრცელების და ტექნოლოგიის საკითხები დაწვრილებითაა განხილული ბ. კუფტინის, ოთ. ლორთქიფანიძის, ი. ვაგოშიძის, დ. ხახუტაიშვილის, დ. მუსხელიშვილის, კ. ფიცხელაურის ნაშრომებში. აზრთა სხვადასხვაობაა ამგვარი კერამიკის დათარიღების საკითხშიც. მიუხედავად ამისა, ამ ტექნოლოგიურ სიახლეს ყველა მკვლევარი შემოტანილად მიიჩნევს.

მკვლევართა ნაწილი აღნიშნავს, რომ ძვ. წ. V ს-ში წითელკეციანი კერამიკა საგრძობლად ჭარბობს მუქკეციანს და ძვ. წ. IV ს-ში გაბატონებულ მდგომარეობას იკავებს [1, გვ. 89—90], ნაწილი კი აღნიშნავს, რომ წითელკეციანი კერამიკა ძვ. წ. V ს-ში პროცენტულად ჭარბობს მუქკეციანს, ძვ. წ. IV ს-ში კი, პირიქით, მუქკეციანი უფრო დიდი რაოდენობით არის [2, გვ. 120].

უნდა ითქვას, რომ მკვლევართა ეს მოსაზრებანი ძირითადად ასახავს მასალისაგან მიღებულ, ზოგად შთაბეჭდილებას და არ ემყარება სტატისტიკას. სტატისტიკა კი გვიჩვენებს, რომ ძვ. წ. V—IV სს-ით დათარიღებულ ძეგლებზე — სანთა, კუშჩი, თაშაში, კარიაკი, შორი, ღრმახევისთავი, აბელია, შავსაყდარა, ალექსეევკა, ჯივრაშენი, ასურეთი, კამარახევი, ვარსიმეანთკარი, ქასრანთ მიწები, აბანო, გომარეთი, ზეშთაშენი — სულ 18 ძეგლი — გათხრილი.



395 სამარხში აღმოჩნდა 659 თიხის ჭურჭელი, რომელთაგან 197 ღია ფერისაა — მოწაბლისფრო, ღია ყავისფერი, ღია ნაცრისფერი, მოწითალო, მოვარდისფრო. მათ შორის მხოლოდ 42 ჭურჭელია შეღებილი წითელი საღებავით და 11 მოხატული.

ამათგან I ქრონოლოგიური ჯგუფის ძეგლებზე (სანთა, აბანო, ვარსიძანთკარი, ბეშთაშენი, შორი, ღრმახევისთავი, კამარახევი, ქასრაანთ მიწები) 306 სამარხში 526 თიხის ჭურჭელი აღმოჩნდა. აქედან 135 ღია ფერისაა, რომელთაგან 20 შეღებილია წითელი საღებავით, 5 მოხატულია. თუ გავითვალისწინებთ, რომ ზემოთ ჩამოთვლილ ძეგლებზე ზოგიერთი სამარხი ძვ. წ. IV საუკუნითაც თარიღდება და ღია ფერის კერამიკის შემცველი სამარხები შეიძლება უფრო ახალგაზრდა იყოს, მაშინ ცხადი გახდება, რომ I ქრონოლოგიური ჯგუფის კერამიკაში ღია ფერის ჭურჭლების ხვედრითი წონა მცირეა.

II ქრონოლოგიური ჯგუფის ძეგლებზე (კუშჩი, თაშბაში, კარიაკი, შავსაყდარა, ასურეთი, ჯიგრაშენი, ალექსეევკა, ჩხიკვათა, აბელია, გომარეთი) 89 სამარხში 133 თიხის ჭურჭელი აღმოჩნდა, აქედან 62 ღია ფერისაა, რომელთაგან 34 წითლად არის გამომწვარი, 22 — წითელი საღებავით შეღებილი, 6 — მოხატული.

