

1988



ქართული
აкадеმიის
გამომცემი

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 том

№ 1

ოქტომბერი 1988 ОКТЯБРЬ

თბილისი * ТБИЛИСИ * TBILISI



საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

გზაგადასახვევები

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 132 ტომ

1988

თბილისი * ТБИЛИСИ * TBILISI

უშრნალი დაარსებულა 1940 წელს
ЖУРНАЛ ОСНОВАН В 1940 ГОДУ

გამოდის თვეში ერთხელ
ВЫХОДИТ 1 РАЗ В МЕСЯЦ

გამომცემლობა „მეცნიერება“
Издательство «Мецниереба»

1988
საქართველოს
მეცნიერებათა
აკადემიის
ბიულეტენი

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

ბიულეტენი

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 132 том

№ 1

ოქტომბერი 1988 ОКТЯБРЬ

ს ა რ მ ე ლ ა ჭ ც ი ო კ ო ლ ე გ ი ა

- ე. ანდრონიკაშვილი, ა. ავაქიძე, ბ. ბალაუაძე, ა. ბიწიძე, ლ. გაბუნია (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), თ. გამყრელიძე, ი. ჭომელაური, ა. გუნია (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), ს. დურმიშიძე, ა. თავხელიძე, ჯ. ლომინაძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), გ. მელიქიშვილი, თ. თნიანი, ე. სენიაშვილი, ა. ფრანგიშვილი, ი. ფრანგიშვილი, ა. ცაგარელი, გ. ციციშვილი, ა. ძიძიგური, შ. ძიძიგური, გ. ხარატიშვილი, ე. ხარაძე (მთავარი რედაქტორი), ნ. ჩავჭიშვილი, გ. ჩიხლაძე

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- Э. Л. Андроникашвили, А. М. Апакидзе, Б. Қ. Балавадзе, А. В. Бицадзе, Л. К. Габуния (заместитель главного редактора), Т. В. Гамк्रेлидзе, В. И. Гомелаური, А. Л. Гуния (заместитель главного редактора), Н. А. Джавахишвили, Г. Н. Джибладзе, А. А. Дзидзигური, Ш. В. Дзидзигური, С. В. Дурмишидзе, Д. Г. Ломинадзе (заместитель главного редактора), Г. А. Меликишвили, Т. Н. Ониани, А. С. Прангишвили, И. В. Прангишвили, Э. А. Сехниашвили, А. Н. Тавхелидзе, Е. К. Харадзе (главный редактор), Г. В. Харатишвили, А. Л. Цагарели, Г. В. Цицишвили

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

გადაეცა ასაწყობად 6.9.1988; ხელმოწერილია დასაბეჭდად 23.11.1988; შვედ. № 2858; ინაწყობის ზომა $7 \times 12^{3/4}$; ქალაქის ზომა $70 \times 108^{1/16}$; ფიზიკური ფურცელი 14; სააღრიცხვო-სავაჭარო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 19,6; უე 01732; ტირაჟი 1350; ფასი 1 მზ. 90 კპ.

Сдано в набор 6.9.1988; подписано к печати 23.11.1988; зак. № 2858; размер набора $7 \times 12^{3/4}$; размер бумаги $70 \times 108^{1/16}$; физический лист 14; уч. издательский лист 18,5; печатный лист 19,6; УЭ 01732; 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

მათემატიკა

- *ე. ნადარაია, რ. აბსაფა. განაწილების სიმკვრივის ნ. ჩენცოვის შეფასებათა კვლარატული გადახრის შესახებ 20
- *ნ. გრაჩოვი, ვ. მაზია. პოტენციალთა თეორიის ინტეგრალური განტოლებების შებრუნებული ოპერატორების წარმოდგენები და შეფასებები კონუსური წერტილების მქონე ზედაპირებისათვის 23
- *ე. შარგოროდსკი. სინგულარული ინტეგრალური ოპერატორების შესახებ PnC -კოეფიციენტებით 28
- *ფ. ნახაროვი. პირამიდათა განლაგება ამოზნექილ მრავალწახანაგში 32
- *ვ. სოლტანი, ნგუენ მან ჰუნგი. გრუნბაუმის ამოცანისათვის აფინური დიამეტრების შესახებ 35

მექანიკა

- *ვ. რუბანოვსკი, თ. მამნიაშვილი. ღეროზე დაკიდებული მძიმე გიროსტატის პერმანენტული ბრუნვის ღერძების კონუსის შესახებ 40

ღრეკალოზის თეორია

- *ა. ძიძიგური (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), დ. ომიძე, რ. შოთაძე, ლ. გავაშელი. დრეკად-მადემფირებელი ელემენტების სტატიკური და დანამიკური მახასიათებლების მათემატიკური აღწერა და ანალიზი 44

კიბერნეტიკა

- *გ. ცირამუა, ს. ცირამუა, ვ. ლოლუა. მრავალფუნქციური ელემენტების საიმედოობის მოდელი 48

ფიზიკა

- *ე. სიხარულიძე. გამოსხივების მესერული არეკვლა $GainAs$ მყარ ხსნარებში 51
- *თ. მარსავიშვილი, მ. მაჭავარიანი. კონდენსირებულ გარემოში მოთავსებული პოლარიზებული ორატომიანი მოლეკულის რხევითი სპექტრი 56
- *ი. გულიაევი (სსრ კავშირის მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ვ. პოტაპოვი, ა. სოკოლოვსკი, ნ. ჩხარტიშვილი. არაპარაქსიალური სინათლის კონების გარდაქმნა გრადიენტული ლინზებით 60

ანალიზური ძიშია

- *ვ. ოკუჯავა (საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), ბ. ჭანკვეტაძე, მ. რუხაძე. ბენზონალის (ან ფენობარბიტალის), ჰექსამიდილის და დიფენინის ერთდროული რაოდენობრივი ანალიზი გაზურ-თხევადი ქრომატოგრაფიის მეთოდით 64

საქ. სსრ მეცნიერებათა
სახ. სსრ. ბიბლიოთეკა

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

- *გ. ჩაჩავა, რ. გიგაური, მ. უგულავა, ნ. გურგენიძე. მეთილ- და ეთილდი-პ-ტოლილაკლარსონიუმის ტრიოდომერკურატების სინთეზი 66

ორგანული ქიმია

- *ლ. ჩაგელიშვილი, ი. სტრელენკო, გ. სამსონია, დ. ფალავანდიშვილი, რ. ლალიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). 4,4,მ-ტეტრამეთილ-2,3,6,7-დიბენზოპენტალანის იზომერული დინიტროდიამინოწარმოებულების სინთეზი 71

ფიზიკური ქიმია

- *გ. ბაგრატიშვილი, ლ. მოსიძე, ი. ნახუცრიშვილი. გერმანიუმის ნიტრიდის დისოციაციისა და სუბლიმაციის საკითხისათვის ვაკუუმში 75

ელექტროქიმია

- *მ. ხოხაშვილი, ჯ. ჯაფარიძე, ვ. ჩაგელიშვილი. „ტევადობის კუზები“ ერთტომიან სპირტებში 80

გეოლოგია

- *ვ. გუგუშვილი, კ. ოშიაძე. მადნეულის საბადოს რიოლითური აგლუტინატებში როგორც მაღალხარისხიანი კერამიკული ნედლეული 84

გეოქიმია

- *ა. მოლჩანოვი, ვ. ნოვიკოვი, ბ. სულდოვი. სამხრეთ-აღმოსავლეთ საქართველოს ზოგიერთ მადნეულ საბადოზე მოლეკულური იოდის გაზური შარავანდედის შესახებ 88
- *ნ. გელაშვილი. გოგირდის იზოტოპური შედგენილობის თავისებურებები ზესხოს მადნეულის ველის (ქვ. სვანეთი) სულფიდებში 92

მეტალურგია

- *დ. სულავა, ს. ჯაფარიძე, თ. ჩუბინიძე. ტყიბულის ნახშირის სამრეწველო პროდუქციის წვრილი ფრაქციის დაბრიკეტების პროცესის გამოკვლევა ლაბორატორიულ პირობებში 95

მანქანათმშენობლა

- *რ. მურუსიძე, ნ. კობალიანი, ნ. გიორჯელიძე. „მოტობლოკი-თებრატორის“ სისტემის ვიბრაციული ველის კვლევა 100

ენერგეტიკა

- *ა. გომელაური, ა. ვარამაშვილი, ზ. შიშმანაშვილი. 1985—2000 წლებში საქართველოს ელექტროენერგეტიკული სისტემის ოპტიმალური განვითარების საკითხისათვის 104

ელექტროტექნიკა

- *ა. აბურჯანია, გ. ბუდიონი, ტ. ჯაშიაშვილი, თ. მუსელიანი, თ. ვეკუა. ინდუქტიურად დაკავშირებული კონტურების მათემატიკური მოდელირებისადმი სისტემური მიდგომის შესახებ 108

ამტომატური მართვა და გამომთვლითი ტექნიკა

- *ლ. დობორჯგინიძე, თ. დობორჯგინიძე, ო. მელაძე. წნევით ჩამოსხმის ტექნოლოგიური პროცესის ახალი მათემატიკური მოდელი და მისი გამოკვლევა 111

მასალათა ტექნოლოგია

- *ზ. წილოსანი, თ. ჩიქოვანი, გ. ჯაფარიძე. ზოგიერთი ტექნოლოგიური ფაქტორის გავლენა დატკეპნილი ზეტონის სიმტკიცეზე 115

ბოტანიკა

- *გ. დვალაძე. ლ. კრიალაშვილი. პოლიემბრიონია Colchicum speciosum Stev.-ში 119

მცენარეთა ფიზიოლოგია

- *ტ. ლოლაძე, მ. მგალობლიშვილი, ქ. დალაქიშვილი, გ. სანაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი). ტრიტიკალე ვოსე-1-ის ფოთლებისა და იზოლირებული პროტოპლასტების ფოტოსინთეზი 124
- *თ. ორთოიძე, დ. ძაგანიძე, ე. მაჩიტაძე. ვაზის ერთწლიანი რქის ფელოდერმის შენელებული ფლუორესცენციის კავშირი ყინვაგამძლეობასთან 128

ბენეტიკა და სილექცია

- *მ. სამუშია, ლ. კაკიტელაშვილი, ლ. ლასარეიშვილი. კაკლის ზოგიერთი ქართული ჯიშის მტერის მარცვლის სიცოცხლისუნარიანობა 132
- *ი. მესტიასვილი, ი. ზედგინიძე, ც. მანჯგალაძე, ვ. ნაცვლიშვილი, ი. თოფურია, თ. ბაქრაძე, მ. დოლაბერიძე. კორელაცია α-თალასემიის გენის სიხშირესა და საქართველოში ტროპიკული მალარიის ყოფილ არეალს შორის 135

აღამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

- *ნ. მგალობლიშვილი. ახალი ქერქის კრუნჩხვითი განმუხტვების ზღურბლის ცვლილებების მექანიზმების შესახებ 139
- *მ. ცაგარელი. თავის ტვინის გამოწვეული პოტენციალები ქრონიკული ალკოპოლიზმის დროს 143

ბიოქიმია

- *ლ. ხოლოდოვი, ნ. მენაბდე. არასპეციფიკური მონოოქსიგენაზების მონაწილეობით მიმდინარე პარმიდინის მეტაბოლიზმის გენეტიკური დეტერმინაციის შესახებ 147
- *ს. დოლიძე, ბ. ძანტიევი, ა. უერდევ. ელექტროქიმიური და სპექტროფოტომეტრული მეთოდების დეტექციის შედარება ბაცილური და სოკოვანი α-ამილაზის და ბაცილური ტუტე პროტეაზის იმუნოფერმენტულ ანალიზში 151
- *თ. ზარდიაშვილი, თ. ჩიღვინაძე, თ. მირუაშვილი. ღმის ნაზარდების ნიტრატრედუქტაზული აქტივობა 155

მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

- *ლ. დანდურიძე, დ. პატარაია, გ. ფრუიძე. ჩაის მიკროფლორის შესწავლა 159

პარაზიტოლოგია და ჰელმინთოლოგია

- გ. კიკნაძე, ტ. ელიაშვილი. ნემატოდის ახალი სახეობა *Nothotylenchus montanus* sp. nov. (Nematoda: Tylenchida) ცენტრალური კავკასიონის სუბალპური სარტყელოდან

162

ჰისტოლოგია

- *ქ. ბარაბაძე. პანკრეასის ენდოკრინული ნაწილის სტრუქტურული ცვლილებები და რაოდენობრივი ანალიზი შიმშილობის დროს

167

ციტოლოგია

- *ს. კეშელავა ვირთავას თავის ტვინის ქერქის ნეიროციტების ულტრასტრუქტურული ცვლილებები გამოწვეული ქრონიკული ალკოჰოლური ინტოქსიკაციის გავლენით

171.

ექსპერიმენტული მიდვიცნა

- *ა. ციმაკურიძე, ტ. ელიავა, მ. დანიელოვი. მიოკარდიუმის ფუნქციური მდგომარეობა ტრავმული შოკის დროს და მისი როლი შეუქცევადი ცვლილებების ფორმირებაში

175

- *ა. გაგუა, ლ. გუგუშვილი, ვ. დემიხოვი, ვ. გორიანოვი. ღვიძლის გადანერგვა დონორის ღვიძლის მიერთებით რეციპიენტის ლაიწქეშა ბარძაყის არტერიოვენოზურ შუნტთან

180

- *ც. ჩინჩალაძე, ქ. წაქაძე. მწვავე ლეიკოზებისა და ლეიკოზისწინა მდგომარეობათა ავადობის შეფარდებითი რისკის განსაზღვრა მიკროკალკულატორების სათვის შედგენილი პროგრამის გამოყენებით

183

- *ნ. ბოხუა, ვ. ბახუტაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი), ა. ჩომახიძე, ე. თალაკვაძე, ა. ბახუტაშვილი. უჯიშო ძალღების ახლადგამოყოფილი და კულტივირებული ენდოთელიალური უჯრედების შეფასება ნაყადური ციტომეტრიით

187

- *მ. შანიძე, გ. ვადაჭკორია, კ. მარდალეიშვილი. პირის ღრუს ლორწოვანი გარსის მორფოლოგიური გამოკვლევა CO₂ ლაზერის მოქმედების შემდეგ

191

პალეოზოოლოგია

- *ე. ყვავაძე. კავკასიისა და კარპატების მაღალმთიანი ზოლის სუბფოსილურ სპოროვან-მტვრიანულ სპექტრებში ქარის მიერ მოტანილ მერქნიან მცენარეთა მტვრის შემადგენლობა

196

- *ა. ვეკუა, ვ. ტრუბინი. ნამარხი ძმუძუმწოვრების ახალი ადგილსაბოვებელი აღმოსავლეთ საქართველოში

200

ენათმეცნიერება

- *ი. ბოკორიშვილი. კიდევ ერთხელ ბასკური ენის რიცხვითი სახელის 8 და 9 შესახებ: თანამედროვე მდგომარეობა და მათი შედარებითი შესწავლის პრობლემატიკა

204

ფილოლოგია

- ი. ნადარეიშვილი. ტექსტების შედარებით-სტატისტიკური ანალიზის საფუძველზე „ინდო-ბატელთა ამბის“ იდენტიფიკაცია „ვეფხისტყაოსანთან“

205

არქეოლოგია

- ვ. ნიკოლაიშვილი, გ. გიუნაშვილი, კ. ხიმშიაშვილი. მზის ტაძრის გამოსახულების აღმოჩენა მცხეთაში

209

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიური

სესიები, კონფერენციები, თათბირები

213

მეცნიერთა იუბილეები

217



СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

Э. А. Надарая, Р. М. Абсава. О квадратической мере отклонения оценки Н. Н. Ченцова плотности распределения	17
Н. В. Грачев, В. Г. Мазья. Представления и оценки обратных операторов интегральных уравнений теории потенциала для поверхностей с коническими точками	21
Е. М. Шаргородский. О сингулярных интегральных операторах с коэффициентами из P_nC	25
Ф. Л. Назаров. Расположение пирамид в выпуклом многограннике	29
В. П. Солтан, Нгуен Мань Хунг. К задаче Грюнбаума об аффинных диаметрах	33

МЕХАНИКА

В. Н. Рубановский, Т. И. Мамнишвили. О конусе осей перманентных вращений тяжелого гиростата, подвешенного на стержне	37
--	----

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

А. А. Дзидзигури (академик АН ГССР), Д. И. Омнидзе, Р. Г. Шотадзе, Л. Ш. Гавашели. Математические описания и анализ статистических и динамических характеристик упруго-демпфирующих материалов (УДМ)	41
--	----

КИБЕРНЕТИКА

Г. С. Цирамуа, С. Г. Цирамуа, В. К. Лолуа. Модель надежности многофункциональных элементов	45
--	----

ФИЗИКА

Е. И. Сихарулидзе. Решеточное отражение излучения в твердых растворах $GaInAs$	49
Т. А. Марсагишвили, М. Н. Мачавариани. Колебательный спектр поляризуемой двухатомной молекулы в полярной среде	53
Ю. В. Гуляев (академик АН СССР), В. Т. Погапов, А. А. Соколовский, Н. Л. Чхартишвили. Преобразование непараксиальных световых пучков градиентными линзами	57

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

В. М. Окуджава (академик АН ГССР), Б. Г. Чанкветадзе, М. Д. Рухадзе. Одновременное количественное определение бензола (или фенобарбитала), гексамидина и дифенина методом газо-жидкостной хроматографии	61
---	----

* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме статьи.

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Г. Н. Чачава, Р. Д. Гигаури, М. М. Угулава, Н. И. Гургенидзе.
 Синтез триодомеркуроатов метил- и этилди-п-толилалкиларсониев

65

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Л. Г. Чагелишвили, Ю. А. Стреленко, Г. Г. Самсония, Д. А. Палавандишвили, Р. М. Лагидзе (член-корреспондент АН ГССР).
 Синтез изомерных динитродиаминопроизводных 4,4,8,8-тетраметил-2,3,6,7-дибензопенталана

69

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Г. Д. Багратишвили, Л. Н. Мосидзе, И. Г. Нахуцришвили. К вопросу диссоциации и сублимации нитрида германия в вакууме

73

ЭЛЕКТРОХИМИЯ

- М. О. Хохашвили, Д. И. Джапаридзе, В. А. Чагелишвили. «Емкостные горбы» в одноатомных спиртах

77

ГЕОЛОГИЯ

- В. И. Гугушвили, К. И. Омиадзе. Риолитовые агглютинаты Маднеульского месторождения — высококачественное керамическое сырье

81

ГЕОХИМИЯ

- А. А. Молчанов, В. А. Новиков, Б. А. Судов. О газовом ореоле молекулярного йода над некоторыми рудными месторождениями юго-восточной Грузии

85

- Н. В. Гелашвили. Особенности изотопного состава серы сульфидов Зесхойского рудного поля (Н. Сванети)

89

МЕТАЛЛУРГИЯ

- Д. А. Сулава, С. Г. Джапаридзе, Т. А. Чубинидзе. Лабораторное исследование процесса брикетирования мелких классов промпродукта ткибульского угля

93

МАШИНОВЕДЕНИЕ

- Р. Т. Мурусидзе, Н. Д. Копалиани, Н. Н. Гнорхелидзе. Исследование вибрационного поля системы «мотоблок-оператор»

97

ЭНЕРГЕТИКА

- А. В. Гомелаури, А. В. Варамашвили, З. А. Шишманашвили. К вопросу установления оптимального пути развития ЭЭС ГССР на 1985—2000 годы

101

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

- А. Н. Абурджания, Г. Г. Буденный, Т. Ш. Джашиашвили, Т. Г. Муселиани, Т. П. Векуа. О системном подходе к моделированию индуктивно связанных контуров

105

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

- Л. Г. Доборджгинидзе, Т. Г. Доборджгинидзе, О. Б. Меладзе. Новая математическая модель для исследования технологического процесса литья под давлением 109

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ

- З. Н. Циლოსани, Т. Д. Чиковани, Г. В. Джанаридзе. Влияние некоторых технологических факторов на прочность указанного бетона 113

БОТАНИКА

- Г. Е. Гваладзе, Л. Г. Криалашвили. Полиэмбриония у *Colchicum speciosum* Stev. 117

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

- Т. А. Лоладзе, М. П. Мгалоблишвили, К. Г. Далакишвили, Г. А. Санадзе (академик АН ГССР). Фотосинтез листьев и изолированных протопластов тритикале Восе-1 121

- Т. В. Ортоидзе, Д. К. Дзагидзе, Э. Г. Мачитадзе. Замедленная флуоресценция феллодермы коры однолетнего побега винограда в связи с морозоустойчивостью 125

ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

- М. Д. Самушиа, Л. И. Какителашвили, Л. И. Ласареишвили. Жизнеспособность пыльцы некоторых грузинских сортов грецкого ореха (*Juglans regia* L.) 12

- И. Г. Местиашвили, И. Ш. Зедгинидзе, Ц. М. Манджгаладзе, В. М. Нацвлишвили, И. И. Топурия, Т. Л. Бакрадзе, М. А. Долаберидзе. Корреляция между частотой гена α -талассемии и бывшим ареалом тропической малярии в Грузинской ССР 133

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- Н. Р. Мгалоблишвили. О механизмах изменения порога неокортикальной судорожной активности 137

- М. Г. Цагарели. Вызванные потенциалы мозга при хроническом алкоголизме 141

БИОХИМИЯ

- Л. Е. Холодов, И. Т. Менабде. О генетической детерминации метаболизма пармидина с участием неспецифических монооксигеназ 145

- С. А. Долидзе, Б. Б. Дзантиев, А. В. Жердев. Сравнение электрохимического и спектрофотометрического методов детекции в иммуноферментном анализе бациллярной и грибной α -амилазы и бациллярной щелочной протеазы 149

- Т. Г. Зардиашвили, Т. Д. Чигвинадзе, Т. Ф. Мируашвили. Нитратредуктазная активность проростков чумизы 153

МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

- Л. А. Дандуридзе, Д. Т. Патарая, Г. Н. Прундзе. Изучение микрофлоры чая 157

ПАРАЗИТОЛОГИЯ И ГЕЛЬМИНТОЛОГИЯ

- Г. А. Кикнадзе, Т. С. Элиашвили. Новый вид нематоды (*Nothotylenchus montanus* sp. nov. (nematoda: Tylenchida) из субальпийского пояса 161

ГИСТОЛОГИЯ

- К. Н. Барабадзе. Количественный анализ структурных изменений эндокринной части поджелудочной железы при голодании 165

ЦИТОЛОГИЯ

- С. Д. Кешелава. Влияние хронической алкогольной интоксикации на ультраструктуру нейроцитов коры головного мозга 169

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- А. Г. Цимакурдзе, Т. И. Элиава, М. М. Даниелов. Функциональное состояние миокарда при травматическом шокe и его роль в формировании необратимых изменений 173
- А. М. Гагуа, Л. Л. Гугушвили, В. П. Демихов, В. М. Горяйнов. Пересадка донорской печени с помощью подключения к бедренно-подключичным артериовенозным шунтам реципиента 177
- Ц. В. Чинчаладзе, К. Д. Цакадзе. Определение относительного риска заболеваемости острыми лейкозами и предлейкозными состояниями применением программы, составленной для микрокалькуляторов 181
- Н. К. Бохуа, В. И. Бахуташивили (член-корреспондент АН ГССР), А. В. Чомахидзе, Э. О. Талаквадзе, А. В. Бахуташивили. Характеристика свежeweделенных и культивированных эндотелиальных клеток беспородных собак с помощью поточной цитометрии 185
- М. М. Шанидзе, Г. А. Вадачкория, К. М. Мардалеишвили. Морфологическое исследование слизистой оболочки полости рта после применения CO₂ лазера 189

ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

- Э. В. Квавадзе. Содержание привносной пыльцы древесных в субфоссильных спорово-пыльцевых спектрах Кавказа и Карпат 193
- А. К. Векуа, В. М. Трубихин. Новое местонахождение ископаемых млекопитающих в Восточной Грузии 197

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

- И. Б. Бочоришвили. Еще раз о баскских числительных 8, 9: современное состояние и проблематика сравнительного изучения 201

ФИЛОЛОГИЯ

- * И. Ш. Надарейшвили. Идентификация «Сказа об индо-хатайцах» с поэмой «Витязь в барсовой шкуре» методом сравнительно-статистического анализа текстов 205

АРХЕОЛОГИЯ

- * В. В. Николаишвили, Г. Д. Гиунашвили, К. В. Химшиашвили. Открытие изображения храма Солнца в Мцхета 209

В АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР

- Сессии, конференции, совещания 213
- Юбилей ученых 217

CONTENTS

MATHEMATICS

E. A. Nadaraya, R. M. Absava. On quadratic measure of a deviation of N. N. Chentsov estimator of a density function	20
N. V. Grachyov, V. G. Maz'ya. Representations and estimates for inverse operators of the potential theory integral equations on surfaces with conic points	23
E. M. Shargorodsky. On singular integral operators with coefficients from P_nC	28
F. L. Nazarov. Arrangement of pyramids in a convex polyhedron	32
V. P. Soltan, Nguen Man Hung. On Grünbaum's problem about affine diameters	35

MECHANICS

V. N. Rubanovsky, T. I. Mamniashvili. On the cone of permanent rotation axes of a heavy gyrostat suspended by a rod	40
---	----

THEORY OF ELASTICITY

A. A. Dzidziguri, D. I. Omiadze, R. G. Shotadze, L. Sh. Gavasheli. Mathematical description and analysis of static and dynamic characteristics of elastic deformable materials (EDM)	44
--	----

CYBERNETICS

G. S. Tsiramua, S. G. Tsiramua, V. K. Lolua. The model of reliability of multifunctional elements	48
---	----

PHYSICS

E. I. Sikharulidze. Latticed reflection of radiation in solid solutions of <i>Ga In As</i>	51
T. A. Marsagishvili, M. N. Machavariani. Vibrational spectrum of a polarizable diatomic molecule in a condensed medium	56
Yu. V. Gulyayev, V. T. Potapov, A. A. Sokolovsky, N. L. Chkharishvili. Non paraxial light beam transformation by gradient lenses	60

ANALYTICAL CHEMISTRY

V. M. Okujava, B. G. Chankvetadze, M. D. Rukhadze. Simultaneous quantitative determination of benzonal (or phenobarbital), primidone and diphenylhydantoin by gas-liquid chromatography	64
---	----

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

G. N. Chachava, R. D. Gigauri, M. M. Ugulava, N. I. Gurgeni-dze. The synthesis of triiodomercurates of methyl- and ethyldi-p-tolyl-alkylarsines	67
---	----

ORGANIC CHEMISTRY

L. G. Chagelishvili, Yu. A. Strelenko, G. G. Samsonia, D. A. Palavandishvili, R. M. Lagidze. Synthesis of isomeric dinitrodiaminoderivatives of 4, 4, 8, 8-tetramethyl-2, 3, 6, 7-dibenzopentalane	72
--	----

PHYSICAL CHEMISTRY

- G. D. Bagratishvili, L. N. Mosidze, I. G. Nakhutsrishvili. The problem of dissociation and sublimation of germanium nitride in vacuum 76

ELECTROCHEMISTRY

- M. O. Khokhashvili, J. I. Japaridze, V. A. Chagelishvili. "Capacitance humps" in monoatomic alcohols 80

GEOLOGY

- V. I. Gugushvili, K. I. Omiadze. Rhyolitic agglutinates of the Madneuli deposit—a high-quality ceramic raw material 84

GEOCHEMISTRY

- A. A. Molchanov, V. A. Novikov, B. A. Sudov. On the gas aureole of south-eastern Georgia 88
- N. V. Gelashvili. Peculiarities of isotopic composition of sulphide sulphur from the Zeskho ore field (Lower Svaneti) 92

METALLURGY

- D. A. Sulava, S. G. Japaridze, T. A. Chubinidze. Laboratory investigation of the briquetting process of small-size categories of industrial products of the Tkibuli coal 95

MACHINE BUILDING SCIENCE

- R. T. Murusidze, N. D. Kopaliani, N. N. Giorkhelidze. Investigation of the vibration field of the system "motocultivator-operator" 100

POWER ENGINEERING

- A. V. Gomelauri, A. V. Varamashvili, Z. A. Shishmanashvili. About the optimal way of developing the electric power system of the Georgian SSR in 1985—2000 104

ELECTROTECHNICS

- A. N. Aburjania, G. G. Budionny, T. Sh. Jashiashvili, T. G. Museliani, T. P. Vekua. On systems approach to the simulation of inductively coupled circuits 108

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- L. G. Doborjginidze, T. G. Doporjginidze, O. B. Meladze. A new mathematical model for the study of die casting process 112

TECHNOLOGY OF MATERIALS

- Z. N. Tsilosani, T. D. Chikovani, G. V. Japaridze. The effect of some technological factors on the strength of rolled concrete 116

BOTANY

- G. E. Gvaladze, L. G. Krialashvili. Polyembryony in *Colchicum speciosum* Stev. 119

PLANT PHYSIOLOGY

- T. A. Loladze, M. P. Mgaloblishvili, K. G. Dalakishvili, G. A. Sanadze. Leaf and isolated protoplast photosynthesis in triticale Vose-1 124

T. V. Ortoidze, D. K. Dzagnidze, E. G. Machitadze. Delayed fluorescence of bark phelloderm of an annual vine shoot in connection with frost-resistance

128

GENETICS AND SELECTION

M. D. Samushia, L. I. Kakitelashvili, L. N. Lasareishvili. The viability of pollen grain of some Georgian varieties of walnut (*Juglans regia* L.)

132

I. G. Mestiashvili, I. Sh. Zedginidze, Ts. M. Manjgaladze, V. M. Natsvlashvili, I. I. Topuria, T. L. Bakradze, M. A. Dolaberidze. Correlation between α -thalassemia gene frequency and the former area of tropical malaria in Georgia

135

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

N. R. Mgaloblishvili. On the mechanisms of threshold alteration of neocortical seizure activity

140

M. G. Tsagareli. Evoked brain potentials in chronic alcoholism

144

BIOCHEMISTRY

L. E. Kholodov, N. T. Menabde. On genetic determination of parmidin metabolism using nonspecific monooxygenases

148

S. A. Dolidze, B. B. Dzantiev, A. V. Zherdev. A comparison of electrochemical and spectrophotometric detection methods in the enzyme immunoassay of bacillary and fungous α -amilase and bacillary alkaline protease

152

T. G. Zardiashvili, T. D. Chigvinadze, T. F. Miruashvili. The nitrate-reductase activity of the chumiza seedlings

156

MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

L. A. Danduridze, D. T. Pataraiia, G. N. Pruidze. The study of tea infusion microflora

159

PARASITOLOGY AND HELMINTHOLOGY

G. A. Kiknadze, T. S. Eliashvili. A new species of the nematode *Nethotylenchus montanus* sp. nov. (Nematoda: Tylenchida) from the subalpine zone of the Central Caucasus

163

HISTOLOGY

K. N. Barabadze. Quantitative analysis of structural changes in the pancreatic endocrine site under starvation conditions

167

CYTOLOGY

S. D. Keshelava. Ultrastructural changes of rat cerebral cortex neurocytes under chronic alcoholic intoxication

171

EXPERIMENTAL MEDICINE

A. G. Tsimakuridze, T. I. Eliava, M. M. Danielov. Myocardium functional state during traumatic shock and its involvement in the formation of irreversible changes

176

A. M. Gagaa, L. L. Gugushvili, V. P. Demikhov, V. M. Goryainov. Donor liver transplantation by a graft implanted to femoral-subclavian arterio-venous shunts of the recipient

180

Ts. V. Chinchaladze, K. D. Tsakadze. Determination of the relative risk of acute leukemias and preleukemic states applying the programmes for micro-calculators

183



- N. K. Bokhua, V. I. Bakhutashvili, A. V. Chomakhidze, E. V. Talakvadze, A. V. Bakhutashvili. Assessment of freshly isolated and cultivated endothelial cells of mongrel dogs using flow cytometry 188
- M. M. Shanidze, G. A. Vadachkoria, K. M. Mardaleishvili. Morphological study of the oral cavity mucous membrane following the application of CO₂ laser 192

PALAEOBIOLOGY

- E. V. Kvavadze. The content of introduced arboreal pollen in subfossil spore-pollen spectra of the Caucasus and Carpathian high mountains 196
- A. K. Vekua, V. M. Trubikhin. About a new location of fossil mammals in eastern Georgia 200

LINGUISTICS

- I. B. Bochorishvili. Once more about the Basque numerals "8" and "9": their present-day state and the problem of their comparative study 204

PHILOLOGY

- I. Sh. Nadareishvili. Identification of the "Tale about Indokhataitzes" with the poem "The Knight in the Panther's Skin" by the method of comparative statistical analysis of the texts 208

ARCHAEOLOGY

- V. V. Nikolaishvili, G. D. Giunashvili, K. V. Khimshiashvili. Discovery of the temple of the Sun in Mtskheta 212

Э. А. НАДАРАЯ, Р. М. АБСАВА

О КВАДРАТИЧЕСКОЙ МЕРЕ ОТКЛОНЕНИЯ ОЦЕНКИ
 Н. Н. ЧЕНЦОВА ПЛОТНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 23.1.1987)

Пусть X_1, X_2, \dots, X_n — независимые p -мерные случайные векторы, распределение которых задается плотностью вероятности $f(x)$, $x \in R_p$. Пусть $L_2(R_p, r)$ — пространство функций, определенных на R_p и интегрируемых с квадратом по мере μ , $d\mu = r(x) dx$, а $\{\varphi_j(x)\}$ — некоторый ортонормированный базис в этом пространстве. Предположим, что искомая плотность $f(x) \in L_2(R_p, r)$. Как известно, Н. Н. Ченцов для оценивания неизвестной плотности предложил класс оценок

$$\hat{f}_{n,N}(x) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \delta_N(x, X_j), \quad \delta_N(x, y) = \sum_{j=1}^N \varphi_j(x) \varphi_j(y) r(y),$$

названных им проекционными, где $N = N(n)$ — последовательность положительных чисел, сходящихся к бесконечности, но удовлетворяющих условию $N = o(n)$ при $n \rightarrow \infty$.

В настоящей работе рассматривается вопрос о предельном законе распределения квадрата нормы ошибки $\|\hat{f}_{n,N} - E\hat{f}_{n,N}\|^2$. Обобщаются некоторые результаты, полученные в [1], для широкого класса ядер $\delta_N(x, y)$, а также приводятся известные примеры $\{\varphi_j\}$, для которых выполняются условия приведенной ниже теоремы. Доказательство этой теоремы следует в основном той же схеме, которой было подчинено доказательство теоремы 1 в [2].

Введем обозначения:

$$\delta_{0N}(u, v) = \int \delta_N(x, u) \delta_N(x, v) r(x) dx,$$

$$\Delta_N = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \int \varphi_j^2(u) r^2(u) f(u) du,$$

$$v_N^2 = \sum_{i,j=1}^N \left(\int \varphi_i(u) \varphi_j(u) r^2(u) f(u) du \right)^2, \quad \sigma_N^2 = \frac{2}{N} v_N^2.$$

Теорема 1. Пусть $\max_x f(x) r(x) < \infty$ и выполнены следующие ус-

ловия:

$$1^\circ. \sup_v \int \delta_N^2(u, v) r(u) du \leq c_1 \lambda_N, \quad \lambda_N \rightarrow \infty \text{ при } N \rightarrow \infty,$$

$$2^\circ. \sup_v \int \delta_{\sigma_N}^s(u, v) f(u) du \leq c_2 \lambda_N^{s-1}, \quad s=2; 4,$$

$$3^\circ. \nu_N \rightarrow \infty \text{ при } N \rightarrow \infty, \quad 4^\circ. \frac{\lambda_N^3}{n\nu_N^4} \rightarrow 0 \text{ при } n \rightarrow \infty.$$

Тогда

$$\sqrt{N} \left(\frac{n}{N} \|f_{n,N} - Ef_{n,N}\|^2 - \Delta_N \right) \sigma_N^{-1} \xrightarrow{d} N(0, 1),$$

где d обозначает сходимость по распределению, а $N(0, b)$ — случайную величину, имеющую нормальное распределение с нулевым средним и дисперсией b^2 .

Теперь применим эту теорему к некоторым конкретным ортонормированным системам, которые были предметом отдельного исследования многими авторами.

1. Пусть наблюдается случайный вектор X , со значениями из $E = [-\pi, \pi] \times [-\pi, \pi]$, с которым известно, что он имеет плотность $f(x)$, $x \in E$. Пусть $\{\Phi_j\}$ — двойная тригонометрическая система функций на E .

Условия 1° и 2° выполняются при $\lambda_N = N^2$, $\Delta_N = \frac{1}{4\pi^2}$ и

$$\sigma_N^2 = \frac{1}{(2N+1)^2} \nu_N^2 = \frac{1}{2\pi^2} \iint_{E \times E} [\Phi_N(u) \Phi_N(v) f(x+u, y+v) dx dy] \cdot \\ \cdot f(u, v) dudv \rightarrow \sigma^2 = \frac{1}{2\pi^2} \|f\|^2,$$

где $\Phi_N(u)$ — ядро Фейера. Условие 4° примет вид $\frac{N^2}{n} \rightarrow 0$.

Итак,

$$(2N+1) \left(\|f_{n,N} - Ef_{n,N}\|^2 - \frac{n}{(2N+1)^2} - \frac{1}{4\pi^2} \right) \xrightarrow{d} N(0, \sigma).$$

В одномерном случае $\Delta_N = \frac{1}{2\pi}$, $\sigma^2 = \frac{1}{\pi} \|f\|^2$ и $\lambda_N = N$.

2. Пусть $\{\varphi_j(x)\}$, $x \in [-1, 1]$, ортонормированный базис Лежандра. Пусть $d(x) > 0$ — некоторая ограниченная функция на $[-1, 1]$. Предположим, что $f(x)$ и $d(x)$ имеют ограниченные производные в $[-1, 1]$ и $d(x) = O((1-x^2)^\gamma)$, $\gamma \geq \frac{3}{4}$, при $x \uparrow 1$ или $x \downarrow -1$. Пусть $f_{n,N}^{(*)}$ проекционная оценка для $f(x) d(x)$. В этом случае, как это показано в [3],

$$\sigma_N^2 \rightarrow \sigma^2 = \frac{2}{\pi} \int_{-1}^1 f^2(x) d^4(x) \frac{1}{\sqrt{1-x^2}} dx, \quad \Delta_N = \\ = \int_{-1}^1 f(x) d^2(x) \frac{1}{\sqrt{1-x^2}} dx + O\left(\frac{\ln N}{N}\right).$$

Условия 1° и 2° выполняются при $\lambda_N = N^2$, а условие 4° примет вид $\frac{N^4}{n} \rightarrow 0$ при $n \rightarrow \infty$.

Итак,

$$N^{1/2} \left(\frac{n}{N} \|f_{n,N} - Ef_{n,N}\|^2 - \int_{-1}^1 f(x) d^2(x) \frac{1}{\sqrt{1-x^2}} dx \right) \xrightarrow{d} N(0, \sigma).$$

3. Пусть $\{\varphi_j\}$ — ортонормированный базис Эрмита. Условия 1° и 2° выполняются при $\lambda_N = N$. Очевидно, что

$$\sigma_N^2 \geq 2 \sum_{j=1}^N \left(\int \varphi_j^2(x) f(x) dx \right)^2 \geq 2\mu \sum_{j=1}^N \left(\int_{a_1}^{a_2} \varphi_j^2(x) dx \right)^2,$$

где $\mu = \min_{-\infty < a_1 < x < a_2 < \infty} f(x) > 0$. Отсюда и из известной асимптотической формулы

для $\varphi_j(x)$ [4] получим, что $\nu_N^2 \geq c_3 \ln N$. Следовательно, условие 3° выполняется, а условие 4° заменяется условием $\frac{N^3}{n} (\ln N)^{-4} \rightarrow 0$.

4. Пусть $\{\varphi_k\} = \{P_N^{(k)}(\cos \theta) \cdot \cos k\varphi, P_N^{(k)}(\cos \theta) \sin k\varphi, k=0, N; N=1, 2, \dots\}$ система сферических функций. Пусть (Θ_k, Φ_k) , $k=1, n$ — выборка из распределения с плотностью $f(\theta, \varphi)$ на поверхности Q сферы единичного радиуса. Требуется проверить гипотезу о том, что $f(\theta, \varphi)$ — равномерная плотность на Q . В этом случае

$$\sigma_N^2 = \frac{1}{8\pi^2}, \quad \Delta_N = \frac{1}{4\pi}.$$

Условия 1° и 2° выполняются при $\lambda_N = N^3$, а условие 4° примет вид $\frac{N^5}{n} \rightarrow 0$.

Стало быть,

$$\frac{n}{N+2} \int_Q \left[f_{n,N} - \frac{1}{4\pi} \right]^2 ds - \frac{N}{4\pi} \xrightarrow{d} N \left(0, \frac{1}{2\pi\sqrt{2}} \right).$$

Гипотеза отвергается, если

$$\int_Q \left[f_{n,N} - \frac{1}{4\pi} \right]^2 ds \geq \varepsilon_n(\alpha),$$

где

$$\varepsilon_n(\alpha) = \frac{N(N+2)}{4\pi n} + \frac{(N+2)\sigma_0}{n} \varepsilon_\alpha, \quad \sigma_0^2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{2}},$$

$1 - \Phi(\varepsilon_\alpha) = \alpha$, $\Phi(x)$ — стандартно ε нормальное распределение.

78809

ე. ნადარაია, რ. აბსავა

განაწილების სიმკვრივის ნ. ჩენტოვის შეფასებათა
 კვადრატული გადახრის შესახებ

რეზიუმე

მოძებნილია განაწილების სიმკვრივის ნ. ჩენტოვის შეფასებათა კვადრატული გადახრის ზღვარიანი განაწილების კანონი ორთონორმირებულ ფუნქციათა ფართო კლასისათვის.

MATHEMATICS

E. A. NADARAYA, R. M. ABSAVA

ON QUADRATIC MEASURE OF A DEVIATION OF N. N.
 CHENTSOV ESTIMATOR OF A DENSITY FUNCTION

Summary

For a wide class of orthonormalized functions the limit distribution of the quadratic deviation of N. N. Chentsov density function estimator is found.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. А. Надарая, Р. М. Абсава. 4 международная Вильнюсская конференция по теории вероятностей и математической статистике. Тезисы докладов, Вильнюс, 1985.
2. Э. А. Надарая. Сообщения АН ГССР, 113, № 2, 1984.
3. Э. А. Надарая. Непараметрическое оценивание плотности вероятностей и кри-
 вой регрессии. Тбилиси, 1983.
4. П. К. Суетин. Классические ортогональные многочлены. М., 1976.



Н. В. ГРАЧЕВ, В. Г. МАЗЬЯ

ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И ОЦЕНКИ ОБРАТНЫХ ОПЕРАТОРОВ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ТЕОРИИ ПОТЕНЦИАЛА ДЛЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ С КОНИЧЕСКИМИ ТОЧКАМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. Т. Кигурадзе 27.4.1987)

В настоящей работе изучаются классические интегральные уравнения теории гармонических потенциалов для $(n-1)$ -мерных поверхностей гладких всюду, кроме конечного числа конических точек. Для ядер обратных операторов получены точечные оценки, из которых, в частности, следует разрешимость интегрального уравнения задачи Дирихле в пространстве непрерывных функций.

Последний результат хорошо известен в двумерном случае [1]. При $n > 2$ он установлен в [2, 3] для широкого класса негладких поверхностей, но лишь при условии, что существенная норма интегрального оператора меньше единицы. Это условие может быть сформулировано в геометрических терминах (см. [2, 3]). Ему удовлетворяют, в частности, все выпуклые области, но конус, вырезающий на единичной сфере область с «извилистой», хотя и гладкой границей, уже не является допустимым.

В настоящей работе разрешимость в пространстве C получена без дополнительных предположений о конических точках. Это достигается за счет использования представлений решений граничных интегральных уравнений при помощи обратных операторов задач Дирихле и Неймана. Такой подход к построению теории потенциала, заменяющий непосредственное изучение интегральных операторов исследованием вспомогательных краевых задач, был предложен в [4]. Здесь рассмотрены уравнения только теории гармонических потенциалов, но аналогичные представления и оценки обратных операторов справедливы с соответствующими изменениями и для многих других граничных интегральных уравнений математической физики.

Пусть $G^{(l)}$ — односвязная область в R^n , $n > 2$ с компактным замыканием $\overline{G^{(l)}}$, $S = \partial G^{(l)}$, $O \in S$. Допустим, что $S \setminus O$ — гладкая поверхность, причем $G^{(l)}$ вблизи точки O совпадает с конусом, вырезающим на единичной сфере S^{n-1} область $\Omega^{(l)}$. Множества $G^{(e)}$ и $\Omega^{(e)}$ определим равенствами $G^{(e)} = R^n \setminus \overline{G^{(l)}}$, $\Omega^{(e)} = S^{n-1} \setminus \overline{\Omega^{(l)}}$.

Обозначим через W прямое значение гармонического потенциала двойного слоя и через W^* — оператор, сопряженный к W . Пусть еще $C^\infty(S)$ — пространство сужений на S функций из $C^\infty(R^n)$ и (\cdot, \cdot) — скалярное произведение в $L_2(S)$.

Лемма. Пусть $D^{(l)}$ и $D^{(e)}$ ($N^{(l)}$ и $N^{(e)}$) — обратные операторы задачи Дирихле в $G^{(l)}$ и $G^{(e)}$ (задачи Неймана в $G^{(l)}$ и $G^{(e)}$), причем оператор $N^{(l)}$ определен на функциях, ортогональных единице на S , и $(N^{(l)} \varphi, 1) = 0$.



1) Если $\varphi \in C^\infty(S)$, то

$$\begin{aligned} (1+W)^{-1}\varphi &= \frac{1}{2} \left(1 - N^{(e)} \frac{\partial}{\partial \nu} D^{(e)} \right) \varphi, \quad (1+W^*)^{-1}\varphi = \\ &= \frac{1}{2} \left(1 - \frac{\partial}{\partial \nu} D^{(i)} N^{(e)} \right) \varphi, \end{aligned}$$

где ν нормаль к S , внешняя по отношению к $G^{(i)}$;

2) если $\varphi, \psi \in C^\infty(S)$, то решение задач

$$(1-W)\tau = \varphi, \quad (\varphi, \sigma_0) = 0 \quad \text{и} \quad (1-W)^*\sigma = \psi, \quad (\psi, 1) = 0,$$

где $\sigma_0 = \partial(D^{(e)}1)/\partial\nu$, могут быть получены с помощью формул

$$\tau = \frac{1}{2} \left(1 - N^{(i)} \frac{\partial}{\partial \nu} D^{(e)} \right) \varphi + c \quad \text{и} \quad \sigma = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{\partial}{\partial \nu} D^{(e)} N^{(i)} \right) \psi + c\sigma_0$$

(c — любая постоянная).