მთელი ამ მასალის პროცენტული შეფარდება შემდეგ სურათს იძლევა: I და II ქრონოლოგიური ჯგუფები ერთად — მუქი ფერის კერამიკა — 70,4%, ღია ფერის — 29,8%, შეღებილი — 6,5%, მოხატული — 0,9%.

ცალკე I ქრონოლოგიური ჯგუფი — მუქი ფერის კერამიკა — 74,4%, ღია ფერის — 25,4%, შეღებილი — 3,8%, მოხატული 0,9%.

II ქრონოლოგიური ჯგუფი — მუქი ფერის კერამიკა — 53,4%, ღია ფერის — 46,6%, შეღებილი — 16,5%, მოხატული — 4,5%.

როგორც მოტანილი სტატისტიკური მონაცემებიდან ჩანს, I ქრონოლოგიური ჯგუფის ძეგლებზე ღია ფერის კერამიკა მცირე რაოდენობით არის აღმოჩენილი, განსაკუთრებით თვალში საცემია შეღებილი ცალების სიმცირე. II ქრონოლოგიური ჯგუფის ძეგლებზე მუქი და ღია ფერის ჭურჭლები თითქმის თანაბარი რაოდენობითაა აღმოჩენილი.

წითელკეციანი კერამიკა მხოლოდ ბატონდება მხოლოდ ამ პერიოდის ბოლოს ძვ. წ. IV—III სს. მიჯნაზე.

წითელკეციანი კერამიკა ძვ. წ. VIII—VI საუკუნეებით დათარიღებულ ძეგლებზე (სამთავროს სამაროვანი, მხედველობაში გვაქვს აღნიშნული პერიოდი; ნარეკვაკის ნამოსახლარი და სამაროვანი) არ აღმოჩენილა. ძვ. წ. VI ს-ით ასეთი კერამიკა მხოლოდ ხოვლეს ნამოსახლარიდან არის დათარიღებული [1, გვ. 89—90].

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, მიგვაჩნია, რომ ძვ. წ. VI ს-ში ქართლის ტერიტორიაზე გაბატონებულია ტიპოლოგიურ-ტექნოლოგიურად წინა პერიოდისათვის (რკინის ფართო ათვისების ხანა) დამახასიათებელი კერამიკა, თუმცა შეინიშნება ახალი ელემენტიც. შეიძლება ითქვას, რომ არა თუ ძვ. წ. VI ს-ში, არამედ ძვ. წ. V ს-ის დასაწყისშიც წითელკეციანი კერამიკა იშვიათია.

წითელკეციან კერამიკასთან ერთად შემოდის ჭურჭლის შემკობის კიდევ ერთი ხერხი — წითელი საღებავით შეღებვა. სტატისტიკური მონაცემები იმაზე მიუთითებენ, რომ მათ გავრცელება-განვითარებას ერთი ხაზი აქვთ. ორივე ტექნოლოგიური სიახლე ერთდროულად იჩენს თავს და თანდათანობით ვრცელდება, ისე რომ ძვ. წ. IV ს-ის ბოლოს ამ ტექნოლოგიით დამზადებული ჭურჭლები გაბატონებულ მდგომარეობას იკავებენ.

უნდა აღინიშნოს, რომ ქართლის ტერიტორიაზე ახალი ტექნოლოგიით დამზადებული ჭურჭლები ირანულ იერს ატარებს (მილიანი ხელალები, ნის-კარტიანი დოქები). თვალში საცემია ირანული „სამკუთხედებით“ მოხატული



კერამიკის და ქართლური მოხატული კერამიკის სტილისტური მსგავსებატ. როგორც ჩანს, ყველა ჩამოთვლილი ტექნოლოგიური სიახლე ქართლში ძვ. წ. V ს-დან ვრცელდება ირანიდან.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ფ. ჯავახიშვილის სახ. ისტორიის, არქეოლოგიისა და ეთნოგრაფიის

ინსტიტუტი

არქეოლოგიური კვლევის ცენტრი

(შემოვიდა 26.0.198)

АРХЕОЛОГИЯ

Г. К. НАРИМАНИШВИЛИ

## К ВОПРОСУ О РАСПРОСТРАНЕНИИ КРАСНОГЛИНЯНОЙ КЕРАМИКИ

Резюме

Красноглиняная керамика в Картли античной эпохи впервые появляется в V в. до н. э. и в V—IV вв. до н. э. составляет менее трети от общего количества керамических находок. Только с конца IV в. до н. э. она начинает преобладать в количественном отношении над темноглиняной.

ARCHAEOLOGY

G. K. NARIMANISHVILI

## TO THE PROBLEM OF SPREADING OF RED POTTERY

Summary

Red pottery first appeared in ancient Kartli in the 5th century B. C., and the pottery belonging the 5th and 4th centuries B. C. constitutes less than a third of the total number of pottery findings. Only beginning from the late 4th century B. C. it quantitatively predominates over the dark-coloured pottery.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. დ. მუსხელიშვილი. ხოვლეს ნამოსახლარის არქეოლოგიური მასალა. თბილისი, 1978.
2. ც. დავლიანიძე. ქვემო ქართლის (თრიალეთის) კულტურა ძვ. წ. I ათასწლეულის მეორე ნახევარში. თბილისი, 1983.

## ა ბ ტ ო რ ტ ა ს ა ყ უ რ ა ლ ე გ 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 მიმოხილვითი ან აღწერითი ხასიათის წერილი ცხოველთა, მცენარეთა ან სხვათა სისტემატიკაზე, თუ მასში მოცემული არაა მეცნიერებისათვის განსაკუთრებით საინტერესო შედეგები.

3. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიკოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით, როგორც წესი, აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ 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 თანაავტორებთან ერთად — არა უმეტეს სამი წერილისა. გამოჩაკის შემთხვევაში, როცა აკადემიკოსი ან წევრ-კორესპონდენტი მოითხოვს 12-ზე მეტ წერილის წარდგენას, საითხს წყვეტს მთავარი რედაქტორი. წარდგინების გარეშე შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია წარმოსადგენად გადასცემს აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (გარდა აკადემიკოსისა და წევრ-კორესპონდენტისა) წელიწადში შეუძლია „მოამბეში“ გამოაქვეყნოს არა უმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთია, თანაავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილს აუცილებლად უნდა ახლდეს ჟურნალ „მოამბის“ რედაქციის სახელზე იმ სამეცნიერო დაწესებულებების მომართვა, სადაც შესრულებულია ავტორის სამუშაო.

5. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბუქდად სახელებით მზა სახით, ავტორის სურვილისამებრ ქართულ ან რუსულ ენაზე. ქართულ ტექსტს თან უნდა ახლდეს რუსული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე, ხოლო რუსულ ტექსტს — ქართული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე. წერილის მოცულობა ილუსტრაციებითურთ, რეზიუმეებითა და დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხითურთ, რომელიც მას ბოლოში ერთვის, არ უნდა აღემატებოდეს ჟურნალის 4 გვერდს (8000 სასტამბო ნიშანი), ანუ საწერ მანქანაზე ორი ინტერვალით გადაწერილ 6 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულებიანი წერილი კი 5 გვერდს). არ შეიძლება წერილების ნაწილებად დაყოფა სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად. ავტორისაგან რედაქცია ღებულობს თვეში მხოლოდ ერთ წერილს.

6. აკადემიკოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილში, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უზასუხუხებს ამ წესების 1 მუხლის მოთხოვნას.

7. წერილი არ უნდა იყოს გადატვირთული შესავლით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოწმებული ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დათმობილი საკუთარი გამოკვლევის შედეგებს. თუ წერილში გზადაგზა, ქვეთავების მიხედვით გადამოცემულია დასკვნები, მაშინ საჭირო არაა მათი გამოთრება წერილის ბოლოს.