Лемма в сочетании с оценками функций Грина позволяет получить точечные оценки ядер упомянутых в ней обратных операторов. Ограничимся формулировкой соответствующего результата для $(1+W)^{-1}$.

Теорема 1. Пусть δ и ν — положительные числа такие, что $\delta(\delta+n-2)$ и $\nu(\nu+n-2)$ являются первыми собственными числами задачи Дирихле в $\Omega^{(i)}$ и Неймана в $\Omega^{(e)}$ для оператора Бельтрами. Пусть еще $\kappa = \min\{\delta, \nu, 1\}$. Тогда $(1+W)^{-1} = 1 + M_1 + M_2$, где M_1 и M_2 — интегральные операторы на S , ядра которых удовлетворяют при $\delta \neq \nu$ неравенствам

$$(1) \quad |M_1(x, y)| \leq c(1 + |y|^{x-1}),$$

$$(2) \quad |M_2(x, y)| \leq \begin{cases} c|y|^{1-n}(|x|/|y|)^\kappa & \text{при } |x| < |y|/2, \\ c|y|^{-1}|x-y|^{2-n} & \text{при } |y|/2 < |x| < 2|y|, \\ c|y|^{-1}|x|^{2-n}(|y|/|x|)^\kappa & \text{при } |x| > 2|y|. \end{cases}$$

В случае $\delta = \nu$ в правую часть (1) нужно добавить слагаемое $c|y|^{x-1} \times \times |\log|y||$, а в правую часть (2) сомножитель $(1 + |\log(|x|/|y|)|)$.

Из теоремы 1 вытекает следующее утверждение.

Теорема 2. 1) Пусть $1 \leq p < \infty$, $(1-n)/p < \beta < \kappa + n - 2 + (1-n)/p$ или $p = \infty$, $0 \leq \beta < \kappa + n - 2$. Тогда оператор $(1+W)^{-1}$ непрерывен в $L_{p,\beta}(S)$, где $L_{p,\beta}(S)$ — пространство функций с конечной нормой $\|u\|$; $L_{p,\beta}(S) = \||x|^\beta u\|$; $L_p(S)$.

2) Пусть $0 < \alpha < \kappa$. Тогда оператор $(1+W)^{-1}$ непрерывен в пространстве Гельдера $C^{0,\alpha}(S)$.

Все сказанное относится и к регулярным системам интегральных уравнений теории упругости и гидродинамики. При этом роль чисел δ и ν играют вещественные части собственных чисел некоторых операторных пучков краевых задач в областях $\Omega^{(i)}$ и $\Omega^{(e)}$ на единичной сфере. Положительность δ доказана в [5], а положительность ν установлена в [6] при дополнительном требовании задания поверхности S вблизи вершины конуса в декартовой системе координат.

ნატ. Поэтому вторая часть теоремы, утверждающая разрешимость в $C^{0,\alpha}(S)$ интегральных уравнений систем Ламе и Стокса, доказана при только что сформулированном дополнительном предположении.

Аналогичные представления и оценки, с точностью до очевидных изменений, имеют место при $n=2$ в случае кусочно-гладкой кривой без точек возврата.

Ленинградский институт
надежности машин и конструкций

(Поступило 19.6.1987)

მათემატიკა

ბ. ბრატოვი, ვ. მაზია

პოტენციალთა თეორიის ინტეგრალური განტოლებების
შებრუნებულ ოპერატორების წარმოდგენები და შეფასებები
კონუსური წერტილების მქონე ზედაპირებისათვის

რეზიუმე

განხილულია ჰარმონიულ პოტენციალთა თეორიის ინტეგრალური განტოლებები ზედაპირებისათვის, რომლებსაც აქვთ კონუსური წერტილები. დადგენილია წერტილოვანი შეფასებები იმ გულებისათვის, რომლებიც შეესაბამებიან შებრუნებულ ოპერატორებს. C სივრცეში ამოხსნადობის საკითხი მიღებულია დამატებითი გეომეტრიული პირობების გარეშე.

MATHEMATICS

N. V. GRACHYOV, V. G. MAZ'YA

REPRESENTATIONS AND ESTIMATES FOR INVERSE OPERATORS
OF THE POTENTIAL THEORY INTEGRAL EQUATIONS ON
SURFACES WITH CONIC POINTS

Summary

Integral equations of the harmonic potential theory on surfaces with conic points are considered. The point-wise estimates for kernels of the corresponding inverse operators are stated. The solvability in the space C is obtained without additional geometrical conditions.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Радон. УМН, 1946, 1, 3—4, 96—124.
2. J. Kral. Integral operators in potential theory. Lecture Notes in Mathematics, Berlin, Heidelberg, New York, Springer Verlag, 1980, 171 p.



3. Ю. Д. Бураго, В. Г. Мазья. Записки научных семинаров ЛОМИ АН СССР, 3:1, 1967, 86.
4. В. Г. Мазья. Труды Всес. симпозиума в Тбилиси 21—27 апреля 1982 г., 1986, 123—129.
5. В. Г. Мазья, Б. А. Пламеневский. Динамика сплошной среды, 1981, № 50, 99—120.
6. В. А. Козлов, В. Г. Мазья. Функциональный анализ и его приложения.



Е. М. ШАРГОРОДСКИЙ

О СИНГУЛЯРНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ОПЕРАТОРАХ
 С КОЭФФИЦИЕНТАМИ ИЗ $P_n\mathbb{C}$

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Гегелия 22.6.1987)

Пусть Γ — единичная окружность;

$$Sf(t) = \frac{1}{\pi i} \int_{\Gamma} \frac{f(\tau)}{\tau - t} d\tau, \quad t \in \Gamma,$$

и интеграл понимается в смысле главного значения по Коши;

$$P = \frac{1}{2} (I + S), \quad Q = \frac{1}{2} (I - S).$$

Число $c \in \mathbb{C}$ называется существенным предельным значением измеримой функции $g: \Gamma \rightarrow \mathbb{C}$ в точке $t \in \Gamma$, если для любой окрестности U точки c и любой окрестности W точки t

$$\text{mes}(W \cap g^{-1}(U)) > 0.$$

Вопрос о нётеровости оператора $aP + Q$ в $L_p(\Gamma)^*$ в случае, когда в каждой точке окружности Γ функция $a \in L_{\infty}(\Gamma)$ имеет не более двух существенных предельных значений, полностью решен (см. [1—3]).

Случай, когда функция a в некоторых точках может иметь более двух существенных предельных значений, гораздо сложнее (см. [4]).

Рассмотрим модельный случай. По определению, $a \in P_n\mathbb{C}$, если

$$a = \sum_{k=1}^m a_k \chi_{A_k}, \quad m \leq n \tag{1}$$

где a_1, \dots, a_m — попарно различные комплексные числа; A_1, \dots, A_m — попарно непересекающиеся множества положительной меры такие, что $\bigcup_{k=1}^m A_k = \Gamma$; χ_A^{Γ} — характеристическая функция множества A .

Предположим $1 < p < \infty$, $q = \frac{p}{p-1}$

и введем обозначение

$$R_p = \left\{ \lambda \in \mathbb{C} : \frac{2\pi}{\max(p, q)} \leq \arg \frac{\lambda+1}{\lambda-1} \leq \frac{2\pi}{\min(p, q)} \right\}.$$

Справедливы следующие теоремы:



Теорема 1. Пусть $a_1, \dots, a_n \in \mathbb{C}$; $a_l \neq a_k$, $l \neq k$:

$$0 \notin \bigcap_{l=1}^n \bigcup_{k \neq l} \left(\frac{a_l + a_k}{2} + \frac{a_l - a_k}{2} R_p \right).$$

Тогда существует функция $a \in P_n \mathbb{C}$ (вида (1), где $m=n$) такая, что $\{a_1, \dots, a_n\}$ — множество ее существенных предельных значений в некоторой точке, а оператор $aP+Q$ обратим в пространстве $L_p(\Gamma)$.

Теорема 2. Пусть точки $a_1, \dots, a_n \in \mathbb{C}$ не лежат на одной прямой, попарно различны и отличны от 0. Тогда существует функция $a \in P_n \mathbb{C}$ такая, что $\{a_1, \dots, a_n\}$ — множество ее существенных предельных значений в некоторой точке, а оператор $aP+Q$ обратим в $L_2(\Gamma)$.

Теорема 3. Пусть $a = \sum_{k=1}^n a_k \chi_{A_k}$, где A_k — попарно непересекающиеся множества положительной меры такие, что $\bigcup_{k=1}^n A_k = \Gamma$. Если при

некотором $l \in \{1, \dots, n\}$ множество A_l содержит открытую дугу, но не является конечным объединением таких дуг и

$$0 \in \bigcap_{k \neq l} \left(\frac{a_l + a_k}{2} + \frac{a_l - a_k}{2} R_p \right),$$

то оператор $aP+Q$ не является нётеровым в пространстве $L_p(\Gamma)$.

Хорошо известно (см. [1—3]), что в случае, когда в точке разрыва второго рода функция a имеет два существенных предельных значения, достаточное условие И. Б. Симоненко (см. [5]) является также и необходимым для локальной нётеровости оператора $aP+Q: L_p(\Gamma) \rightarrow L_p(\Gamma)$ в этой точке. Естественно было ожидать, что и в случае, когда функция a имеет в некоторой точке $n > 2$ существенных предельных значений (ясно, что такая точка — точка разрыва второго рода), условие И. Б. Симоненко оказалось бы необходимым для локальной нётеровости $aP+Q$ в этой точке. Приведенная выше теорема 1 показывает, что на самом деле это не так.

Теорема 2 является уточнением теоремы 1 в случае $p=2$. Действительно, множество из теоремы 1 всегда содержит множество $\{a_1, \dots, a_n\}$. С другой стороны, оно может быть шире $\{a_1, \dots, a_n\}$. Например, если $p=2$, $n=4$; a_k — вершины невырожденного четырехугольника, то множество из теоремы 1 состоит из пяти точек a_1, a_2, a_3, a_4 и точки пересечения диагоналей.

Теоремы 1 и 2 можно доказать, построив достаточно простые примеры. С другой стороны, доказательство теоремы 2 можно получить косвенным путем, обобщая некоторые результаты из [4]. Отметим, что в [4] рассматривается случай $p=2$, $n=3$.

В заключение приведем обобщение еще одного утверждения из [4].

Пусть $\tilde{\Gamma} = \Gamma \setminus \{-1\}$ и $LCS(\tilde{\Gamma})$ обозначает класс всех функций $a \in GL_\infty(\Gamma)$ (обратимых в L_∞) со следующим свойством: $\exists \varepsilon > 0: \forall \tau \in \tilde{\Gamma}$ существует окрестность U_τ точки τ такая, что выпуклая оболочка мно-

жества существенных значений $a(U_\tau)$ не пересекается с множеством $\{z \in \mathbb{C} : |z| < \varepsilon\}$,

Изучение сингулярных интегральных операторов с коэффициентами из $LCS(\overset{\circ}{\Gamma})$ оказывается полезным при исследовании нётеровости операторов $aP+Q$, $a \in P_n\mathbb{C}$.

Если $a \in LCS(\overset{\circ}{\Gamma})$, то существуют унимодулярная функция $c \in C(\overset{\circ}{\Gamma})$ и секториальная функция $s \in L_\infty(\Gamma)$ такие, что $a = c \cdot s$ (см. [4]). Секториальность означает, что O не принадлежит замкнутой выпуклой оболочке множества существенных предельных значений $s(\Gamma)$. Для c имеем представление $c = e^{ib}$, где $b \in C(\overset{\circ}{\Gamma})$ — действительная функция. По определению,

$$a^\#(x) = b \left(\frac{i-x}{i+x} \right), \quad x \in \mathbb{R}.$$

Для действительной функции ψ , определенной на \mathbb{R} , введем следующую функцию:

$$m_\psi(t) = \begin{cases} t \operatorname{mes} \left\{ \tau : 0 \leq \tau \leq \frac{1}{t}, \psi\left(\frac{1}{\tau}\right) \geq \psi(t) \right\} & t > 0, \\ -t \operatorname{mes} \left\{ \tau : \frac{1}{t} \leq \tau \leq 0, \psi\left(\frac{1}{\tau}\right) \geq \psi(t) \right\} & t < 0. \end{cases}$$

Ясно, что

$$0 \leq m_\psi(t) \leq 1.$$

Теорема 4. Пусть $a \in LCS(\overset{\circ}{\Gamma})$, $a^\#(\pm\infty) = +\infty$, $a^\# = \delta + \psi$, где $\delta \in L_\infty(\mathbb{R})$. Если оператор $aP+Q$ нётеров в $L_2(\Gamma)$, то

$$a^\#(x) = O\left(\log \frac{|x|}{m_\psi(x)}\right), \quad |x| \rightarrow \infty.$$

Для случая, когда $a^\#$ можно представить в виде суммы ограниченной функции и функции, монотонной на $]0, +\infty[$ и $]-\infty, 0[$, в [4] получена оценка $a^\#(x) = O(\log |x|)$ при $|x| \rightarrow \infty$.

Теорема 4 является обобщением этого результата. Действительно, если ψ убывает на $] -\infty, 0[$ и возрастает на $]0, +\infty[$, то $m_\psi \equiv 1$.

Заметим, что функция m_ψ не определяется однозначно функцией $a^\#$. Поэтому желательно брать представления $a^\# = \delta + \psi$ такие, чтобы m_ψ принимала наибольшее значение.

ე. შარბოროდსკი

სინგულარული ინტეგრალური ოპერატორების შესახებ
 P_n C-კოეფიციენტებით

რეზიუმე

დადგენილია ერთგანზომილებიანი სინგულარული ინტეგრალური ოპერატორების ზოგიერთი თვისება, როდესაც კოეფიციენტებს აქვთ სასრული რაოდენობის არსებითი ზღვრითი მნიშვნელობები.

MATHEMATICS

E. M. SHARGORODSKY

ON SINGULAR INTEGRAL OPERATORS WITH COEFFICIENTS
FROM $P_n C$

Summary

Some properties of singular integral operators with measurable coefficients, having the finite number of cluster values, are established.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. K. F. Clancey. Journ. of Math. Anal. and Applic., 54, 1976, 522—529.
2. K. F. Clancey. Journ. of Math. Anal. and Applic., 99, 1984, 527—529.
3. И. М. Спитковский. Укр. матем. ж., 35, № 4, 1983, 455—460.
4. A. Böttcher. On Toeplitz operators generated by symbols with three essential cluster points. Berlin 1986. Preprint P—Math—04/86.
5. И. Б. Симоненко. Изв. АН СССР, сер. матем., 28, № 2, 1964, 277—306.



Ф. Л. НАЗАРОВ

РАСПОЛОЖЕНИЕ ПИРАМИД В ВЫПУКЛОМ МНОГОГРАННИКЕ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 15.9.1986)

Доказывается следующий результат, высказанный в качестве гипотезы В. В. Произволовым [1].

Теорема 1. Пусть $P \subset E^m$ — замкнутый m -мерный выпуклый многогранник с n гипергранями π_1, \dots, π_n . Если в P произвольно фиксировано n точек A_1, \dots, A_n , то их можно перенумеровать так, что (замкнутые) пирамиды Q_i с вершинами A_i и основаниями τ_i покрывают P .

Как заметил Г. Я. Перельман, имеет место также

Теорема 2. В условиях теоремы 1 существует такая перенумерация точек A_1, \dots, A_n , при которой пирамиды Q_i попарно не имеют общих внутренних точек (хотя, возможно, не покрывают P).

Для доказательства вложим E^m , как подпространство, в E^{n-1} . Тогда (см. [2], с. 71) $P = T \cap E^m$, где $T \subset E^{n-1}$ — некоторый $(n-1)$ -мерный симплекс с гипергранями τ_1, \dots, τ_n , причем если $T'_j = \text{conv}(A \cup \tau_j)$, а $Q'_j = \text{conv}(A \cup \pi_j)$, то (для любой точки $A \in P$ и любого $j, 1 \leq j \leq n$) имеем $Q'_j = T'_j \cap E^m$ и $\text{int } Q'_j = \text{int } T'_j \cap E^m$. Поэтому теоремы 1 и 2 достаточно доказать для симплекса T . При этом можно считать, что точки A_1, \dots, A_n лежат строго внутри симплекса T (общий случай вытекает отсюда с помощью предельного перехода).

Для доказательства теоремы 1 достаточно установить существование такой перенумерации точек A_i , что найдется точка F^0 , принадлежащая пирамиде T_i с вершиной A_i и основанием τ_i при всех $i = 1, \dots, n$, поскольку симплекс T есть объединение пирамид S_i с вершиной F^0 и основаниями τ_i , причем $S_i \subset T_i$.

Для доказательства теоремы 2 достаточно найти такую перенумерацию точек A_i , что существует точка F^0 , для которой $T_i \subset S_i$.

Основу доказательства составляет следующая

Теорема 3. Пусть (a_{ij}) — квадратная матрица порядка n с положительными элементами; a_1, \dots, a_n — ее строки. Тогда существуют такие перестановки (i_1, \dots, i_n) , (j_1, \dots, j_n) и положительные числа u_1, \dots, u_n ; v_1, \dots, v_n , что матрицы

$$a' = (a'_{ij}) = \begin{pmatrix} u_1 a_{i_1 j_1} \\ \vdots \\ u_n a_{i_n j_n} \end{pmatrix}, \quad a'' = (a''_{ij}) = \begin{pmatrix} v_1 a_{j_1 i_1} \\ \vdots \\ v_n a_{j_n i_n} \end{pmatrix}$$

обладают следующими свойствами: в матрице a' элементы главной диагонали максимальны в столбцах, а в матрице a'' — минимальны.



Покажем, как теорема 1 (для симплекса T) следует из теоремы 3. Пусть F_1, \dots, F_n — вершины симплекса T (вершина F_i противоположна грани τ_i), а a_{i_1}, \dots, a_{i_n} , — барицентрические координаты точки A_i относительно симплекса T ; здесь (a_{ij}) — квадратная матрица, причем все $a_{ij} > 0$ и $a_{i_1} + \dots + a_{i_n} = 1$. Домножением чисел u_1, \dots, u_n , существование которых утверждается в теореме 3, на общий множитель мы можем добиться того, что $a'_{11} + \dots + a'_{nn} = u_1 a_{i_1 1} + \dots + u_n a_{i_n n} = 1$.

Рассмотрим точку $F^0 = (a'_{11}, \dots, a'_{nn})$. При любом $k = 1, \dots, n$ имеем

$$A_{i_k} = \sum_{l=1}^n \frac{a'_{kl}}{u_k} F_l; \quad F^0 = \sum_{l=1}^n a'_{il} F_l = u_k A_{i_k} + \sum_{\substack{l=1 \\ l \neq k}}^n (a'_{il} - a'_{kl}) F_l,$$

причем коэффициенты при точках A_{i_k}, F_l справа неотрицательны, а их сумма равна 1. Значит, $F^0 \in T_k = \text{conv}(A_{i_k} \cup \tau_k)$ при всех $k = 1, \dots, n$, что доказывает теорему 1.

Покажем, как из теоремы 3 следует теорема 2. Выберем числа v_1, \dots, v_n согласно теореме 3 и будем считать, что $a''_{11} + \dots + a''_{nn} = 1$. Тогда для точки $F^0 = (a''_{11}, \dots, a''_{nn})$ при любом $k = 1, \dots, n$ имеем

$$A_{j_k} = \sum_{l=1}^n \frac{a''_{kl}}{v_k} F_l = \frac{1}{v_k} F^0 + \sum_{\substack{l=1 \\ l \neq k}}^n \frac{a''_{kl} - a''_{il}}{v_k} F_l$$

где все коэффициенты при точках F^0, F_l справа неотрицательны, а их сумма равна 1. Значит, $A_{j_k} \in S_k$, откуда $T_k = \text{conv}(A_{j_k} \cup \tau_k) \subset S_k$ при всех $k = 1, \dots, n$, что доказывает теорему 2.

Остается доказать теорему 3. При этом достаточно установить существование перестановки $\begin{pmatrix} 1, \dots, n \\ i_1, \dots, i_n \end{pmatrix}$ и множителей u_1, \dots, u_n , обеспечивающих максимальность диагональных элементов в столбцах матрицы a' . Применение этого результата к матрице (b_{ij}) , где $b_{ij} = \frac{1}{a_{ij}}$, позволяет

найти перестановку строк матрицы (a_{ij}) , которая при множителях $v_i = \frac{1}{u_i}$ дает матрицу a'' с минимальными диагональными элементами в столбцах.

Будем говорить, что строка a_s *заменяема* строкой a_r , если $a_{rs} = a_{rs}$; далее, будем говорить, что строка a_s *секвенциально связана* со строкой a_n , если существует последовательность строк a_{i_1}, \dots, a_{i_p} , где $i_1 = n, i_p = s$, в которой каждая строка заменяема предыдущей. Очевидно, строка, заменяемая строкой, секвенциально связанной с a_n , сама секвенциально связана с a_n .

Лемма. Пусть в матрице a элементы $a_{11}, \dots, a_{n-1, n-1}$ максимальны в столбцах. Тогда существуют такие числа u_1, \dots, u_{n-1} из промежутка $(0, 1]$, что в матрице

$$\bar{a} = (\bar{a}_{ij}) = \begin{pmatrix} u_1 a_{11} \\ \vdots \\ u_{n-1} a_{n-1, n-1} \\ a_n \end{pmatrix}$$

каждая из строк секвенциально связана со строкой \bar{a}_n , причем элементы $\bar{a}_{11}, \dots, \bar{a}_{n-1, n-1}$ максимальны в столбцах.

Доказательство. Пусть I — множество номеров строк матрицы a , секвенциально связанных со строкой a_n ($n \in I$). Если $I = \{1, \dots, n\}$, то лемма верна. Допустим, что $J = \{1, \dots, n\} \setminus I \neq \emptyset$. Домножим все строки с номерами из J на число

$$u = \max_{i \in I, j \in J} \frac{a_{ij}}{a_{j0}} = \frac{a_{i_0 j_0}}{a_{j_0 j_0}}, \quad i_0 \in I, j_0 \in J.$$

Так как $a_{j_0 j_0} \geq a_{i_0 j_0}$, то $u \in (0, 1]$. После домножения элементы $a_{11}, \dots, a_{n-1, n-1}$ останутся максимальными в столбцах; далее, строки, которые были секвенциально связанными с a_n , останутся таковыми же, а строка a_{j_0} станет заменима строкой a_{i_0} и, значит, секвенциально связана (в полученной после домножения матрице) с a_n . Число строк, секвенциально связанных с a_n , возрастет. Повторяя этот процесс, получаем утверждение леммы.

Теперь завершим доказательство теоремы 3. Существование перестановки $\begin{pmatrix} 1, \dots, n \\ i_1, \dots, i_n \end{pmatrix}$ и множителей u_1, \dots, u_n установим индукцией по n . При $n = 1$ утверждение тривиально. Пусть оно уже доказано при всех $n < N$ и пусть a — матрица порядка N .

Будем считать, что в матрице a элементы $a_{11}, \dots, a_{N-1, N-1}$ максимальны в столбцах. По предположению индукции, этого можно достичь перестановкой первых $N - 1$ строк, домноженных на некоторые положительные множители, и последующим домножением последней строки на достаточно малое положительное число.

Докажем индукцией по k , что при каждом $k = 0, \dots, N - 1$ существуют такая перестановка $\begin{pmatrix} 1, \dots, N \\ i_1, \dots, i_N \end{pmatrix}$ и такие положительные числа $\omega_1, \dots, \omega_N$ (зависящие от k), что в матрице

$$a' = (a'_{ij}) = \begin{pmatrix} \omega_1 a_{i_1} \\ \vdots \\ \omega_N a_{i_N} \end{pmatrix}$$

элементы $a'_{11}, \dots, a'_{N-1, N-1}$ максимальны в столбцах и по крайней мере k из элементов $a'_{1N}, \dots, a'_{N-1, N}$ не превосходят a'_{NN} .

Для $k = 0$ утверждение верно в силу сделанных предположений о матрице a . Пусть для матрицы $a' = \begin{pmatrix} \omega_1 a_{i_1} \\ \vdots \\ \omega_N a_{i_N} \end{pmatrix}$ справедливо доказываемое утверждение при $k = r$.

В силу леммы существуют числа $u_1, \dots, u_{N-1} \in (0, 1]$, для которых в матрице $\bar{a} = (\bar{a}_{ij}) = \begin{pmatrix} u_1 a'_{11} \\ \vdots \\ u_{N-1} a'_{N-1, N-1} \\ a'_{NN} \end{pmatrix}$ элементы $\bar{a}_{11}, \dots, \bar{a}_{N-1, N-1}$ максимальны в столбцах и все строки секвенциально связаны с \bar{a}_N . Заметим, что матрица \bar{a} также удовлетворяет наложенным условиям при $k = r$



(если $a'_{iN} \leq a'_{NN}$, то и $\bar{a}_{iN} \leq a'_{NN} = \bar{a}_{NN}$). Если $\bar{a}_{iN} \leq \bar{a}_{vN}$ при всех $i = 1, \dots, N-1$, то доказываемое утверждение справедливо. Пусть $\bar{a}_{sN} > \bar{a}_{NN}$. Так как строка \bar{a}_s секвенциально связана с \bar{a}_N , то существует последовательность строк $\bar{a}_{j_0}, \dots, \bar{a}_{j_p}$, где $j_0 = N$, $j_p = s$ и индексы j_0, \dots, j_p попарно различны, в которой каждая следующая строка заменима предыдущей. Переставим строки в матрице \bar{a} : на место \bar{a}_{j_1} поставим $\bar{a}_{j_0} = \bar{a}_N$, на место \bar{a}_{j_2} поставим \bar{a}_{j_1} и т. д.; на место \bar{a}_N поставим \bar{a}_s , а остальные строки оставим на своих местах; полученная матрица a'' удовлетворяет нашему утверждению при $k = r + 1$. В силу проведенной индукции утверждение справедливо при $k = N - 1$, что и завершает очередной шаг индукции по n .

Теорема 3, а с ней и теоремы 1 и 2 полностью доказаны.

Ленинградский государственный
университет

(Поступило 25.6.1987)

მათემატიკა

ფ. ნაზაროვი

პირამიდათა განლაგება ამოწმებულ მრავალწახნაგში

რეზიუმე

დამტკიცებულია თეორემა, რომელიც ვ. პროიზვოლოვის მიერ დასმული ერთი ამოცანის ამოხსნაა. ვთქვათ, P ჩაკეტილი m -განზომილებიანი ამოწმებული მრავალწახნაგაა, რომელსაც აქვს n ჰიპერწახნაგი π_1, \dots, π_n . თუ P -ში დაფიქსირებულია ნებისმიერი n წერტილი, მაშინ ეს წერტილები ისე შეიძლება გადაინომროს, რომ (ჩაკეტილი) პირამიდები Q_i , რომელთა წვეროებია A_i , ხოლო ფუძეები — π_i , დაფარავს P პოლიედრს.

MATHEMATICS

F. L. NAZAROV

ARRANGEMENT OF PYRAMIDS IN A CONVEX POLYHEDRON

Summary

The following theorem giving a solution to one problem posed by V. Proizvolov is proved. Let $P \subset E^m$ be a closed m -dimensional convex polyhedron with n hyperfaces π_1, \dots, π_n . If P contains arbitrarily fixed n points A_1, \dots, A_n , they can be numbered so that (closed) pyramids Q_i with vertices A_i and bases π_i cover P .

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Произволов. Первая конференция по комбинаторной геометрии и ее приложениям. Батуми, 1985, 54.
2. В. Grünbaum. Convex polytopes. London, 1967.



В. П. СОЛТАН, НГУЕН МАНЬ ХУНГ

К ЗАДАЧЕ ГРЮНБАУМА ОБ АФФИННЫХ ДИАМЕТРАХ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 25.6.1987)

Пусть M — выпуклое тело в n -мерном евклидовом пространстве E^n . Напомним, что хорда $[x_1, x_2]$ тела M называется его аффинным диаметром, если существует пара различных параллельных гиперплоскостей H_1, H_2 , опорных к M в точках x_1, x_2 соответственно. Отвечая на вопрос Грюнбаума [1, с. 42], авторы работ [2, 3] доказывают, что всякое выпуклое тело $M \subset E^n, n \geq 2$, обладает либо непрерывным семейством точек, принадлежащих каждой хорде более чем одному аффинному диаметру, либо — точкой, принадлежащей непрерывному семейству аффинных диаметров. В настоящей работе доказывается следующее более сильное утверждение.

Теорема 1. Всякое выпуклое тело $M \subset E^n, n \geq 2$, обладает либо непрерывным семейством точек, принадлежащих каждой хорде не менее чем трем аффинным диаметрам, либо — точкой, принадлежащей непрерывному семейству аффинных диаметров.

Это утверждение вытекает из формулируемых далее леммы 1 и теоремы 2. Введем необходимые определения. Обозначим через $R(z)$ семейство всех хорд тела M , содержащих фиксированную точку $z \in \text{int } M$. Для всякой хорды $l = [a, b]$ из $R(z)$ полагаем

$$F_z(l) = \min \left\{ \frac{\|a - z\|}{\|z - b\|}, \frac{\|b - z\|}{\|z - a\|} \right\}.$$

Очевидно, $F_z(l) \leq 1$ (о свойствах функции F_z см. [1, §6]). Хорду $l \in R(z)$ назовем минимизирующей, если она определяет локальный минимум функции F_z на $R(z)$, т. е. если для некоторого $\varepsilon > 0$ всякая хорда $l' \in R(z)$, отклоняющаяся от l на угол, меньший ε , удовлетворяет неравенству $F_z(l) \leq F_z(l')$.

Лемма 1. Всякая минимизирующая хорда является аффинным диаметром.

Доказательство. Допустим, что хорда $l = [a, b] \in R(z)$ не является аффинным диаметром тела M , и пусть $F_z(l) = \|a - z\| / \|z - b\|$. Обозначим через H гиперплоскость, опорную к M в точке a , а через H' — параллельную ей гиперплоскость, проходящую через b . Гиперплоскость H' пересекает $\text{int } M$ (иначе l есть аффинный диаметр). Выберем произвольную точку $w \in H' \cap \text{int } M$. Тогда $[w, b] \subset \text{int } M$. На интервале $[w, b]$ можно выбрать точку v столь близкой b , чтобы содержащая v хорда $l_1 = [a_1, b_1] \in R(z)$ отклонялась от $[a, b]$ на угол, меньший любого заданного. Отсюда и из соотношений



$$F_z(l_1) = \frac{\|a_1 - z\|}{\|z - b_1\|} < \frac{\|a_1 - z\|}{\|z - v\|} \leq \frac{\|a - z\|}{\|z - b\|} = F_z(l)$$

закключаем, что хорда l не является минимизирующей.

Лемма 2. Если через точку $z \in \text{int } M$ проходит конечное число m минимизирующих хорд, то через любую точку v из некоторой шаровой окрестности с центром z проходят по крайней мере m минимизирующих хорд.

Доказательство. Пусть $l = [a, b] \in R(z)$ — некоторая минимизирующая хорда и $F_z(l) = \|a - z\| / \|z - b\|$. Если бы $F_z(l) = 1$, то для некоторого $\varepsilon > 0$ любая хорда $l' \in R(z)$, отклоняющаяся от l на угол, меньший ε , удовлетворяла бы соотношению $F_z(l') = 1$ и также была бы минимизирующей. По условию леммы последнее невозможно. Следовательно, $F_z(l) < 1$. Обозначим через L тело, гомотетичное M с центром z и коэффициентом — $F_z(l)$. В силу вышесказанного существует такая ε -окрестность $U_\varepsilon(a)$ точки a , что $U_\varepsilon(a) \cap \text{bd } L$ содержится в M и пересекается с $\text{bd } M$ только в точке a . Рассмотрим тело $L_\delta = (1 - \delta)z + \delta L$, $\delta > 1$. Из соображений непрерывности вытекает существование такого $\delta_0 > 1$, что при $1 < \delta < \delta_0$ компонента связности множества $L_\delta \setminus M$, содержащая точку $a_\delta = (1 - \delta)z + \delta a$, целиком лежит в $U_\varepsilon(a)$. Аналогично найдется такое $\mu > 0$, что для любой точки $z' \in U_\mu(z)$ компонента связности множества $(L_\delta - z + z') \setminus M$, содержащая точку $a_\delta - z + z'$, целиком лежит в $U_\varepsilon(a)$. Непрерывно сжимая тело $L_\delta - z + z'$, получаем, что при некотором $\eta \in]0, 1[$ множество $M_\eta = (1 - \eta)z' + \eta(L_\delta - z)$ имеет с телом M точку внутреннего касания $a' \in U_\varepsilon(a)$. Отсюда вытекает, что a' является концом минимизирующей хорды из $R(z')$.

Если теперь $l_i = [a_i, b_i]$, $i = 1, \dots, m$, — все минимизирующие хорды из $R(z)$, то, выбирая попарно непересекающиеся окрестности $U_\varepsilon(a_i)$, соответствующие им числа $\mu_i > 0$ и полагая $\mu = \min \{\mu_1, \dots, \mu_m\}$, получаем, что для любой точки $z' \in U_\mu(z)$ в каждой из окрестностей $U_\varepsilon(a_i)$ найдется точка a'_i , являющаяся концом минимизирующего диаметра из $R(z')$. Лемма доказана.

Напомним [1], что точка $z \in \text{int } M$ называется F -критической, если

$$\min F_z(l) = F^* \equiv \max_{x \in M} \min_{l \in R(z)} F_x(l).$$

Лемма 3. Всякая F -критическая точка тела M делит по крайней мере три его хорды в отношении F^* .

Доказательство. Пусть z есть F -критическая точка тела M и $M_0 = (1 + F^*)z - F^*M$. Если $l = [a, b] \in R(z)$ и $F_z(l) = \|a - z\| / \|z - b\|$, то нетрудно убедиться, что равенство $F_z(l) = F^*$ имеет место, если и только если $a \in \text{bd } M \cap \text{bd } M_0$. Поэтому достаточно проверить, что множество $N = \text{bd } M \cap \text{bd } M_0$ содержит не менее трех точек. В силу выбора F^* имеем $N \neq \emptyset$. Если $F^* = 1$, то M симметрично относительно z и множество N бесконечно. Пусть $F^* < 1$, и предположим, что $|N| \leq 2$. Рассмотрим случай $N = \{a_1, a_2\}$, поскольку случай $|N| = 1$ проще и исследуется аналогично. Полагаем $b_i = z - (1/F^*)(a_i - z)$, $i = 1, 2$. Тогда $b_1, b_2 \in \text{bd } M$ и точки a_1, a_2, b_1, b_2 являются вершинами трапеции, внутренность которой лежит в $\text{int } M$. Так как $\|a_1 - a_2\| = F^* \|b_1 - b_2\| < \|b_1 - b_2\|$, то при малом сдвиге ε ($\varepsilon > 0$) в направлении вектора $e = \frac{1}{2}(a_1 + a_2 - b_1 - b_2)$ точки a_1, a_2 переме-



стоятся в $\text{int } M$. Поэтому найдется такое $\mu > 0$, что $M_0 + \mu e \subset \text{int } M$. Тело $M_0 + \mu e$ гомотетично M с некоторым центром z_1 и коэффициентом — F^* . Из включения $M_0 + \mu e \subset \text{int } M$, очевидно, вытекает существование числа $\lambda > F^*$, для которого $M_\lambda = (1 + \lambda)z_1 - \lambda M$ содержится в M . Но это противоречит определению F^* . Следовательно, равенство $|N| = 2$ невозможно.

Теорема 2. *Всякое выпуклое тело $M \subset E^n$, $n \geq 2$, обладает либо континуумом точек, принадлежащих каждой не менее чем трем минимизирующим хордам, либо — точкой, принадлежащей континууму минимизирующих хорд.*

Доказательство. Если через некоторую F -критическую точку $z \in \text{int } M$ проходит бесконечное количество минимизирующих хорд, то в силу замкнутости семейства минимизирующих хорд (в естественной топологии на $R(z)$) эти хорды образуют континуум. Если число минимизирующих хорд в $R(z)$ конечно, то по леммам 2 и 3 найдется шаровая окрестность с центром z , через каждую точку которой проходят по крайней мере три минимизирующих хорды.

Академия наук Молдавской ССР
Институт математики СБИ

(Поступило 26.6.1987)

მათემატიკა

3. სოლტანი, ნგუენ მან ჰუნგი

გრუნბაუმის ამოცანისათვის აფინური დიამეტრების შესახებ

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ ყოველ ამოზნექილ ტანს აქვს ან კონტინუუმი ისეთი წერტილებისა, რომელთაგან თითოეული სულ მცირე სამ აფინურ დიამეტრს ეკუთვნის, ან ისეთი წერტილი, რომელიც აფინურ დიამეტრთა კონტინუუმს ეკუთვნის.

MATHEMATICS

V. P. SOLTAN, NGUEN MAN HUNG

ON GRÜNBAUM'S PROBLEM ABOUT AFFINE DIAMETERS

S u m m a r y

It is shown that every convex body possesses either a continuum of points each belonging to at least three affine diameters, or a point belonging to a continuum of affine diameters.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. Грюнбаум. Этюды по комбинаторной геометрии и теории выпуклых тел. М., 1971.
2. В. Л. Дольников. В кн.: «Исследования по теории функций многих веществ, переменных». Ярославль, 1976.
3. А. Б. Харазишвили. Сообщения АН ГССР, 90, № 3, 1978.

В. Н. РУБАНОВСКИЙ, Т. И. МАМНИАШВИЛИ

О КОНУСЕ ОСЕЙ ПЕРМАНЕНТНЫХ ВРАЩЕНИЙ ТЯЖЕЛОГО ГИРОСТАТА, ПОДВЕШЕННОГО НА СТЕРЖНЕ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 12.6.1987)

1. Рассмотрим в однородном поле сил тяжести движение твердого тела, которое подвешено к неподвижной точке O_1 при помощи невесомого недеформируемого стержня и двух сферических шарниров, при этом другой конец стержня закреплен в произвольной точке O тела. Будем считать, что с телом неизменно связана ось вращения статически уравновешенного ротора, который вращается относительно тела с постоянной угловой скоростью.

Пусть $Cx_1x_2x_3$ — система координат с началом в центре масс гиростата и осями, совпадающими с главными центральными осями инерции гиростата. Введем обозначения: m и J_j — масса и главные центральные моменты инерции гиростата относительно осей x_j ($j = 1, 2, 3$); $\vec{\gamma}$ и $\vec{\nu}$ — единичные векторы восходящей вертикали и направления стержня от точки O_1 к точке O , $a\vec{e}$ — радиус-вектор точки подвеса O относительно центра масс C , \vec{e} — единичный вектор, $\vec{\kappa}$ — гиростатический момент гиростата, g и l — ускорение силы тяжести и длина стержня. Проекции векторов $\vec{\gamma}$, \vec{e} , $\vec{\kappa}$ на оси x_j обозначим через γ_j , e_j , κ_j .

Среди действительных движений рассматриваемой механической системы имеются стационарные движения, при которых тело и стержень вращаются как одно твердое тело вокруг вертикальной неподвижной оси O_1y_3 с некоторой угловой скоростью Ω . Такие движения эквивалентны круговому движению центра масс гиростата со скоростью $R\Omega$, направленной в сторону вращения тела, вокруг оси O_1y_3 , где R — расстояние от точки C до оси O_1y_3 , и вращению тела с угловой скоростью Ω вокруг вертикальной оси Cy_3 , проходящей через центр масс. Последняя занимает в теле при стационарном движении неизменное положение, т. е. является перманентной осью. Большой интерес представляет нахождение стационарных движений гиростата, подвешенного на стержне, и, в частности, определение в теле геометрического места его осей перманентных вращений.

Стационарные движения найдем из условия стационарности измененной потенциальной энергии системы [1]

$$W = (2J)^{-1} (k - \vec{\kappa} \cdot \vec{\gamma})^2 + \Pi,$$

где k — постоянная интеграла площадей; J — момент инерции системы относительно оси O_1y_3 ; Π — потенциальная энергия сил тяжести.

Введем вспомогательную систему осей координат $O_1y_1y_2y_3$, вращающуюся вокруг оси O_1y_3 с угловой скоростью $\Omega = (k - \vec{\kappa} \cdot \vec{\gamma})J^{-1}$. Обозначим через γ_s и τ_s проекции на оси y_s ($s = 1, 2, 3$) векторов $\vec{\nu}$ и \vec{e} . Тогда для Π и J будем иметь выражения

$$\Pi = mg(lv_3 - a\tau_3),$$



$$J = J_1\gamma_1^2 + J_2\gamma_2^2 + J_3\gamma_3^2 + m[(\nu_1 - a\tau_1)^2 + (\nu_2 - a\tau_2)^2].$$

Поскольку переменные ν_j , τ_j , γ_j связаны соотношениями

$$\begin{aligned} V_1 = \nu_1^2 + \nu_2^2 + \nu_3^2 - 1 = 0, & \quad V_2 = \tau_1^2 + \tau_2^2 + \tau_3^2 - 1 = 0, \\ V_3 = \gamma_1^2 + \gamma_2^2 + \gamma_3^2 - 1 = 0, & \quad V_4 = e_1\gamma_1 + e_2\gamma_2 + e_3\gamma_3 - \tau_3 = 0, \end{aligned} \quad (1.1)$$

то далее вместо W будем рассматривать функцию

$$2\Omega^2 W_* = 2W + \Omega^2(\lambda V_1 + \mu V_2 + \sigma V_3 + 2\rho V_4),$$

где

$$\Omega = (k - \alpha_1\gamma_1 - \alpha_2\gamma_2 - \alpha_3\gamma_3)J^{-1}, \quad (1.2)$$

а $\lambda, \mu, \sigma, \rho$ — неопределенные множители Лагранжа.

Уравнения стационарных движений записываются в виде

$$\frac{\partial W_*}{\partial \gamma_1} = \frac{\partial W_*}{\partial \gamma_2} = \frac{\partial W_*}{\partial \gamma_3} = \frac{\partial W_*}{\partial \nu_3} = \frac{\partial W_*}{\partial \tau_3} = \frac{\partial W_*}{\partial \tau_1} = \frac{\partial W_*}{\partial \nu_2} = \frac{\partial W_*}{\partial \tau_2} = 0 \quad (1.3)$$

и к ним следует присоединить уравнения (1.1).

Последние четыре уравнения в (1.3) образуют независимую подсистему относительно $\nu_1, \tau_1, \nu_2, \tau_2$ и приводят к необходимости рассмотрения двух случаев, когда

$$\nu_1 = \nu_2 = \tau_1 = \tau_2 = 0 \quad (1.4)$$

или

$$(\lambda - m^2)(\mu - ma^2) = (ma)^2. \quad (1.5)$$

Рассмотрим каждый из этих случаев в отдельности.

2. Пусть выполняются равенства (1.4). Тогда из (1.1) и (1.2) находим

$$\begin{aligned} \nu_3 = \pm 1, \quad \tau_3 = \pm 1, \quad \gamma_j = \tau_3 e_j \quad (j=1, 2, 3) \\ \Omega = [k - \tau_3(e_1\alpha_1 + e_2\alpha_2 + e_3\alpha_3)](J_1 e_1^2 + J_2 e_2^2 + J_3 e_3^2)^{-1}, \end{aligned} \quad (2.1)$$

где возможна любая комбинация знаков.

С учетом (2.1) первые три уравнения (1.3) примут вид

$$J_1 e_1 - (\sigma + \tau_3 \rho) e_1 + \tau_3 \Omega^{-1} \alpha_1 = 0. \quad (123)$$

Условие совместности этих уравнений приводит к соотношению

$$\alpha_1(J_2 - J_3)e_2 e_4 + \alpha_2(J_3 - J_1)e_3 e_1 + \alpha_3(J_1 - J_2)e_1 e_2 = 0, \quad (2.2)$$

при выполнении которого из последних уравнений находим

$$\frac{J_2 e_2 \alpha_3 - J_3 e_3 \alpha_2}{e_2 \alpha_3 - e_3 \alpha_2} = \frac{J_3 e_3 \alpha_1 - J_1 e_1 \alpha_3}{e_3 \alpha_1 - e_1 \alpha_3} = \frac{J_1 e_1 \alpha_2 - J_2 e_2 \alpha_1}{e_1 \alpha_2 - e_2 \alpha_1} = \sigma + \tau_3 \rho.$$

Наконец, из четвертого и пятого уравнений (1.3) получаем

$$\lambda = -\nu_3 m g l \Omega^{-2}, \quad \mu = \tau_3(\rho + m g a \Omega^{-2}),$$

где ρ — произвольно.

Соотношения (1.4) и (2.1) описывают четыре однопараметрические семейства равномерных вращений системы вокруг оси $O_1 y_3$ с угловой скоростью Ω , в которых стержень и отрезок CO вертикальны, при этом точка O может находиться как ниже, так и выше точки O_1 , а центр масс C — ниже или выше точки O . Для этих движений гиостатический момент должен удовлетворять условию (2.2), которое при заданных значениях параметров J_j, α_j представляет собой уравнение неизменно связанного с телом конуса второго порядка, на ко-

тором должен лежать радиус-вектор точки подвеса относительно центра масс гиростата.

3. Рассмотрим случай (1.5). Из четвертого и пятого уравнений (1.3) находим, что проекции векторов \bar{v} и \bar{e} на горизонтальную плоскость $y_3=0$ коллинеарны. Поэтому в стационарном движении гиростата точки O_1 , O и C , а также стержень и перманентная ось находятся в одной и той же вертикальной плоскости независимо от положения в теле оси вращения ротора и величины его угловой скорости. Для одного тела (без ротора), подвешенного на струне, этот замечательный факт установлен в [2]. Будем называть эту плоскость центральной вертикальной плоскостью.