8. წერილი ასე ფორმდება: თავში ზემოთ უნდა დაიწეროს ავტორის ინიციალები და გვარი, ქვემოთ — წერილის სათაური. ზემოთ მარჯვენა მხარეს, წარმოდგენმა უნდა წააწეროს, თუ მეცნიერების რომელ დარგს განეკუთვნება წერილი. წერილის ძირითადი ტექსტის ბოლოს, მარცხენა მხარეს, ავტორმა უნდა აღნიშნოს იმ დაწესებულების სრული სახელწოდება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია შრომა.

9. ილუსტრაციები და ნახაზები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ორ ცალად კონვერტით. ამასთან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს კალკანზე შავი ტუშით. წარწერები ნახაზებს უნდა გაუკეთდეს კალიგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემოიტარების შემთხვევაშიც კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტობეჭობა და ნახაზების დაწებება ღედნის გვერდებზე. ავტორმა ღედნის კიდზე ფანქრით უნდა აღნიშნოს, რა ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისეთი



ცხრილი, რომელიც ჟურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. დორმულები მედიკოსებთან ერთად უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ვერსიასთან, ბერძნულ ასოებს ქვემოთ უნდა დაემატოს თითო ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს — ქვემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით, ხოლო არამთავრულ ასოებს — ზემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით. ფანქრითვე უნდა შემოიფარგლოს ნახევარწრივ ნიშნაკებიც (ინდექსები და ხარისხის მაჩვენებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე. წერილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფანქრით ან მელნით.

10. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცლებზე. საჭიროა დაცულ იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საჟურნალო შრომა, ვუჩვენოთ ჟურნალის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი. თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ვუჩვენოთ მისი სრული სახელწოდება, გამოცემის ადგილი და წელი. თუ ავტორი საჭიროდ მიიჩნევს, ბოლოს შეუძლია გვერდების ნუმერაციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით, არამედ დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტსა თუ შენიშვნებში კვადრატულ ფრჩხილებში ნახევრები უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა. არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც ტექსტში მოითხოვნილი არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის დამოწმება. დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს სად მუშაობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

11. „მოამბეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერატულ ჟურნალში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

12. ავტორს წასაკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებზე შეკრული კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (არაუმეტეს ორი დღისა). თუ დადგენილი ვადისათვის კორექტურა არ იქნა დაბრუნებული, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

13. ავტორს უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 25 ამონაბეჭდი.

(დამტკიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1968; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969)

რედაქციის მისამართი: თბილისი 60, კუტუზოვის ქ. № 19; ტელ. 37-22-16, 37-86-42, 37-85-61

საფოსტო ინდექსი 380060

ხელმოწერის პირობები: ერთი წლით 22 მან. 80 კაპ.

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. В журнале «Сообщения АН ГССР» публикуются статьи академиков, членов-корреспондентов, научных работников системы Академии и других ученых, содержащие еще не опубликованные новые значительные результаты исследований. Печатаются статьи лишь из тех областей науки, номенклатурный список которых утвержден Президиумом АН ГССР.

2. В «Сообщениях» не могут публиковаться полемические статьи, а также статьи обзорного или описательного характера по систематике животных, растений и т. п., если в них не представлены особенно интересные научные результаты.

3. Статьи академиков и членов-корреспондентов АН ГССР принимаются непосредственно в редакции «Сообщений», статьи же других авторов представляются академиком или членом-корреспондентом АН ГССР. Как правило, академик или член-корреспондент может представить для опубликования в «Сообщениях» не более 12 статей разных авторов (только по своей специальности) в течение года, т. е. одной статье в каждый номер, собственные статьи—без ограничения, а с соавторами—не более трех. В исключительных случаях, когда академик или член-корреспондент требует представления более 12 статей, вопрос решает главный редактор. Статьи, поступившие без представления, передаются редакцией академику или члену-корреспонденту для представления. Один и тот же автор (за исключением академиков и членов-корреспондентов) может опубликовать в «Сообщениях» не более трех статей (независимо от того, с соавторами она или нет) в течение года.