Не ограничивая общности будем предполагать, что центральная вертикальная плоскость совпадает с плоскостью $y_2=0$, тогда $v_2=\tau_2=0$ и последние два уравнения в (1.3) удовлетворяются тождественно. Из шестого и седьмого уравнений (1.3) получаем

$$\lambda = v_1^{-1} m l (lv_1 - a\tau_1), \quad \mu = -\tau_1^{-1} m a (lv_1 - a\tau_1),$$

которые тождественно удовлетворяют соотношению (1.5). Из четвертого и пятого уравнений (1.3) находим

$$\Omega^{-2} = -(gv_1)^{-1} (lv_1 - a\tau_1) v_3, \quad \rho = (v_1\tau_1)^{-1} (lv_1 - a\tau_1) (\tau_1 v_1 - \tau_3 v_1), \quad (3.1)$$

а из первых трех получаем

$$\Omega^{-1} = \frac{D_1}{D_2}, \quad \rho = \frac{D_2}{D}, \quad \sigma = \frac{D_3}{D}, \quad (3.2)$$

где

$$D = x_1 (e_2 \gamma_3 - e_3 \gamma_2) + x_2 (e_3 \gamma_1 - x_1 \gamma_3) + x_3 (e_1 \gamma_2 - e_2 \gamma_1),$$

$$D_1 = e_1 (J_2 - J_3) \gamma_2 \gamma_3 + e_2 (J_3 - J_1) \gamma_3 \gamma_1 + e_3 (J_1 - J_2) \gamma_1 \gamma_2,$$

$$D_2 = x_1 (J_2 - J_3) \gamma_2 \gamma_3 + x_2 (J_3 - J_1) \gamma_3 \gamma_1 + x_3 (J_1 - J_2) \gamma_1 \gamma_2,$$

$$D_3 = J_1 \gamma_1 (x_2 e_3 - x_3 e_2) + J_2 \gamma_2 (x_3 e_1 - x_1 e_3) + J_3 \gamma_3 (x_1 e_2 - x_2 e_1).$$

Теперь из сопоставления выражений для Ω^{-2} и Ω^{-1} в (3.1) и (3.2), получаем соотношения

$$v_3 = -\frac{gv_1 D_1}{(lv_1 - a\tau_1) D^2}, \quad v_3 = \frac{v_1 [\tau_1 D_2 + ma (lv_1 - a\tau_1) \tau_3 D]}{ma (lv_1 - a\tau_1) \tau_1 D}. \quad (3.3)$$

В результате, приравняв правые части выражений (3.3), получаем уравнение, из которого находим

$$v_1 = \frac{\tau_1 (ma^2 \tau_3 D^2 - mga D_1^2 - DD_2)}{\tau_3 ma l D^2}. \quad (3.4)$$

Наконец, возводя первое из уравнений (3.3) в квадрат и подставляя в него значения $v_3^2 = 1 - v_1^2$ и $\tau_3 = e_1 \gamma_1 + e_2 \gamma_2 + e_3 \gamma_3$ из (1.1) с учетом (3.4) получаем уравнение

$$\begin{aligned} & [DD_2 + mga D_1^2 - ma^2 (e_1 \gamma_1 + e_2 \gamma_2 + e_3 \gamma_3) D^2] [(DD_2 + mga D_1^2)^2 - \\ & - (e_1 \gamma_1 + e_2 \gamma_2 + e_3 \gamma_3)^2 (DD_2 + 2mga D_1^2) DD_2] = (mal)^2 (e_1 \gamma_1 + e_2 \gamma_2 + e_3 \gamma_3)^2 \times \\ & \times (DD_2 + mga D_1^2) D^4. \end{aligned} \quad (3.5)$$

Этим уравнением определяется линия пересечения с единичной сферой $V_3=0$ конуса осей перманентных вращений гиростата, подвешенного на стержне.

3. რუბანოვსკი, თ. მამნიშვილი

ღეროზე დაკიდებული მძიმე გიროსტატის პერმანენტული
 ბრუნვის ღერძების კონუსის უმსახეობა

რეზიუმე

განხილულია ინერციის სამი ცენტრალური ღერძის მქონე გიროსტატის მოძრაობა. ნაჩვენებია, რომ გიროსტატის პერმანენტული ბრუნვის ღერძი და გიროსტატის მასათა ცენტრის ღეროზე დამაგრების წერტილთან შემაერთებელი მონაკვეთი ერთ ვერტიკალურ სიბრტყეშია მოთავსებული. მიღებულია პერმანენტული ბრუნვის ღერძების კონუსი.

MECHANICS

V. N. RUBANOVSKY, T. I. MAMNIASHVILI

ON THE CONE OF PERMANENT ROTATION AXES OF A HEAVY
 GYROSTAT SUSPENDED BY A ROD

Summary

The paper deals with the problem of motion of a gyrostat with a tri-axial central ellipsoid of inertia suspended to a fixed point on a weightless non-deformable rod. Permanent rotations of the system are investigated. The cone of permanent rotation axes of the gyrostat is shown.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Румянцев. Об устойчивости стационарных движений спутников. М., 1967.
2. А. Ю. Ишлинский, С. В. Малашенко, В. А. Стороженко, М. Е. Темченко, П. Г. Шишкин. О стационарных движениях подвешенного на струне твердого тела при вертикальном расположении одной из его главных центральных осей инерции. МТТ. 1980, № 2.



А. А. ДЗИДЗИГУРИ (академик АН ГССР), Д. И. ОМИАДЗЕ,
Р. Г. ШОТАДЗЕ, Л. Ш. ГАВАШЕЛИ

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОПИСАНИЯ И АНАЛИЗ СТАТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК УПРУГО- ДЕМПФИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ (УДМ)

Каждая реальная механическая система характеризуется в большей или меньшей степени развитой поглощающей способностью энергии свободных и вынужденных колебаний. Свойство демпфирования упругих материалов в механических системах приобретает особую значимость при их работе в резонансных или околорезонансных режимах. Это означает, что интенсивность колебаний реальной механической системы при вполне определенном внешнем возмущении будет зависеть от упругого совершенства колебательной системы, т. е. при циклических нагрузках поглощение энергии колебаний должно быть максимальным.

Из известных упруго-демпфирующих материалов одним из наиболее удовлетворяющих требованиям работоспособности, грузоподъемности и демпфирующей способности является металлическая резина [1], которая имеет гистерезисную характеристику параболического типа в координатах «нагрузка—деформация».

Следует отметить, что до настоящего времени не существует удовлетворительного описания формы петли гистерезиса УДМ как в статических, так и в динамических режимах и, следовательно, не проведено аналитическое исследование свободных и вынужденных колебаний УДМ с целью установления его поглощающей способности.

Формы петли гистерезиса УДМ описываются выражением

$$\varphi(x, \dot{x}) = \frac{1}{2} [a_n x^n (\operatorname{sgn} \dot{x} + 1) - a_i x^{m_i} (\operatorname{sgn} \dot{x} = 1)]. \quad (1.1)$$

Отметим, что (1.1) описывает форму петли гистерезиса УДМ как при статических, так и при динамических циклах сжатия—разгрузки.

Здесь a_n — коэффициент, характеризующий нагрузочную ветвь, зависящий от жесткости и модуля упругости данного элемента, размерность которого определяется показателем степени n ; a_i — коэффициент, характеризующий разгрузочную ветвь, зависящий от жесткости и модуля упругости данного элемента, размерность которого определяется показателем степени m_i (i — номер цикла); n, m_i — показатели степени, определяемые экспериментальным путем, причем $n < m_i$; x — смещение данного элемента, м; \dot{x} — скорость деформации, м/сек.

Коэффициент a_n , исходя из физических соображений, не зависит от амплитуды деформаций и скорости, а зависимость между a_i и амплитудой деформации A , исходя также из физических предпосылок, имеет вид

$$a_i = a_n A^{-1}.$$



Рассеиваемая за один цикл энергия равна

$$E_p^{(i)} = \int_0^{m_i-n} \frac{1}{\sqrt{a_n/a_i}} (a_n x^n - a_i x^{m_i}) dx = \frac{a_n}{n+1} \left(\frac{a_n}{a_i}\right)^{\frac{n+1}{m_i-n}} - \frac{a_i}{m_i+1} \left(\frac{a_n}{a_i}\right)^{\frac{m_i+1}{m_i-n}}$$

После преобразований получаем

$$E_p^{(i)} = \nu_i a_n^2 a_i^{-q}, \quad (1.2)$$

где

$$\nu_i = \frac{m_i-n}{(m_i+1)(n+1)}; \quad P = \frac{m_i+1}{m_i-n}; \quad q = \frac{n+1}{m_i-n}; \quad \nu_i < 1.$$

Для определения закона, описывающего затухание свободных колебаний при гистерезисном трении, воспользуемся уравнением энергетического баланса. Приравняем рассеиваемую энергию (со знаком минус) приращению потенциальной энергии. Так как в начале и конце рассматриваемого цикла кинетическая энергия равна нулю, поэтому изменение полной энергии определяется изменением потенциальной энергии.

В начале цикла $\Pi(0) = 0,5 k A^2(0)$;

В конце цикла $\Pi(T) = 0,5 k A^2(T)$,

где k — жесткость элемента, Н/м; $A(0)$ и $A(T)$ — наибольшие отклонения, м.

Приращение полной энергии равно

$$\Delta\Pi = 0,5 k [A^2(T) - A^2(0)] = k \Delta A \Delta A,$$

где

$$\Delta A = A(T) - A(0).$$

Если рассмотрим верхнюю огибающую свободных колебаний как непрерывную кривую, описываемую функцией времени $A = A(t)$ тогда

$$\Delta A = T \frac{dA}{dt} = \frac{2\pi}{n_1} \cdot \frac{dA}{dt}$$

(n_1 — постоянная частота).

Учитывая (1.2) и (1.3), получаем дифференциальное уравнение для верхней огибающей

$$\frac{2\pi k}{n_1} A \frac{dA}{dt} = -\nu_i a_n^p \left(\frac{a_n}{A}\right)^{-q}. \quad (1.4)$$

После разделения переменных и интегрирования при начальных условиях $t=0$, $A(0) = A_0$, находим для $q \neq 2$

$$A(t) = \frac{A_0}{\sqrt[2]{1 + \frac{\nu_i n_1 (q-2) a_n^{p-q} A_0^{q-2} t}{2\pi k}}}. \quad (1.5)$$

При $q=2$ уравнение (1.4) принимает вид

$$\frac{dA}{dt} = -\nu_i a_n \frac{n_1}{2\pi k} A. \quad (1.7)$$

Решение уравнения (1.7) имеет вид

$$A = A_0 e^{-\nu_i a_n \frac{n_1}{2\pi k} t},$$

т. е. колебания убывают по экспоненциальному закону.

Отношение $E_p^{(i)}$ к максимальной энергии $E_{max}=0,5 k A^2$ определяет коэффициент поглощения энергии за каждый цикл сжатия—разгрузки

$$\psi = \frac{E_p^{(i)}}{E_{max}} = \frac{2 \nu_i a_n}{k} A^{q-2}, \quad (q \neq 2).$$

При $q \neq 2$ коэффициент поглощения ψ зависит от амплитуды смещения и жесткости элемента. Следовательно, логарифмический декремент, который является количественной характеристикой темпа затухания свободных колебаний, также зависит от амплитуды смещения и жесткости элемента:

Аналогично, для вынужденных колебаний при наличии гистерезиса параболического типа уравнение энергетического баланса принимает вид

$$\nu_i a_n A^q = \pi \omega b_0 A^2,$$

где ω — частота возмущающей силы, сек⁻¹; b_0 — эквивалентный коэффициент линейного трения, Нс/м;

$$b_0 = (\pi \omega)^{-1} \nu_i a_n A^{q-2}.$$

Решением уравнения определяется амплитуда вынужденных колебаний

$$A = \frac{F_0}{\sqrt{k \left[\left(1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2} \right)^2 + \left(\frac{\nu_i a_n^{p-q} A^{q-2}}{\pi k} \right)^2 \right]}} \quad (1.8)$$

где $k = m \omega_0^2$.

Из (1.8) определяем амплитудно-частотную зависимость

$$\omega^2 = \omega_0^2 \pm \frac{F_0}{m A} \sqrt{1 - \left(\frac{\nu_i a_n A^{q-1}}{\pi F_0} \right)^2} \quad (1.9)$$

что дает возможность построить амплитудно-частотную характеристику (АЧХ) для элемента из УДМ при различных значениях параметров a_i, m_i, n, a_n .

При условиях $\omega = \omega_0$ из (1.7) получаем выражение для резонансной амплитуды

$$A_{рез} = \sqrt[q-1]{\frac{\pi F_0}{\nu_i a_n}}.$$

Из вышеизложенного можно сделать следующие выводы: 1) впервые предложено математическое описание формы петли гистерезиса параболического типа элемента из УДМ, способствующая с достаточной для инженерной практики точностью получить количественные результаты происходящих в нем статических и динамических процессов; 2) анализом свободных колебаний упругого элемента из УДМ получены инженерные формулы для определения коэффициента затухания и логарифмического декремента. Полученные формулы позволяют подобрать упругий элемент с требуемыми параметрами (жесткость коэффициента сопротивления), обеспечивающими эффективное поглощение энергии свободных колебаний; 3) установлена взаимосвязь между амплитудой смещения вынужденных колебаний упругого эле-



мента из УДМ и его параметрами, позволяющая построить амплитудно-частотную характеристику. Получена формула для определения величины резонансной амплитуды.

Академия наук Грузинской ССР
Институт горной механики
им. Г. А. Цулукидзе

(Поступило 17.9.1987)

დრეკადობის თეორია

ბ. ძიძიგური (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), დ. ომიადე,
რ. შოთაძე, ლ. გავაშელი

დრეკად-მადემფირებაელი ელემენტების სტატიკური და დინამიკური მახასიათებლების მათემატიკური აღწერა და ანალიზი

რეზიუმე

მოცემულია პარაბოლური ფორმის ჰისტერეზისის მქონე დრეკად-მადემფირებაელი ელემენტების სტატიკური და დინამიკური მახასიათებლების მათემატიკური აღწერა. ენერგეტიკული ბალანსის მეთოდით გამოკვლეულია ზემოთ აღნიშნული ტიპის მახასიათებლის მქონე დრეკად-მადემფირებაელი ელემენტების თავისუფალი და იძულებითი რხევები.

THEORY OF ELASTICITY

A. A. DZIDZIGURI, D. I. OMIADZE, R. G. SHOTADZE, L. Sh. GAVASHELI

MATHEMATICAL DESCRIPTION AND ANALYSIS OF STATIC AND DYNAMIC CHARACTERISTICS OF ELASTIC DEFORMABLE MATERIALS (EDM)

Summary

The paper presents a mathematical description of static and dynamic characteristics of elastic-deformable materials [EDM] having the hysteresis loop of parabolic form. Free and forced oscillations of EDM of the mentioned type are studied by the power balance method.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. A. Дзидзигური, А. Д. Сепиашвили, Г. М. Диланов, Т. Ш. Яманидзе. Сб. «Техническая информация Горнорудная промышленность». Тбилиси, 1973.
2. Вибрация в технике, т. 6, Защита от вибрации и ударов. М., 1981.



Г. С. ЦИРАМУА, С. Г. ЦИРАМУА, В. К. ЛОЛУА

МОДЕЛЬ НАДЕЖНОСТИ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии З. Е. Круашвили 25.7.1987)

Функциональным элементом (e), как известно, называют материальный объект живой или неживой природы, представляющий собой простейшую неделимую часть системы E ($e \in E$), который способен выполнить одну определенную законченную в каком-то смысле функцию f (работу, операцию, задачу, действие), являющуюся необходимой составной частью общей (единой) функции F ($f \in F$) системы.

Такой элемент в любой момент времени t может находиться в одном из двух противоположных состояний, работоспособном f или неработоспособном \bar{f} . Никакие промежуточные состояния элемента системы в теории надежности (точнее в теории резервирования) не рассматриваются.

В отличие от обычных однофункциональных элементов многофункциональный элемент (МФЭ) в любой момент времени t , в зависимости от своего физического состояния, может находиться в одном из k ($k \geq 2$) функциональных состояний $\{f_i(t)\}$ или k состояний отказа $\{\bar{f}_i(t)\}$ [1].

Так как дискретные переходы являются наиболее общими, будем рассматривать только дискретные состояния и переходы элементов. Пронумеруем все дискретные физические состояния в определенном порядке $g_e = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$. Классификацию состояния произведем исходя из идентификации физических состояний с функциональными состояниями $g_i \sim f_i$, $i \in \{1, k\}$. Это означает, что под функциональным состоянием понимается такое физическое состояние g_i ($g_i \in g_e$), при котором элемент способен выполнять (реализовать) функцию f_i ($f_i \in F_e$).

Таким образом, функциональная избыточность МФЭ обусловлена избыточностью физических состояний. Множеством возможных функциональных состояний МФЭ в дискретные интервалы времени t_1, t_2, \dots, t_k будет $F_e(t_1, t_2, \dots, t_k) = \{f_i(t_i) / i \in \{1, k\}\}$.

Такая трактовка функциональной избыточности отличается от известных, которая в большой степени относится к системам с функциональной избыточностью.

В предложенной нами модели МФЭ не допускается ни отказ элемента в обычном смысле, ни снижение эффективности системы, построенной из этих элементов. Переход из одного функционального состояния предложенного элемента в другое может произойти: 1) стохастически (случайно, самопроизвольно, спонтанно) — это неуправляемые переходы под действием множества дестабилизирующих факто-



ров, названных нами оператором расстройки $\{\epsilon_j\}$ или же 2) детерминированно целенаправленно — это управляемые переходы под действием операторов настройки $\{H_j\}$, $j \in \overline{1, k}$ [2].

Под действием ϵ_i в момент времени t элемент переходит в состояние f_j или \bar{f}_j :

$$[\epsilon_j(t)] [f_1(t) \tilde{V} f_2(t) \tilde{V} \dots \tilde{V} f_{k-1}(t) \tilde{V} f_k(t)] = f_j(t)$$

или

$$[\epsilon_j(t)] [f_1(t) \tilde{V} f_2(t) \tilde{V} \dots \tilde{V} f_{k-1}(t) \tilde{V} f_k(t)] = \bar{f}_j(t),$$

где \bar{f}_j — подмножество отказавших состояний.

Под действием оператора H_j всегда будем иметь

$$[H_j(t)] [f_1(t) \tilde{V} f_2(t) \tilde{V} \dots \tilde{V} f_k(t)] = f_i(t),$$

где \tilde{V} — «либо—либо» (исключительное ИЛИ), $j \in \overline{1, k}$.

В данный момент времени t элемент не может находиться более чем в одном функциональном состоянии. В интервале времени Δt элемент может выполнять именно ту функцию, на которую он настроен, т. е. в какое состояние он переведен или «перешел сам».

Такой элемент после перехода в i -е функциональное состояние (случайно или детерминированно) ведет себя как однофункциональный элемент, выполняющий i -ю функцию. Это значительно облегчает синтез и анализ системы, а также оценку надежности системы, построенной из таких элементов.

Поскольку в течение времени t элемент из множества $F_e = \{f_1, f_2, \dots, f_k\}$ выполняет только одну функцию f_j и находится в состоянии g_j , остальные функциональные состояния $f_1, f_2, \dots, f_{i \neq j}, \dots, f_k$ в это время являются резервными.

Введем критерий способности элемента выполнять возложенное на него множество функций f_i ($f_i \in F_e$), т. е. критерий функциональной избыточности, оценивающий размер функциональных ресурсов. Это новая трактовка элемента как составной части системы. В зависимости от функциональной мощности МФЭ могут быть двухфункциональными ($k=2$), трехфункциональными ($k=3$) и т. д. k — функциональными ($k \geq 2$). Основным критерием оптимальности МФЭ является $k \rightarrow m$ (m — количество возложенных функций на систему), т. е. $k = k_{opt}$ при $k = m$. По признаку функциональных возможностей (по соотношению k и m), МФЭ могут быть функционально-полными ($k=m$) или функционально-неполными ($k < m$).

В процессе эксплуатации, по мере утраты элементов отдельных функциональных способностей из их начального числа k , т. е. по мере потери одной, двух, трех и т. д. функций, количество оставшихся функций k^* — становится равным $k-1$, $k-2$, $k-3$ и т. д. При $k^* = k$ имеет место полное наличие функциональных способностей. Когда же элемент полностью утратит функциональные способности ($k^* = 0$) — наступит отказ элемента (истощение функциональных ресурсов). Отметим, что элементом модели расчета надежности системы является его функциональное состояние.

В модели оценки надежности МФЭ должны отразиться все его возможные состояния, в которых он может оказаться.

В качестве примера предлагается модель надежности k -функционального элемента ($F_e = \{f_1, f_2, \dots, f_k\}$) [3]. Согласно этой модели вероят-

ность того, что в момент времени t элемент способен выполнять любую одну функцию из множества F_e , выражается формулой

$$R_t(f_1, f_2, \dots, f_k) = \prod_{j=1}^k R_t(f_j).$$

Вероятность того, что в момент времени t элемент способен выполнять либо первую, либо вторую и т. д. либо $(k-1)$ -ю функцию и не способен выполнять k -ю функцию из множества F_e , будет

$$R_t(f_1, f_2, \dots, f_{k-1}, \bar{f}_k) = \prod_{j=1}^{k-1} R_t(f_j) \cdot R_t(\bar{f}_k) = \prod_{j=1}^{k-1} R_t(f_j) \cdot [1 - R_t(f_k)].$$

Вероятность того, что в момент времени t элемент не способен выполнять ни одной функции из заданного множества будет:

$$R_t(\bar{f}_1, \bar{f}_2, \dots, \bar{f}_k) = \prod_{j=1}^k R_t(\bar{f}_j) = \prod_{j=1}^k [1 - R_t(f_j)].$$

В приведенных формулах $R_t(f_j)$ — вероятность выполнения j -й функции в момент времени t , $R_t(\bar{f}_j)$ — вероятность невыполнения функций f_j в момент времени t . Очевидно, что сумма всех вероятностей, соответствующих всевозможным состояниям МФЭ, равна единице. Исходя из этого, вероятность того, что элемент в момент времени t может выполнять хотя бы одну любую функцию из множества F_e , будет

$$P_e(t) = \prod_{j=1}^k R_t(f_j) + \prod_{j=1}^{k-1} R_t(f_j) \cdot [1 - R_t(f_k)] + \dots + \prod_{j=1}^{k-1} [1 - R_t(f_j)] \cdot R_t(f_k) = 1 - \prod_{j=1}^k [1 - R_t(f_j)].$$

Разработанные модели дают возможность оценивать надежность не только отдельных МФЭ, но и на их основе можно построить модели оценки надежности и живучести сложных перестраиваемых систем, состоящих из МФЭ.

Способность МФЭ перестраиваться в процессе работы на выполнение других требуемых функций при утрате отдельных функциональных способностей позволяет обеспечить функциональную взаимозаменяемость элементов в системе и тем самым организовать системы со структурной избыточностью, приспособляющиеся к изменяющимся внешним или внутренним неблагоприятным условиям функционирования. Это открывает дополнительные возможности повышения структурной надежности и живучести систем на основе использования МФЭ.

ბ. ცირამუა, ს. ცირამუა, ვ. ლოლუა

მრავალფუნქციური ელემენტების საიმედოობის მოდელი

რეზიუმე

განხილულია საიმედოობის მოდელი მრავალფუნქციური ელემენტებისა, რომელთაც აქვთ ურთიერთჩანაცვლების თვისება სისტემის ფუნქციონირების პროცესში. ასეთი ელემენტებისაგან შესაძლებელი ხდება მაღალი საიმედოობის მქონე გადაწყობადი სისტემების აგება.

CYBERNETICS

G. S. TSIRAMUA, S. G. TSIRAMUA, V. K. LOLUA

THE MODEL OF RELIABILITY OF MULTIFUNCTIONAL ELEMENTS

Summary

The paper considers the model of reliability of multifunctional elements which are interchangeable in the process of functioning. Such elements make it possible to construct reordering systems of high reliability.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. С. Цирамуа. Дискретные системы переменной структуры. М., 1970.
2. С. Г. Цирамуа. Сообщения АН ГССР, 108, № 2, 1982.
3. С. Г. Цирамуа. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1984.

Е. И. СИХАРУЛИДZE

РЕШЕТОЧНОЕ ОТРАЖЕНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ В ТВЕРДЫХ РАСТВОРАХ $GaInAs$

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 29.4.1987)

Возросший интерес к твердым растворам A^3B^5 , обусловленный их широким применением в полупроводниковой электронике, стимулирует тщательные исследования физических явлений в этих материалах. Изучение подвижности носителей заряда связано с полярными колебаниями кристаллической решетки, поэтому необходимо знание характерных особенностей фононного спектра в соединениях. В представленной работе экспериментально исследовано взаимодействие фотон-фонон в области «остаточных лучей» в твердых растворах $In_x Ga_{1-x} As$.

Исследования были проведены в области длин волн 20—50 мкм, при температурах 300 и 90°К. Измерения проводились на инфракрасном спектрометре ИКС-21, специально приспособленном для измерений отражательной способности. Диспергирующим элементом служила призма из CsI, а приемником — оптико-акустический приемник ОАП-5М. Угол падения излучения на образец не превышал 10°. Особое внимание уделялось качеству поверхности образцов. Плоскость контролировалась по интерференционным полосам, появляющимся при наложении на поверхность образца эталонной стеклянной пластинки. Чтобы исключить дополнительные эффекты, связанные с оксидными пленками, измерения проводились на свежеотполированных и протравленных поверхностях.

Исследовались образцы $In_x Ga_{1-x} As$, разных составов и по возможности с низкими концентрациями свободных электронов во избежание аномальной дисперсии, связанной с плазмой. Концентрации и составы образцов приведены в таблице.

Как показали исследования, в спектрах решеточного отражения образцов с низким содержанием индия наблюдается одна резонансная полоса, а с увеличением его содержания, при $x > 0,06$, в длинноволновой области (около 42 мкм) появляется вторая полоса, существенно слабее первой. Коротковолновая полоса, вероятно, связана с вибрацией подрешетки Ga относительно подрешетки As , а появление длинноволновой полосы обусловлено усилением влияния подрешетки In . Полоса поглощения, вызванная связью $In \leftrightarrow As$, с увеличением содержания индия должна становиться более существенной, однако на этом этапе технологические трудности получения качественных монокристаллов твердых растворов с большим содержанием In не позволили провести эти исследования.

На рис. 1 приведены характерные спектры решеточного отражения исследованных кристаллов. Анализ спектров дал возможность установить частоты продольных и поперечных полярных колебаний



кристаллической решетки, их значения приведены в таблице. Некоторое смещение полосы в длинноволновую сторону с увеличением x очевидно. Об изменении частот продольных и поперечных относительных колебаний подрешеток индия и мышьяка с составом судить на данном этапе невозможно, и их значения можно принять равными

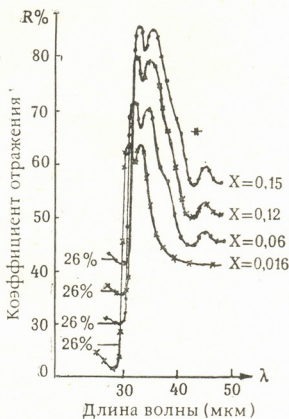


Рис 1

соответственно $\omega_l = 4,5 \cdot 10^{13}$ сек⁻¹ и $\omega_l = 4,35 \cdot 10^{13}$ сек⁻¹. Как видно из рисунка, в области 36,5 мкм имеет место раздвоение пика решеточного отражения. Вероятно, это раздвоение пика не связано с резонансным характером или с влиянием состава твердого раствора, так

№ образца	Состав x	Концентрация электронов N (см ⁻³)	$\omega_l \cdot 10^{-13}$ (сек ⁻¹)	$\omega_l \cdot 10^{-13}$ (сек ⁻¹)
1	0,016	$6,0 \cdot 10^{16}$	5,45	5,07
2	0,02	$6,5 \cdot 10^{16}$	5,45	5,0
3	0,044	$7,5 \cdot 10^{16}$	5,35	4,95
4	0,06	$2,6 \cdot 10^{17}$	5,35	4,95
5	0,12	$1,3 \cdot 10^{17}$	5,30	4,90
6	0,15	$4,0 \cdot 10^{17}$	5,30	4,90

как характер полосы остается неизменным как для всех исследованных образцов твердых растворов, так и при контрольных измерениях чистых образцов GaAs. Подобная картина, только с меньшей глубиной полосы, наблюдалась в чистом арсениде галлия и в измерениях Хесса и Хенвесса [1].

С понижением температуры до $T = 90^\circ\text{K}$ заметного изменения характеристических частот ω_l и ω_t не отмечается.

С использованием ранее измеренного нами значения высокочастотной диэлектрической проницаемости $\epsilon_{\infty} = 11,6 \pm 0,05$ на основе полученных экспериментальных результатов с помощью соотношения Лиддена — Сакса — Теллера $\omega_l/\omega_t = (\epsilon_s/\epsilon_{\infty})^{1/2}$ [2] была определена величина статической диэлектрической проницаемости твердых растворов $GaInAs$ $\epsilon_s = 13,4 \pm 0,1$.

При рассмотрении эффективного электрического поля, действующего на ион, вводится микроскопический параметр e_s^* , характеризующий поляризацию кристалла. Этот параметр, определяющий степень полярности кристалла, можно определить по формуле Сегети [2]:

$$e_s^*/e = \left(\frac{\epsilon_s - \epsilon_{\infty}}{4\pi} \right)^{1/2} \left(\frac{\bar{M}}{N} \right) \left(\frac{3\omega_t}{\epsilon_{\infty} + 2} \right),$$

где N — концентрация ионных пар, а приведенная масса $\bar{M} = \frac{M_+ M_-}{M_+ + M_-}$,

Величина эффективного заряда оказалась равной $e_s^* = 0,46 e$.

При исследовании тонких эпитаксиальных слоев ($d < 10$ мкм) твердых растворов интерференционная картина в определенной степени маскировала спектры отражения, связанные с кристаллической решеткой, однако при их сопоставлении со спектрами объемных кристаллов результаты сходились.

Академия наук Грузинской ССР
Институт кибернетики

(Поступило 7.5.1987)

ფიზიკა

ე. სიხარულაძე

გამოსწივების მესერული არეკვლა $GaInAs$ მჟარ ხსნარებში

რეზიუმე

შესწავლილია $In_x Ga_{1-x} As$ მყარი ხსნარების კრისტალური მესერის რხევის დამახასიათებელი თავისებურებანი. კვლევა ჩატარდა სხვადასხვა შემადგენლობის მყარი ხსნარების მოცულობით მონოკრისტალებზე და ეპიტაქსიალურ ფირებზე. დადგენილია მესერის ოპტიკური რხევის განივი და გასწვრივი სიხშირეები, სტატიკური დიელექტრიკული შეღწევადობისა და ეფექტური იონური მუხტის მნიშვნელობები.

PHYSICS

E. I. SIKHARULIDZE

LATTICED REFLECTION OF RADIATION IN SOLID SOLUTIONS OF $GaInAs$

Summary

Characteristics of crystal lattice oscillations in solid solutions of $In_x Ga_{1-x} As$ have been studied. The research has been carried out on volu-



metric single crystals and epitaxial films of solid solutions with different composition. The frequencies of longitudinal and transverse optical oscillations of the lattice, the values of the static dielectric constant and effective ionic charge have been established.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. H a s s, B. H e n v i s. J. Phys. Chem. Sol. 23, 1099, 1962.
2. Оптические свойства полупроводников. Под ред. Р. Уиллардсона и А. Бира. М., 1970.



Т. А. МАРСАГИШВИЛИ, М. Н. МАЧАВАРИАНИ

КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ СПЕКТР ПОЛЯРИЗУЕМОЙ ДВУХАТОМНОЙ МОЛЕКУЛЫ В ПОЛЯРНОЙ СРЕДЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Л. Буишвили 12.5.1987)

Цель предложенной работы — теоретический расчет колебательных спектров двухатомных поляризуемых дипольноактивных молекул в полярных средах.

В литературе сдвиг колебательных уровней молекул при переходе от газовой фазы к конденсированной в основном объясняется действием вандерваальсовских сил. Используемые при этом модели основаны на теории Онзагера—Бетчера [1—3] и не учитывают сдвига за счет флуктуаций поляризации среды. Эти модели, как правило, среду рассматривают как бесструктурный диэлектрик и, за редким исключением, не учитывают ни эффекты пространственной дисперсии, ни эффекты частотной дисперсии диэлектрической проницаемости среды.

Для простоты будем рассматривать незаряженную двухатомную дипольноактивную примесную частицу в полярной среде. Гамильтониан системы запишем в виде

$$H = H_m + H_p + H_{int}, \quad (1)$$

где H_m — гамильтониан среды; H_p — гамильтониан частицы; H_{int} — гамильтониан взаимодействия между ними.

Взаимодействие H_{int} разобьем на два слагаемых: $H_{int} = H_{int}^{(1)} + H_{int}^{(2)}$, где $H_{int}^{(1)}$ — взаимодействие примеси со средней поляризацией среды $\langle P \rangle$ (задачу об определении $\langle P \rangle$ будем рассматривать как квазистатическую):

$$H_{int}^{(1)} = - \int \langle P(r) \rangle E_0(r) dr, \quad (2)$$

а $H_{int}^{(2)}$ — взаимодействие примеси с флуктуациями поляризации среды:

$$H_{int}^{(2)} = - \int \delta P(r) E_0(r) dr. \quad (3)$$

В формулах (2) и (3) $E_0(r)$ — напряженность электрического поля, создаваемая примесью в точке r .

В рамках теории линейного отклика среднее значение поляризации среды в точке r в квазистатическом приближении может быть выражено через функцию Грина (ФГ) операторов поляризации среды P , характеризующую полярную среду, и через напряженность электрического поля примеси $E(r)$, которая и наводит данную среднюю поляризацию среды:

$$\langle P_i(r) \rangle = - \int G_{p_i p_k}(r, r'; \omega \rightarrow 0) E_k(r) dr, \quad (4)$$



где $G(r, r', \omega)$ — Фурье-образ временной запаздывающей ФГ операторов поляризации среды. Фурье-образ этой ФГ может быть выражен через комплексную диэлектрическую проницаемость при $\omega \rightarrow 0$, $\varepsilon(k, k'; \omega \rightarrow 0)$ [4]. В частности, для однородных систем

$$G_{PP}(k, \omega) = -\frac{1}{4\pi} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon(k, \omega)} \right). \quad (5)$$

В формуле (4) предполагается, что в отсутствии примеси средняя поляризация равна нулю. Для E можно использовать выражение, аналогичное E_0 , в котором вместо газофазного дипольного момента $\mu_0(r)$ будет дипольный момент в среде $\mu(r')$.

Если примесная молекула изотропнополяризуемая, то для дипольного момента μ можно использовать выражение

$$\mu(r) = \mu_0(r) + \alpha(r) E(r), \quad (6)$$

где $\alpha(r)$ — поляризуемость молекулы, а E — напряженность электрического поля, действующего со стороны среды на примесную молекулу.

Напряженность электрического поля E может быть выражена через ФГ операторов скалярного потенциала φ :

$$E_i(r) = \text{grad}_{r_i} \int dr' \text{grad}_{r'_k} G_{\varphi\varphi}(r, r', \omega=0) P_k^{ex}(r'), \quad (7)$$

где P^{ex} — поляризация примесной частицы, равная для приближения точечного диполя $P^{ex}(r) = \mu \delta(r)$.

Если внутримолекулярные колебания примеси описываются в гармоническом приближении с частотой ω_s и равновесной длиной $Q_0=0$, то учет взаимодействия $H_{int}^{(1)}$ приведет к изменению квадрата частоты колебания на величину $\Delta\omega^2$ и равновесной длины этого колебания на ΔQ :

$$\Delta\omega^2 = \frac{1}{2} \frac{\partial E_0}{\partial Q} G_{PP} \frac{\partial E}{\partial Q}; \quad \Delta Q = \frac{1}{4\omega_s} \left(\frac{\partial E_0}{\partial Q} G_{PP} E + E_0 G_{PP} \frac{\partial E}{\partial Q} \right). \quad (8)$$

Гамильтониан системы перепишем в виде

$$H = H_m + H_P + H_{int}^{(2)} + F_S, \quad (9)$$

где H_P — гамильтониан частицы в полярной среде (с параметрами $\omega_s^2 + \Delta\omega^2$, ΔQ), а F_S имеет вид

$$F_S = -\frac{1}{2} E^0 G_{PP} E. \quad (10)$$

Разлагая напряженность электрического поля $E(r, Q)$, входящую в выражение для $H_{int}^{(2)}$, в ряд по Q до линейного члена, получаем

$$H_{int} = - \int \delta P E_0(r, Q=0) dr - \int \delta P(r) U(r) Q dr; \quad U(r) = \left. \frac{\partial E}{\partial Q} \right|_{Q=0} \quad (11)$$

Первое слагаемое в правой части формулы (11) приводит к изменению равновесной поляризации среды, а второе слагаемое — к изменению частотного спектра примеси и среды и к затуханию колебаний примеси [4].

Методика расчета частотного спектра системы при учете взаимодействия внутримолекулярных колебаний примесной частицы с флук-

туациями поляризации среды была представлена в работах [5—7]. В [7] было получено выражение для температурной ФГ операторов нормальных координат внутримолекулярных колебаний двухатомных дипольноактивных примесей:

$$G_{QQ}(\omega_n) = \frac{1}{\omega_s^2 + \omega_n^2 - U(\omega_n)}, \quad \omega_n = 2\pi nKT, \quad (12)$$

$$n = 0; \pm 1; \pm 2, \dots,$$

где K — постоянная Больцмана; T — температура в шкале Кельвина, а перенормированное взаимодействие $U(\omega_n)$ характеризовало эффекты взаимодействия примеси со средой:

$$U(\omega_n) = \int \frac{\partial E_i(r)}{\partial Q} G_{\delta P_i \delta P_k}(r, r'; \omega_n) \frac{\partial E(r')}{\partial Q} dr dr'. \quad (13)$$

Для ФГ $G_{\delta P_i \delta P}$ используем приближение факторизации по пространственной и временной зависимости:

$$G_{\delta P_i \delta P}(r, r'; \omega_n) = G(r, r') f(\omega_n), \quad (14)$$

где $f(\omega_n)$ — нормированная функция частотной дисперсии среды.

Анализ колебательного спектра частицы в случае дебаевской зависимости функции $f(\omega_n)$ был приведен в работе [7]. Здесь же мы остановимся на модели, в которой частотная дисперсия ФГ операторов поляризации среды носит резонансный характер:

$$f(\omega_n) = -\frac{C}{8\pi} \frac{\Omega_r^2 + \gamma^2}{\omega_n} \left(\frac{1}{i\omega_n - \Omega_r + i\gamma} - \frac{1}{i\omega_n + \Omega_r + i\gamma} \right), \quad (15)$$

где C , Ω_r и γ — экспериментальные параметры.

Уравнение для колебательного спектра частицы имеет вид

$$F(\omega) = -\omega^4 - 2i\gamma\omega^3 - (\Omega_r^2 + \omega_s^2 + \gamma^2)\omega^2 - 2i\omega_s\omega + \omega_s^2(\Omega_r^2 + \gamma^2)(1-k) = 0, \quad (16)$$

где k — параметр силы связи со средой.

В зависимости от соотношения параметров ω_s , ω_n , γ и k решения уравнения (16) описывают либо колебания с затуханием, либо чистые затухания. Приведем решения уравнения (16) для наиболее реалистичной модели — при слабой связи со средой, когда $k \ll 1$. В этом случае

$$\omega_{1,2} = \omega_s \left[1 + k \frac{\Omega_r^2 + \gamma^2}{2} \frac{\omega_s^2 - \gamma^2 - \Omega_r^2}{(\omega_s^2 - \gamma^2 - \Omega_r^2)^2 + 4\gamma^2\omega_s^2} \right] -$$

$$- \frac{ik\gamma\omega_s^2(\Omega_r^2 + \gamma^2)}{(\omega_s^2 - \gamma^2 - \Omega_r^2)^2 + 4\gamma^2\omega_s^2}, \quad (17)$$

$$\omega_{3,4} = \Omega_r \left[1 + k\omega_s^2 \frac{2(\Omega_r^2 + \gamma^2)(\Omega_r^2 - \gamma^2 - \omega_s^2)}{2\Omega_r^2[\Omega_r^2 - \gamma^2 - \omega_s^2]^2 + 4\gamma^2\Omega_r^2} \right] -$$

$$- i\gamma \left[1 - \frac{k\omega_s^2(\Omega_r^2 + \gamma^2)}{(\Omega_r^2 - \gamma^2 - \omega_s^2)^2 + 4\gamma^2\Omega_r^2} \right].$$

Из полученных выражений видно, что учет взаимодействия $U(\omega_n)$ приводит не только к сдвигу частот, но и к появлению затухания

этих колебаний. Нетрудно видеть, что при $\omega_n < \omega_s$ одна из собственных частот системы сдвигается в сторону больших энергий.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт неорганической
 химии и электрохимии

(Поступило 21.5.1987)

ფიზიკა

თ. მარსაგიშვილი, მ. მაჩავარიანი

კონდენსირებულ გარემოში მოთავსებული პოლარიზებადი
 ორატომიანი მოლეკულის რხევითი სპექტრი

რეზიუმე

შემოთავაზებულ მოდელში გათვალისწინებულია გარემოს პოლარიზაციის ფლუქტუაციების ურთიერთქმედება მინარევის შიდამოლეკულურ რხევებთან და სოლვატაციის ეფექტები ამ მოლეკულებისა გამხსნელის მოლეკულებთან.

PHYSICS

T. A. MARSAGISHVILI, M. N. MACHAVARIANI

VIBRATIONAL SPECTRUM OF A POLARIZABLE DIATOMIC MOLECULE IN A CONDENSED MEDIUM

Summary

The suggested model takes into account interaction between the fluctuations of medium polarization and intramolecular vibrations of impurities as well as solvation effects of these molecules with the solvent molecules.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. L. Onsager. J. Amer. Chem. Soc. 1936, 58, 1485.
2. A. Buckingham. Proc. R. Soc. 1956, A 238, 235.
3. Н. Г. Бахшиев. Спектроскопия межмолекулярных взаимодействий. Л., 1972.
4. R. R. Dogonadze, T. A. Marsagishvili. Surf. Sci. 1980, v. 101.
5. R. R. Dogonadze, T. A. Marsagishvili. In: The chemical physics of solvation. Part A. Ed: R. Dogonadze *et al.*—Elsevier, Amsterdam, 1985 p. 39.
6. R. R. Dogonadze, T. A. Marsagishvili. In: The chemical physics of solvation. Part B. Ed.: R. Dogonadze *et al.*—Elsevier, Amsterdam, 1986, p. 189.
7. P. P. Догондзе, Т. А. Марсагишвили, М. Н. Мацавариანი. Сообщения АН ГССР, 127, № 1, 1987.

Ю. В. ГУЛЯЕВ (академик АН СССР), В. Т. ПОТАПОВ,
 А. А. СОКОЛОВСКИЙ, Н. Л. ЧХАРТИШВИЛИ

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ НЕПАРАКСИАЛЬНЫХ СВЕТОВЫХ
 ПУЧКОВ ГРАДИЕНТНЫМИ ЛИНЗАМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. Г. Ломинадзе 6.4.1988)

Общезвестно, что чувствительность и динамический диапазон волоконно-оптических датчиков (ВОД) рефлектометрического типа определяются диаграммой направленности излучения из торца световода [1]. Поэтому для управления этими параметрами существенное значение приобретает применение различных коллимирующих (или фокусирующих) устройств на торце световода. В настоящей работе рассматриваются вопросы применения градиентных линз для преобразования непараксиальных пучков излучения на выходе оптических волокон.

Для теоретического расчета параметров линзы (длины радиуса фокального пятна) применим метод лучевой оптики, развитый в [2, 3]. Траектории лучей в цилиндрической градиентной линзе радиусом и профилем показателя преломления

$$n^2(x, y) = n^2(0,0)[1 - g^2(x^2 - y^2)], \quad x^2 - y^2 \leq R^2 \quad (1)$$

находим из канонических уравнений Гамильтона

$$\frac{dx}{dz} = \frac{\partial H}{\partial p_x}, \quad \frac{dy}{dz} = \frac{\partial H}{\partial p_y}, \quad \frac{dp_x}{dz} = -\frac{\partial H}{\partial x}, \quad \frac{dp_y}{dz} = -\frac{\partial H}{\partial y}, \quad (2)$$

где

$$H = -\sqrt{n^2(x, y) - p_x^2 - p_y^2} \quad (3)$$

x, y — координаты луча, z — координата вдоль оптической оси системы, p_x, p_y — обобщенные импульсы, связанные с углами наклона луча к координатным осям.

При начальных условиях $x = x_0, y = y_0, p_x = p_{x0}, p_y = p_{y0}$ при $z = 0$ решение системы уравнений (2) имеет вид

$$\begin{aligned} x &= x_0 \cos \gamma z + \frac{p_{x0}}{n_0 g} \sin \gamma z, & y &= y_0 \cos \gamma z + \frac{p_{y0}}{n_0 g} \sin \gamma z, \\ p_x &= p_{x0} \cos \gamma z - n_0 g x_0 \sin \gamma z, & p_y &= p_{y0} \cos \gamma z - n_0 g y_0 \sin \gamma z \end{aligned} \quad (4)$$

где $\gamma = \frac{n_0 g}{\sqrt{n^2(x_0, y_0) - p_{x0}^2 - p_{y0}^2}}$.

Как видно из (5), в параксиальном приближении ($\frac{p_{x0}^2 + p_{y0}^2}{n^2(x_0, y_0)} \ll 1$), величина γ и период фокусировки лучей не зависят от угловых характеристик луча (p_{x0}, p_{y0}). В этом случае $\gamma = g$ и параксиальный пучок, входящий в линзу параллельно ее оси, фокусируется в точке на длине $z = \frac{\pi}{2g}$. Раз-

меры фокального пятна ограничены дифракцией и составляют $d \approx \frac{\lambda}{2NA}$,

где NA — числовая апертура линзы. Для случая непараксиального пучка период фокусировки (как и фокального пятна) будет иметь другие, конечные размеры.