4. Статья обязательно должна иметь направление из научного учреждения, где проведена работа автора, на имя редакции «Сообщений АН ГССР».

5. Статья должна быть представлена автором в двух экземплярах, в готовом для печати виде, на грузинском или на русском языке, по желанию автора. К ней должны быть приложены резюме — к грузинскому тексту на русском языке, а к русскому на грузинском, а также краткое резюме на английском языке. Объем статьи, включая иллюстрации, резюме и список цитированной литературы, приводимой в конце статьи, не должен превышать четырех страниц журнала (8000 типографских знаков), или шести стандартных страниц машинописного текста, отпечатанного через два интервала (статьи же с формулами — пяти страниц). Представление статьи по частям (для опубликования в разных номерах) не допускается. Редакция принимает от автора в месяц только одну статью.

6. Представление академика или члена-корреспондента на имя редакции должно быть написано на отдельном листе с указанием даты представления. В нем необходимо указать: новое, что содержится в статье, научную ценность результатов, насколько статья отвечает требованиям пункта 1 настоящего положения.

7. Статья не должна быть перегружена введением, обзором, таблицами, иллюстрациями и цитированной литературой. Основное место в ней должно быть отведено результатам собственных исследований. Если по ходу изложения в статье сформулированы выводы, не следует повторять их в конце статьи.

8. Статья оформляется следующим образом: сверху страницы в середине пишутся инициалы и фамилия автора, затем — название статьи; справа сверху представляющий статью указывает, к какой области науки относится она. В конце основного текста статьи с левой стороны автор указывает полное название и местонахождение учреждения, где выполнена данная работа.

9. Иллюстрации и чертежи должны быть представлены в двух экземплярах в конверте; чертежи должны быть выполнены черной тушью на кальке. Надписи на чертежах должны быть исполнены каллиграфически в таких размерах, чтобы даже в случае уменьшения они оставались отчетливыми. Подрисуночные подписи, сделанные на языке основного текста, должны быть представлены на отдельном листе. Не следует приклеивать фото и чертежи к листам оригинала. На полях оригинала автор отмечает карандашом, в каком месте должна быть помещена та или

иния иллюстрация. Не должны представляться таблицы, которые не могут уместиться на одной странице журнала. Формулы должны быть четко вписаны чернилами в оба экземпляра текста; под греческими буквами проводится одна черта красным карандашом, под прописными — две черты черным карандашом снизу, над строчными — также две черты черным карандашом сверху. Карандашом должны быть обведены полукругом индексы и показатели степени. Резюме представляются на отдельных листах. В статье не должно быть исправлений и дополнений карандашом или чернилами.

10. Список цитированной литературы должен быть отпечатан на отдельном листе в следующем порядке. Вначале пишется инициалы, а затем — фамилия автора. Если цитирована журнальная работа, указываются сокращенное название журнала, том, номер, год издания. Если автор считает необходимым, он может в конце указать и соответствующие страницы. Список цитированной литературы приводится не по алфавиту, а в порядке цитирования в статье. При ссылке на литературу в тексте или в сносках номер цитируемой работы помещается в квадратные скобки. Не допускается вносить в список цитированной литературы работы, не упомянутые в тексте. Не допускается также цитирование неопубликованных работ. В конце статьи, после списка цитированной литературы, автор должен подписаться и указать место работы, занимаемую должность, точный домашний адрес и номер телефона.

11. Краткое содержание всех опубликованных в «Сообщениях» статей печатается в реферативных журналах. Поэтому автор обязан представить вместе со статьей ее реферат на русском языке (в двух экземплярах).

12. Автору направляется корректура статьи в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или печатать ее без визы автора.

13. Автору выдается бесплатно 25 оттисков статьи.

(Утверждено Президиумом Академии наук Грузинской ССР 10.10.1968; внесены изменения 6.2.1969)

Адрес редакции: Тбилиси 60, ул. Кутузова, 19, телефоны: 37-22-16, 37-86-42, 37-85-61

Почтовый индекс 380060

Условия подписки: на год — 22 руб. 80 коп.