Предположим, что источник с координатами x_0, y_0 расположен на оси градиентной линзы. Цилиндрическая симметрия задачи позволяет перейти от координат x, y, p_x, p_y к координатам r, φ, d, β по формулам



$x = r \cos \varphi$, $P_x = n(r) \sin \alpha \cos(\varphi + \beta)$, $y = r \sin \varphi$, $P_y = n(r) \sin \alpha \sin(\varphi + \beta)$, (6)
 где α — угол между лучом и осью z ; β — угол между проекцией луча на плоскость $z = \text{const}$ и радиус-вектором, проведенным через координаты луча в данной плоскости. Тогда уравнения (4) принимают вид

$$r^2 = r_0^2 \cos^2 \gamma z + \frac{n^2(r_0) \sin^2 \alpha_0}{n_0^2 g^2} \sin^2 \gamma z + \frac{n(r_0) r_0 \sin \alpha_0 \cos \beta_0}{n_0 g} \sin 2 \gamma z, \\ n^2(r) \sin^2 \alpha = n^2(r_0) \sin^2 \alpha_0 \cos^2 \gamma z + n_0^2 g^2 r_0^2 \sin^2 \gamma z - \\ - n_0 n(r_0) g_0 \sin \alpha_0 \cos \beta_0 \sin 2 \gamma z, \quad (7)$$

где $\gamma = \frac{g}{\sqrt{1 - g^2 r_0^2 \cos^2 \alpha_0}}$, r_0 , α_0 , β_0 — радиус и углы на выходе луча в линзу соответственно.

Для типичных параметров многомодовых волокон ($2a = 50$ мкм) и градиентных линз ($2R = 1500$ мкм) $0,999 \leq \cos \beta_0 \leq 1$, поэтому в (7) можно положить $\cos \beta_0 \approx 1$ и рассматривать в линзе только меридиональные лучи. В этом случае имеем

$$r = r_0 \cos \gamma z + \frac{n(r_0) \sin \alpha_0}{n_0 g} \sin \gamma z, \quad \gamma = \frac{g}{\sqrt{1 - g^2 r_0^2 \cos^2 \alpha_0}}, \\ n(r) \sin \alpha = n(r_0) \sin \alpha_0 \cos \gamma z - n_0 g r_0 \sin \gamma z, \quad (8)$$

Рассмотрим два случая: фокусировку параллельного пучка и коллимирование излучения точечного источника.

В первом случае $\alpha_0 = 0$ и радиус выходного пучка определится формулой

$$r = r_0 \cos \frac{gz}{\sqrt{1 - g^2 r_0^2}}. \quad (9)$$

Предположим, что длина линзы близка к четвертьволновой, т. е. $z = k \frac{\pi}{2g}$, где $k \approx 1$. Из условия экстремума $\frac{dr}{dz} = 0$ находим, что при

$$r_0 = \frac{1}{g} \sqrt{1 - \sqrt[3]{k^2}} \quad (10) \quad r'_{\max} = \frac{1}{g} \sqrt{1 - \sqrt[3]{k^2}} \cos \frac{\pi}{2} k^{2/3}. \quad (11)$$

максимальное значение радиуса пучка на выходе линзы.

При расширении входного пучка (увеличении r_0) в выражении (9) будет возрастать r , а максимальное по абсолютной величине значение r будет иметь место на конце интервала:

$$r''_{\max} = \left| r_0 \max \cos \frac{\pi k}{2 \sqrt{1 - g^2 r_0^2 \max}} \right|, \quad (12)$$

где $r_0 \max$ — максимальный радиус пучка на входе линзы.

Оптимальную длину линзы, при которой размеры фокального пятна минимальны, находим из условия

$$r'_{\max} = -|r''_{\max}|. \quad (13)$$

Решение уравнения (13) с учетом (11) и (12) дает следующее выражение для длины градиентной линзы, при которой размеры фокального пятна минимальны:

$$z = \frac{\pi}{2g} \left(1 - \frac{3}{8} g_0^2 r_0^2 \right) R. \quad (14)$$

Размер фокального пятна определяется формулой

$$r_{\min} = \frac{\pi r_0}{8} \frac{g^2 r_0}{2 - g^2 r_0^2} R, \quad (15)$$

а угол расходимости излучения на выходе линзы дается выражением $\sin \alpha \approx n_0 g r_0$.

Оценим величину поправки, получаемой из (14) и (15) для конкретной градиентной линзы из поликомпонентных стекол: $R=750$ мкм, $NA=0,275$, $r_0=R$, $n_0=1,628$. В параксиальном приближении четвертьволновая длина линзы составит $z = \frac{\pi}{2g} R = 6,974$ мм

и радиус фокального пятна $r=17$ мкм. При расчете по формулам (14) и (15) имеем соответственно $Z=6,900$ мм и $r=4,26$ мкм. Таким образом, учет непараксиальности световых пучков при выборе размеров градиентных линз дает существенные поправки. При правильном выборе длины линзы можно в 4 раза уменьшить размеры фокального пятна, что имеет важное значение для ряда задач согласования волоконно-оптических устройств.

Следует заметить, что приведенные выше соотношения получены в приближении геометрической оптики. Поэтому выражение (15) справедливо только для таких r_0 , при которых $r_{\min} \geq \frac{\lambda}{2NA}$ (размер дифракционного пятна).

При коллимировании излучения точечного источника ($r_0=0$), расположенного на оси линзы, из (8) получаем выражение для угла α расходимости пучка на выходе:

$$n(r) \sin \alpha = n(0) \sin \alpha_0 \cos \frac{gz}{\cos \alpha_0}. \quad (16)$$

Поскольку для всех $0 \leq r \leq R$ значения $n(r)$ отличаются от $n(0)$ не более чем на 1,5%, то без существенной потери точности можно считать, что

$$\sin \alpha \simeq \sin \alpha_0 \cos \frac{gz}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha_0}}. \quad (17)$$

Выражение для Z , при котором α будет минимально, находим таким же образом, как и (14), в результате чего имеем

$$z = \frac{\pi}{2g} \left(1 - \frac{3}{8} \sin^2 \alpha_0 \right) R_0 = \frac{\pi}{2g} \left(1 - \frac{3}{8} \frac{\sin^2 \varphi_0}{n_0^2} \right) R, \quad (18)$$

где φ_0 — максимальный угол расходимости светового пучка в воздухе. При длине линзы Z , выбранной в соответствии с (18), расходимость пучка на выходе будет минимальна, а угол расходимости φ_{\min} определяется выражением

$$\sin \varphi_{\min} \simeq \frac{\pi}{8n_0} \cdot \frac{\sin^2 \varphi_0}{2n_0^2 \sin^2 \varphi_0} \quad (19)$$

при радиусе выходного пучка, равном $r \approx \frac{\sin \varphi_0}{n_0 g} R$. Численные оценки для линзы с $n=1,628$ и для $\sin \varphi_0=0,275$ дают из (18) $z_{\text{от}}=6,900$ мм и $\varphi_{\min}=1,6 \cdot 10^{-3}$ рад. Если же считать $z = \frac{\pi}{2g}$, то φ_{\min} составит $6,3 \cdot 10^{-3}$

рад, т. е. расходимость пучка получается почти в 4 раза больше.

Полученные результаты находятся в хорошем соответствии с экспериментальными данными и результатами численных расчетов [4, 5]. Так, в работе [6] при создании разветвителей численными методами решалась задача поиска оптимальной длины градиентной линзы, при которой минимальны расходимость пучка и потери при стыковке линзы с волокнами. Было найдено, что оптимальная длина линзы равна 9,08 мм, а результат расчета по формуле (18) дает значение 9,074 мм. Если же определять длину линзы в параксиальном приближении, то она составит 9,200 мм. При этом потери на стыков-



ку при длине $Z=9,200$ мм составляли $\simeq 1,1$ ДБ, а при $z=9,074$ будут равны 0,22 ДБ.

Таким образом, полученные в настоящей работе выражения позволяют определить оптимальную длину градиентных линз для непараксиальных пучков излучения. Выбор оптимальной длины линзы, с одной стороны, позволяет снизить потери при стыковке волоконно-оптических элементов, а с другой стороны, создавать ВОД рефлектометрического типа с заданными характеристиками.

Академия наук СССР
Институт радиотехники
и электроники

(Поступило 7.4.1988)

ფიზიკა

ი. გულაიანი (სსრ კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი),
ბ. პოტაპოვი, ა. სოკოლოვსკი, ნ. ჩხარტიშვილი

არაპარაქსიალური სინათლის კონების გარდაქმნა
გრადიენტული ლინზებით

რეზიუმე

თეორიულად განხილულია ოპტიკური ბოჭკოების გამოსასვლელზე არაპარაქსიალური სინათლის კონების გარდაქმნა (კოლიმირება, ფოკუსირება) გრადიენტული ლინზების საშუალებით. მიღებულია ლინზის ოპტიმალური სიგრძის საანგარიშო გამოსახულებანი. რეზულტატები კარგად ეთანადებიან ექსპერიმენტულ მონაცემებსა და ელექტრონულ-გამომთვლელ მანქანაზე შესრულებულ რიცხვით გამოთვლებს.

PHYSICS

Yu. V. GULYAYEV, V. T. POTAPOV, A. A. SOKOLOVSKY,
N. L. CHKHARTISHVILI

NON-PARAXIAL LIGHT BEAM TRANSFORMATION BY GRADIENT LENSES

Summary

The article deals with the theory of non-paraxial light beam transformation at the output of optic fibers by gradient lenses. Expressions to determine optimal lens length have been obtained. Theoretical results agree with experimental and computer data.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Моисеев, В. Т. Потапов, А. А. Соколовский, В. А. Сверидов. Радиотехника, № 6, 1982, 83.
2. Д. Маркузе. Оптические волноводы. М., 1974.
3. В. Т. Потапов, А. А. Соколовский, А. Д. Шатров. Радиотехника и электроника, т. XXIII, № 4, 1978, 711.
4. K. Kobayashi *et al.* Technical Digest. Int. Conf. on Integrated Optics and Optical Fiber Commun., Tokyo, 1977, p. 267.
5. K. Thyagarajan *et al.* Appl. Opt., v. 19, № 7, 1980, p. 1061—1064.

В. М. ОКУДЖАВА (академик АН ГССР), Б. Г. ЧАНКВЕТАДZE,
М. Д. РУХАДZE

ОДНОВРЕМЕННОЕ КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЕНЗОНАЛА (ИЛИ ФЕНОБАРБИТАЛА), ГЕКСАМИДИНА И ДИФЕНИНА МЕТОДОМ ГАЗО-ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Разработана методика количественного определения препаратов противосудорожного действия бензонала (или фенобарбитала), гексамидина и дифенина методом газо-жидкостной хроматографии.

Описанная методика характеризуется экспрессностью, высокой чувствительностью и хорошей воспроизводимостью результатов, она доступна и может быть применена в клинической практике для определения концентрации вышеуказанных препаратов в плазме и сыворотке крови, слюне, спинномозговой жидкости и других биологических объектах.

Гексамидин (примидон) и дифенин (фенитоин) вместе с фенобарбиталом, карбамазепином и вальпроатом натрия относятся к группе основных противосудорожных средств. Большим эпилепсией эти лекарственные средства часто назначаются в комбинации. В Советском Союзе, наряду с вышеуказанными препаратами, широко применяется также препарат отечественного производства бензонал (БЗЛ) [1].

В отличие от других антиконвульсантов, механизм действия бензонала, его метаболизм, фармакокинетика и взаимодействие с другими лекарственными препаратами совершенно не изучены, что в первую очередь обусловлено отсутствием надежного метода количественного определения этого препарата в биологических объектах (в плазме и сыворотке крови, слюне, спинномозговой жидкости, моче, тканях и органах человека и животных). Поскольку бензонал часто применяется совместно с другими противосудорожными средствами, наиболее актуальной задачей является его одновременное количественное определение вместе с другими антиконвульсантами в одной пробе.

Настоящая работа посвящена разработке способа одновременного количественного определения БЗЛ, гексамидина (ГМД) и дифенина (ДФ) методом газо-жидкостной хроматографии (ГЖХ).



Экстрагирование данных антиконвульсантов и соответственного внутреннего стандарта производили из 0,2 мл биологической жидкости следующим образом: в центрифужной пробирке к 0,2 мл плазмы крови добавляли 0,3 мл 0,25 н.НСI и 0,2 мл раствора нозепама (внутренний стандарт) в хлороформе. Экстрагирование проводили 1 мл хлороформа встряхиванием на электрической мешалке со скоростью 150 цикл/мин. Центрифугирование экстракционной смеси осуществляли со скоростью 3000 об/мин. Длительность экстрагирования и центрифугирования 15 мин. Нижний органический слой переносили в другую пробирку и высушивали на водяной бане при температуре 40°C под потоком воздуха. Сухой остаток растворяли в 6 мкл хлороформа и 1—2 мкл вводили в хроматограф.

Хроматографический анализ проводили на приборе «Цвет-1000» с пламенно-ионизационным детектором. Разделение вышеуказанных лекарств и их внутреннего стандарта осуществляли на стеклянной хроматографической колонке длиной 1,3 м, которую наполняли нанесенным на хромосорб W (60—80 меш) 2,5% SP-525. До начала анализов новую хроматографическую колонку прогревали при температуре 260°C в течение 8 часов.

Хроматографический анализ проводили в следующих условиях: температура термостата колонок 240°C, температура испарителя 260°C, скорость газа-носителя (He) 55 мл/мин, расход воздуха 400 мл/мин, расход водорода 30 мл/мин. Времена удерживания БЗЛ (ФБ), ГМД и ДФ в указанных хроматографических условиях приведены в таблице.

Аналитические характеристики метода

Препарат	Время удерживания, сек	Степень извлечения препаратов, %	Чувствительность метода, $\frac{\text{мкг}}{\text{мл}}$		Воспроизводительность результатов, %
Бензонал	80	97	0,1		$\pm 1,5$
Гексамидин	395	92	0,5		$\pm 1,0$
Дифенин	480	94	0,5		$\pm 2,5$

На рис. 1 приведена хроматограмма хлороформного экстракта плазмы крови, содержащей БЗЛ, ГМД и ДФ в пределах терапевтического диапазона. Как видно из этого рисунка, в результате анализа получают хорошо разделяемые, узкие и симметричные пики всех вышеперечисленных лекарственных средств и их внутреннего стандарта нозепама. Следует подчеркнуть, что из других антиконвульсантов только присутствие фенобарбитала (ФБ) в анализируемой плазме ме-

шает анализу. Хроматографический пик ФБ совпадает с пиком БЗЛ и, таким образом, может помешать количественному определению последнего. В случае, если в анализируемой смеси не присутствует БЗЛ,

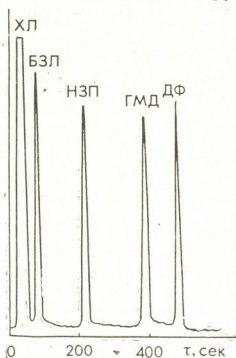


Рис. 1. Хроматограмма хлороформного экстракта донорской крови, содержащей бензонал, гексамидин и дифенин

данная методика может быть применена для одновременного количественного определения ФБ, ГМД и ДФ.

С целью количественного определения БЗЛ, ФБ, ГМД и ДФ строили калибровочные кривые в координатах: концентрация лекарственного препарата ($C_{л.п.}$) — отношение высоты пиков лекарственного препарата ($H_{л.п.}$) и внутреннего стандарта ($H_{НЗП}$). На рис. 2 видно, что зависимости $H_{л.п.}/H_{НЗП}$ от $C_{л.п.}$ характеризуются линейностью в указанных интервалах концентрации для всех четырех препаратов.

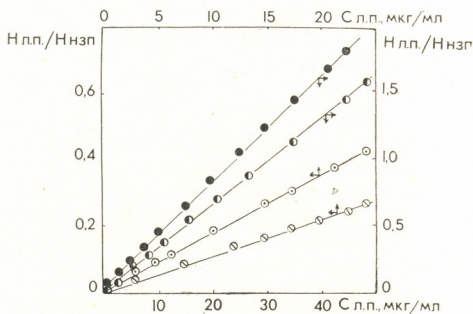


Рис. 2. Калибровочные кривые для определения концентрации бензонала (1, ●), фенобарбитала (2, ●), гексамидина (3, ○), и дифенина (4, ○) в плазме крови

Приведенные в таблице результаты по временам удерживания, степени извлечения препаратов из биологического материала, чувствительности и воспроизводимости метода показывают, что описанная методи-

ка точно и доступна и может быть применена в клинической практике для определения БЗЛ (или ФБ), ГМД и ДФ в плазме и сыворотке крови, слюне, спинномозговой жидкости и других биологических объектах.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 3.9.1987)

ანალიზური ძივნი

3. ოპუჰაზა (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი)
 ბ. ჰანკვეტაძე, მ. რუხაძე

ბენზონალის (ან ფენობარბიტალის), ჰემსამიდიინის და დიფენინის
 ერთდროული რადიონობრივი ანალიზი გაზურ-თხევადი
 ქრომატოგრაფიის მეთოდით

რეზიუმე

მოცემული მეთოდი ხასიათდება სისწრაფით და შედეგების კარგი განმეორებადობით. იგი ხელმისაწვდომია და შეიძლება გამოყენებულ იქნეს კლინიკურ პრაქტიკაში ბენზონალის ან ფენობარბიტალის, ჰემსამიდიინის და დიფენინის განსაზღვრისათვის სისხლის პლაზმასა და შრატში, ნერწყვში, ზურგის ტვინის სითხეში და სხვა ბიოლოგიურ ნიმუშებში.

ANALYTICAL CHEMISTRY

V. M. OKUJAVA, B. G. CHANKVETADZE, M. D. RUKHADZE

SIMULTANEOUS QUANTITATIVE DETERMINATION OF BENZONAL
 (OR PHENOBARBITAL), PRIMIDONE AND DIPHENYLHYDANTION
 BY GAS-LIQUID CHROMATOGRAPHY

Summary

Gas-liquid chromatography (GLC) method is proposed for the simultaneous quantitative determination of antiepileptic drugs benzonal (or phenobarbital), primidone and diphenylhydantion in biological samples.

The method is fast and simple, it is characterized by good reproducibility of results and high sensitivity, and can be used in clinical practice for the determination of the above-listed drugs in blood serum and plasma, saliva, cerebrospinal fluid and other biological samples.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Д. Машковский. Лекарственные средства, ч. I. М., 1985, 144—145.



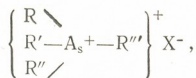
ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Г. Н. ЧАЧАВА, Р. Д. ГИГАУРИ, М. М. УГУЛАВА, Н. И. ГУРГЕНИДЗЕ

СИНТЕЗ ТРИИДОМЕРКУРОАТОВ МЕТИЛ- И ЭТИЛДИ-
n-ТОЛИЛАЛКИЛАРСОНИЕВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. М. Хананашвили 29.5.1987)

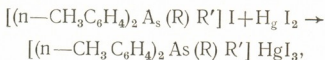
Арсеновые соли можно рассматривать как производные тетраэдрического иона арсония



где R, R', R'' — алкил-, арил- или алкоксигруппа, а X — галогенид или другая анионная группа. Они участвуют в значительно большем числе реакций, чем соответствующие соли аммония [R₄N]X, что, вероятно, происходит из-за большего размера атома мышьяка по сравнению с азотом и участия в связях его А-орбиталей.

Ранее одним из нас [1] было исследовано взаимодействие иодидов диарилдиалкиларсониев (со смешанными алкиловыми радикалами) с иодидом ртути (II). Обнаружилось, что при этом получают триидомеркуроаты соответствующих арсониев, а не тетраидомеркуроаты, как это ожидалось [2—4]. Причину такого поведения исследуемых солей арсония, очевидно, следует искать в составе и строении самого иона арсония.

С целью выяснения вопроса, является ли такое поведение солей арсония закономерным или аномальным, в настоящей работе нами было исследовано взаимодействие иодидов метил- и этилди-*n*-толилалкиларсониев с иодидом ртути (II). Оказалось, что при этом идет реакция присоединения с образованием соответствующих триидомеркуроатов:



где R — алкил, а R' = —CH₃ или C₂H₅.

Реакции проводили в разбавленных спиртовых растворах. По мере удаления части спирта при комнатной температуре выпариванием выделялись крупнокристаллические вещества желтоватого цвета.

Синтезированные соединения, физико-химические константы которых приведены в табл. 1 и 2, почти нерастворимы в бензоле, гексане и других неполярных растворителях, но сравнительно хорошо растворимых в спирте и ацетоне.

Состав и строение синтезированных комплексов, кроме элементного анализа, подтверждены ИК-спектрами, которые получены на спектрометре UR-20 в виде тонкого слоя между пластинками из КВч, 5. „მეცნიერება“, ტ. 132, № 1, 1988



а также в виде эмульсии в вазелиновом масле. В ИК-спектрах всех синтезированных комплексов присутствуют полосы поглощения ароматических ядер в области 1500, 1600, 3000—3100 см^{-1} , а также полосы поглощения, обусловленные колебаниями As—C-связи в области 625 см^{-1} . При этом следует отметить, что ИК-спектры исследуемых комплексов в основном аналогичны спектрам исходных иодидов арсония.

Таблица 1

Триодомеркуроаты метилди (п-толил) алкиларсониев
 $[(\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4)_2\text{AsRCH}_3]^+(\text{HgI}_3)^-$

№	R	Выход, %	Т. пл., °C	Найдено Hg, %	Ф о р м у л а	Вычислено Hg, %
1	C_3H_7	85,5	107—108	22,03	$\text{C}_{18}\text{H}_{24}\text{AsHgI}_3$	22,36
2	изо- C_3H_7	83,7	135—136	22,73	$\text{C}_{18}\text{H}_{24}\text{AsHgI}_3$	22,36
3	C_4H_9	77,0	138—139	22,42	$\text{C}_{19}\text{H}_{26}\text{AsHgI}_3$	22,02
4	изо- C_4H_9	81,4	125—126	21,81	$\text{C}_{19}\text{H}_{26}\text{AsHgI}_3$	22,02
5	C_5H_{11}	87,2	103—104	21,40	$\text{C}_{20}\text{H}_{28}\text{AsHgI}_3$	21,68
6	изо- $\text{C}_5\text{H}_{11}^a$	78,8	130—131	21,90	$\text{C}_{20}\text{H}_{28}\text{AsHgI}_3$	21,68
7	цикло- C_6H_{11}	75,2	110—111	21,67	$\text{C}_{21}\text{H}_{28}\text{AsHgI}_3$	21,41

Примечание: а—найдено, %: С 25, 52; Н 2,97; вычислено, %: С 25, 98 %, Н 3,05.

Таблица 2

Триодомеркуроаты этилди (п-толил) алкиларсониев
 $[(\text{п-CH}_3\text{C}_6\text{H}_4)_2\text{AsRC}_2\text{H}_5]^+(\text{HgI}_3)^-$

№	R	Выход, %	Т. пл., °C	Найдено Hg, %	Ф о р м у л а	Вычислено Hg, %
1	CH_3	79,7	122—123	22,94	$\text{C}_{17}\text{H}_{22}\text{AsHgI}_3$	22,72
2	C_2H_5	85,0	107—108	21,95	$\text{C}_{18}\text{H}_{24}\text{AsHgI}_3$	22,36
3	C_3H_7^b	87,4	118—119	21,76	$\text{C}_{19}\text{H}_{26}\text{AsHgI}_3$	22,02
4	изо- C_3H_7	74,5	103—104	22,43	$\text{C}_{19}\text{H}_{26}\text{AsHgI}_3$	22,02

Примечание: б—найдено, % С 25,30; Н 2,86; вычислено, % С 25,06; Н 2,88.

Таким образом, взаимодействием иодидов метил- и этилди-*n*-толилалкиларсониев с иодидом ртути (II) получено 11 ранее не описанных в литературе комплексов.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 18.9.1987)

ზოგადი და ანაორგანული ქიმია

ბ. ჩაჩავა, რ. გიგაური, ვ. უზულავა, ნ. გურგენიძე

მეთილ- და ეთილდი-პ-ტოლილალკილარსონიუმის

ტრიოდომერკურატების სინთეზი

რეზიუმე

მეთილ- და ეთილდი-პ-ტოლილალკილარსონიუმის იოდიდებზე ვერცხლისწყლის იოდიდის მოქმედებით სპირტხსნარებში სინთეზირებულია შესაბამისი

ტრიიოდომერკუროატები. მიღებული კომპლექსების შედგენილობა და აღნაგობა დადგენილია ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდებით.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

G. N. CHACHAVA, R. D. GIGAURI, M. M. UGULAVA, N. I. GURGENIDZE

THE SYNTHESIS OF TRIIODOMERCURATES OF METHYL- AND
ETHYLDI-p-TOLYLALKYLARSINES

Summary

The interaction of mercury iodide and methyl- and ethyldi-p-tolylalkylarsineiodides in alcohol solution has yielded corresponding triiodomercurates. The structure and composition of these complexes are established by physico-chemical methods.

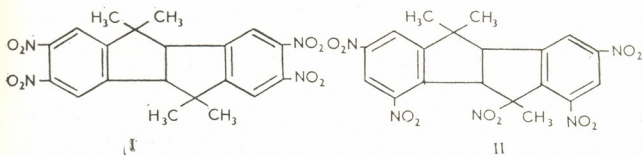
ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. Д. Гигаури, Л. И. Годердзишвили, Б. Д. Чернокальский, М. А. Инджия, И. А. Сабин-Гусс, Т. Н. Шатакишвили. Сообщения АН ГССР, 99, № 3, 1980, 605.
2. G. V. Deacon, B. O. West. J. Chem., Soc., 1961, 3928.
3. M. M. Barg, N. R. Cullen, D. S. Dawson. Can. J. Chem., 40, 1962, 46.
4. Б. Д. Чернокальский, И. Б. Ливенштейн, Г. Х. Камай. ЖОХ, 40, 1970.
5. W. R. Cullen, G. V. Deacon, J. H. S. Green. Canad. J. Chem., 44, 717 (1966)

Л. Г. ЧАГЕЛИШВИЛИ, Ю. А. СТРЕЛЕНКО, Г. Г. САМСОНИЯ,
Д. А. ПАЛАВАНДИШВИЛИ, Р. М. ЛАГИДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР)

СИНТЕЗ ИЗОМЕРНЫХ ДИНИТРОДИАМИНОПРОИЗВОДНЫХ 4,4,8,8-ТЕТРАМЕТИЛ-2,3,6,7-ДИБЕНЗОПЕНТАЛАНА

Ранее было показано, что основной продукт нитрования легкодоступного в настоящее время углеводорода 4,4,8,8-тетраметил-2,3,6,7-дибензопенталана, или по другой номенклатуре 5,5,10,10-тетраметил-4b,5,9b,10-тетрагидроиндено(2,1-а)индена, с т. пл. 301—302° отвечает 2,3,7,8-тетранитро-5,5,10,10-тетраметил-4b,5,9b,10-тетрагидроиндено(2,1-а)индену (I) [1]. Позже с помощью ПМР-спектров нам удалось обнаружить в продуктах реакции в виде трудноразделяемой смеси присутствие небольших количеств мета-изомеров 2,4,6,8-тетранитро-5,5,10,10-тетраметил-4b,5,9b,10-тетрагидроиндено(2,1-а)индена (II).

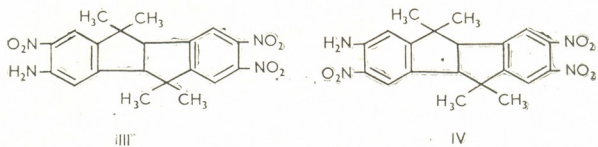


Орто-положение нитрогрупп в соединении (I) было подтверждено также реакциями замещения по одной из нитрогрупп в каждом бензольном кольце некоторыми нуклеофильными агентами [2, 3]. На основании предварительных данных в работе [3] показано, что при продолжительном нагревании соединения (I) с насыщенным раствором аммиака в этаноле образуется 2,8-динитро-3,7-диамино-5,5,10,10-тетраметил-4b,5,9b,10-тетрагидроиндено(2,1-а)инден с т. пл. 275°C с выходом порядка 25—30% [3].

В настоящей работе путем многократного хроматографирования продуктов реакции в тонком слое Al_2O_3 или силикагеля нам удалось выделить, наряду с соединением (III), другой пространственный изомер 2,7-динитро-3,8-диамино-5,5,10,10-тетраметил-4b,5,9b,10-тетрагидроиндено(2,1-а)инден (IV) с т. пл. 250—252°C приблизительно в равном количестве.

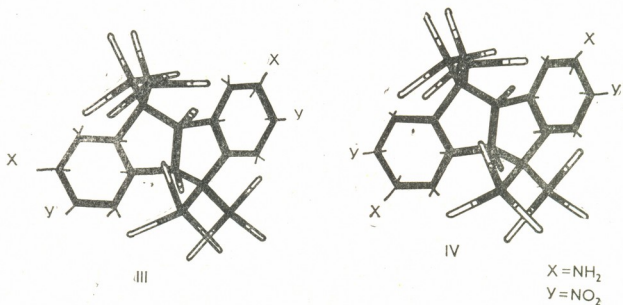
В целях увеличения выхода продуктов реакции, и ее скорости в данной работе мы использовали в качестве катализатора ранее полученную одним из нас четвертичную аммониевую соль триэтил-(3-фенилбутил)аммонийбромид [4]. Это позволило сократить продолжительность реакции с 18—20 до 6 часов и увеличить суммарный выход продуктов с 43 до 55%.

Для большей наглядности ниже приводим также пространственные модели этих соединений:



ИК-спектры сняты на спектрофотометре «Specord JR» в таблетках КВг, спектры ^1H ЯМР — на приборе «Bruker WM-250» в CDCl_3 , внутренний стандарт ТМС, масс-спектры — на приборе «ЛКВ-2091» при энергии ионизирующих электронов 70 эВ.

К 0,5 г соединения (I) добавляли 50 мл насыщенного раствора аммиака в этаноле и смесь нагревали в запаянной ампуле на кипящей водяной бане в течение 18 часов. Растворитель упаривали под небольшим разряжением, остаток растворяли в смеси эфир-бензол (1:4) и перколировали через колонку, заполненную Al_2O_3 или силикагелем. Перколят наносили на пластинки с тонким слоем силикагеля марки



Л40/100 (ЧССР) и хроматографировали в вышеуказанной системе растворителей. Таким путем были выделены два продукта, перекристаллизацией которых из бензола получены соответственно два изомера: 2,8-динитро-3,7-диамино-5,5,10,10-тетраметил-4b,5,9b,10-тетрагидроиндено(2,1-а)-инден (III), т. пл. 275° , R_f 0,26; 0,1 г (23% от теор.) и 2,7-динитро-3,8-диамино-5,5,10,10-тетраметил-4b,5,9b,10-тетрагидроиндено(2,1-а)-инден (IV), т. пл. $250-2^\circ\text{C}$, R_f 0,44; 0,09 г (20% от теор.).

Соединение III. ИК-спектр (cm^{-1}): 3373, 3485 (NH_2); 1446, 1320 (NO_2); 2961 (CH_3); 856 (1,2,4,5 — замещенное бензольное кольцо). ^1H ЯМР (δ , м. д.): 8,00; 7,87; 6,66; 6,52 (4H, с, аром. протоны); 6,03 и 6,05 (4H, 2 NH_2); 3,81 (2H, с, CH); 1,48 (2 CH_3); 0,95 (CH_3), 0,97 (CH_3). Найдено, %: С 63,12; Н 5,84; N 14,26; (M^+) 382. $\text{C}_{20}\text{H}_{22}\text{N}_4\text{O}_4$. Вычислено, %: С 62,83; Н 5,75; N 14,66; М 382.

Соединение (IV). ИК-спектр (cm^{-1}): 3371, 3485 (NH_2); 1498, 1320 (NO_2); 2926 (CH_3); 856 (1,2,4,5 — замещенное бензольное коль-

ცო). ^1H ЯМР спектр (δ , მ. დ.): 8,00 и 6,52 (2H и 2H, аром. протоны); 6,03 (2NH₂); 3,80 (2H, с, CH); 1,43 и 1,03 (6H и 6H, с, 4CH₃). Найдено, %: С 63,46; Н 5,76; N 14,26; (M⁺) 382. C₂₀H₂₂N₄O₄. Вычислено, %: С 62,83; Н 5,75; N 14,66; M 382.

Из продуктов реакции был регенерирован также исходный продукт (I) (до 15%).

В другом опыте к 0,5 г соединения (I) добавляли 50 мл насыщенного раствора аммиака в этаноле и 0,03 г триэтил-(3-фенилбутил)-аммонийбромида и смесь нагревали в запаянной ампуле в течение 6 часов. Из продуктов реакции выделены 2,8-динитро-3,7-диамино-5,5,10,10-тетраметил-4b,5,9b,10-тетрагидроиндено(2,1-а)инден (III) (30% от теор.) и 2,7-динитро-3,8-диамино-5,5,10,10-тетраметил-4b,5,9b,10-тетрагидроиндено(2,1-а)инден (III) (25% от теор.).

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

(Поступило 26.6.1987)

ორგანული ქიმია

ლ. ჩაგელიშვილი, ი. სტრელენკო, ბ. სამსონია, დ. ფალავანდიშვილი,
რ. ლაღიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

4, 4, 8, 8-ტეტრამეთილ-2, 3, 6, 7-დიბენზოპენტალანის
იზომერული დინიტროდიაამინოფარმაკოპეპტიკური სინთეზი

რეზიუმე

ეთილის სპირტის ამიაკალური ხსნარის ურთიერთქმედებით 2, 3, 7, 8-ტეტრანიტრო-5,5,10,10-ტეტრამეთილ-4 b, 5,9 b, 10-ტეტრაპიდროინდენო-(2,1-ა)ინდენტან წინათ სინთეზირებული ნუკლეოფილური ჩანაცვლების პროდუქტთან — 2,8-დინიტრო-3, 7-დიაამინო-5,5,10, 10-ტეტრამეთილ-4b,5,9b, 10-ტეტრაპიდროინდენო(2,1-ა)ინდენტან ერთად სარეაქციო ნარევიდან გამოყოფილი და დახასიათებულია მეორე სივრცითი იზომერი 2, 7-დინიტრო-3, 8-დიაამინო-5, 5, 10, 10-ტეტრამეთილ-4b,5,9b,10-ტეტრაპიდროინდენო(2,1-ა)ინდენი ლ. ტ. 250—252°, დაახლოებით ტოლი რაოდენობით.

ORGANIC CHEMISTRY

L. G. CHAGELISHVILI, Yu. A. STRELENKO, G. G. SAMSONIA,
D. A. PALAVANDISHVILI, R. M. LAGIDZE

SYNTHESIS OF ISOMERIC DINITRODIAMINODERIVATIVES OF
4, 4, 8, 8-TETRAMETHYL-2, 3, 6, 7-DIBENZOPENTALANE

Summary

Together with 2,8-dinitro-3,7-diamino-5,5,10,10-tetramethyl-4b,5,9b,10-tetrahydroindeno (2, 1-a) indene which was synthesized earlier by transannular reaction of a saturated ammonia solution under certain conditions,



another steric isomer—2,7-dinitro-3,8-diamino-5,5,10,10-tetramethyl-4b,5,9b, 10-tetrahydroindeno-(2,1-a) indene has been obtained from the reaction products approximately in the same yield. Its characteristics are adduced.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. М. Лагидзе, А. И. Двалишвили, Ш. Д. Куправа, Г. Г. Самсония, Р. Ш. Клдиашвили. Сообщения АН ГССР, 103, № 2, 1981, 325.
2. Р. М. Лагидзе, Ш. Д. Куправа, А. И. Двалишвили, Г. Г. Самсония, Д. Р. Лагидзе, Р. Ш. Клдиашвили. Сообщения АН ГССР, 111, № 1, 1983, 69.
3. Р. М. Лагидзе, Ш. Д. Куправа, А. И. Двалишвили, Р. Ш. Клдиашвили, И. Г. Абесадзе, Г. Г. Самсония. Сообщения АН ГССР, 121, № 2, 1986, 329.
4. Р. М. Лагидзе, И. Г. Абесадзе, Р. Н. Ахвледиани, Л. П. Чигогидзе, А. И. Двалишвили, М. А. Рамишвили. Труды Грузинского института субтропического хозяйства, т. XIV, 1970, 597.



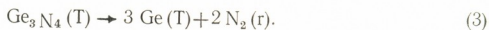
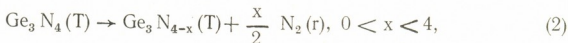
ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Г. Д. БАГРАТИШВИЛИ, Л. Н. МОСИДЗЕ, И. Г. НАХУЦРИШВИЛИ

К ВОПРОСУ ДИССОЦИАЦИИ И СУБЛИМАЦИИ НИТРИДА
 ГЕРМАНИЯ В ВАКУУМЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Андрионикашвили 9.5.1987)

В [1] нами показано, что при вакуумном отжиге нитрид германия не только диссоциирует [2], но в определенных температурных областях диспропорционирует или сублимирует. Так, ниже 750°C нитрид германия практически не разлагается и испаряется без изменения состава (1), в интервале 750°C—850°C происходит его диспропорционирование на азот и обогащенный германием нитрид (2), а при температурах выше 850°C практически полностью диссоциирует (3):



При этом остается открытым вопрос о возможности сублимации нестехиометрического нитрида, полученного по реакции (2). В настоящей работе исследованы процессы, протекающие при термоотжиге Ge_3N_4 в вакууме.

На рис. 1 представлена кинетическая кривая степени диссоциации $\alpha(t)$ нитрида германия при температуре 800°C, полученная измерением количества выделенного из нитрида азота методом непрерывного вакуумного микровзвешивания (чувствительность используемых электромагнитных микровесов 10^{-6} г). Кривую можно описать формальным кинетическим уравнением изотермической диссоциации [3]:

$$\frac{d\alpha}{dt} = k(1-\alpha)^n, \quad (4)$$

где k — константа скорости, а n — порядок реакции. Обработка представленной кривой в координатах $\lg(1-\alpha) - \lg \frac{d\alpha}{dt}$ (рис. 2) дает значения $k = 2,24 \cdot 10^{-4} \text{ сек}^{-1}$ и $n = 0,9$. Следовательно, отжиг нитрида германия при 800°C характеризуется порядком реакции, близким к единице при степени диссоциации $\alpha = 0,93$ (рис. 1).

На рис. 3 приведены типичные кинетические кривые испарения нитрида германия с открытой поверхности $\left(\beta(t) = \frac{\Delta m(t)}{m_0} \right)$ где m_0 — исходный вес образца, Δm — его изменение в процессе отжига), полу-



ченные измерением общей убыли веса нитрида, учитывающим как испарение Ge_3N_4 , так и выделение свободного азота за счет его диссоциации.

Прямолинейный ход изменения веса образца при температуре 700°C во всем исследуемом интервале времени указывает только на сублимацию нитрида, которая в пределе должна привести к полному

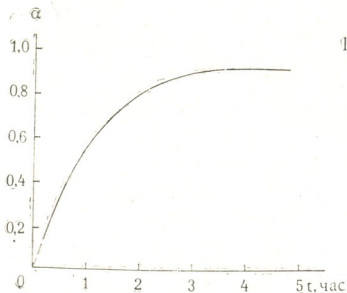


Рис. 1. Кинетическая кривая степени диссоциации нитрида германия при 800°C

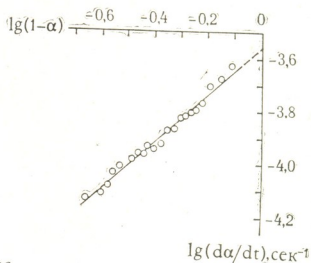


Рис. 2. Выпрямление кинетической кривой степени диссоциации нитрида германия при 800°C для определения констант k и n

его испарению без изменения состава ($\alpha=0, \beta \rightarrow 1$). Выход кривых 3 и 4 на насыщение говорит о высокой (близкой к 1) степени диссоциации Ge_3N_4 и завершении процесса по мере истощения образца. Следует при этом отметить, что убыль веса нитрида на кривых 3 и 4, наблю-

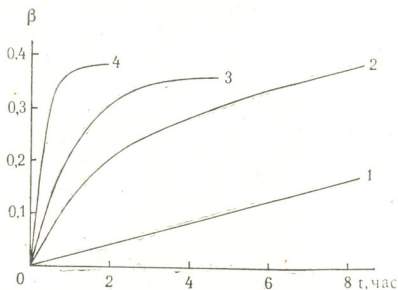


Рис. 3. Кинетические кривые убыли веса нитрида германия в относительных единицах при температурах: 1— 700°C , 2— 750°C , 3— 800°C и 4— 825°C

даемая за их прямолинейными участками, превосходит значение количества азота, имеющегося в остатке образца.

Этот факт, вероятно, указывает на испарение диспропорционированного нитрида ($\text{Ge}_3\text{N}_{4-x}$), протекающее одновременно с диссоциацией Ge_3N_4 . На кривой 2 после начального линейного участка наблюдается изгиб, соответствующий малому разложению нитрида ($\alpha \sim 0,1$ [1]), который со временем опять начинает выпрямляться и по общей

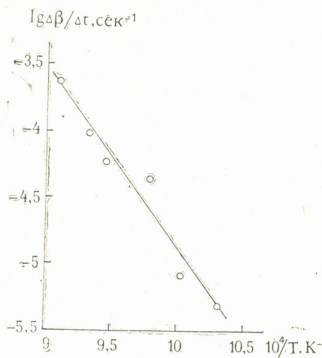


Рис. 4. Температурная зависимость скорости испарения нитрида германия

убыли веса превосходить убыль, веса образца при более высоких температурах. Это наблюдение можно объяснить превосходством доли сублимации диспропорционированного нитрида над его разложением в процессе отжига.

Проведенные измерения позволяют рассчитать теплоту испарения нитрида германия во всем исследуемом температурном интервале. Температурная зависимость скорости испарения Ge_3N_4 (рассчитанной из начальных прямолинейных участков кинетических кривых), представленная на рис. 4, дает значение энергии активации ~ 260 кДж/моль, которое удовлетворительно совпадает с определенной нами в [1] величиной (255 ± 15 кДж/моль).

Академия наук Грузинской ССР
 Институт кибернетики

(Поступило 12.6.1987)

ფიზიკური ჟიურია

ბ. ზაზრაბაშვილი, ლ. მოსიძე, ი. ნახუცრიშვილი

გერმანიუმის ნიტრიდის დისოციაციისა და სუბლიმაციის
 საკითხისათვის ვაკუუმში

რეზიუმე

შესწავლილია გერმანიუმის ნიტრიდის აორთქლების კინეტიკა ღია ზედაპირიდან ვაკუუმში. ნაჩვენებია, რომ გერმანიუმის ნიტრიდის გამოწვევისას $750-850^{\circ}\text{C}$ ინტერვალში ნაწილობრივ დისოციაციასთან ერთად მიმდინარეობს დისპროპორციონირებული ნარჩენის სუბლიმაცია.



G. D. BAGRATISHVILI, L. N. MOSIDZE, I. G. NAKHUTSRISHVILI

THE PROBLEM OF DISSOCIATION AND SUBLIMATION
OF GERMANIUM NITRIDE IN VACUUM

Summary

A study has been made of the evaporation kinetics of germanium nitride from the open surface in vacuum. It is shown that on annealing of germanium nitride over a temperature range of 750°C—850°C, along with partial dissociation the sublimation of disproportional residue takes place.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Д. Багратишвили, Р. Б. Джanelидзе, И. Г. Нахуцришвили. Изв. АН ГССР, сер. хим., т. 12, № 4, 1986, 274—277.
2. А. С. Болгар, В. Ф. Литвиненко. Термодинамические свойства нитридов, Киев, 1980.
3. М. Браун, Д. Доллимор, А. Галвей. Реакции твердых тел. М., 1983.

М., О. ХОХАШВИЛИ, Д. И. ДЖАПАРИДЗЕ, В. А. ЧАГЕЛИШВИЛИ

«ЕМКОСТНЫЕ ГОРБЫ» В ОДНОАТОМНЫХ СПИРТАХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Н. Джапаридзе 7.8.1987)

Адсорбция органических катионов тетрабутиламмония (ТБА⁺) на границе раздела фаз металл/раствор из водных растворов характеризуется той особенностью, что на емкостных (С, Е) кривых перед катодным пиком десорбции появляется «емкостный горб», обусловленный диффузией двойного слоя. Исследования адсорбции ТБА на ртутном электроде в среде неводных растворителей (этанол [1], этиленгликоль [2]) методом С,Е-кривых показали отсутствие «емкостного горба» на них.

Нами было показано [3], что метод кривых зависимости сигналов второй гармоники воздействующего на электрод сигнала переменного тока от потенциала электрода (СВГ, Е-кривые) чувствительнее метода С,Е-кривых. Было найдено, что на СВГ, Е-кривых ртутного электрода в этиленгликолевых (ЭГ) растворах ТБАС₁₀₄ в области потенциалов

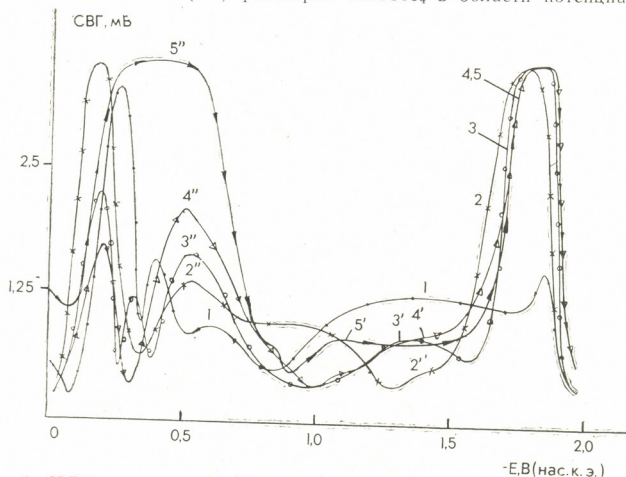


Рис. 1. СВГ,Е-кривые ртутного электрода в метанольном растворе NaClO₄ (кр. 1) с добавками ТБАС₁₀₄: 2—1·10⁻³; 2—5·10⁻³; 4—1·10⁻²; 5—1·10⁻¹ М

—0,5—1,0 В наблюдаются горбы, характер изменения которых в зависимости от изменения внешних факторов позволяет отнести их к «емкостным горбам». Однако область потенциалов проявления «емкостных горбов» в ЭГ, в отличие от водных растворов, заметно отдалена от потенциалов десорбции ТБА в анодную сторону.

Можно было предположить, что СВГ,Е-кривые, в отличие от С,Е-кривых, позволяют обнаружить «емкостные горбы» в этаноле и метаноле.

Ниже приводятся экспериментальные СВГ,Е-кривые ртутного электрода в 0,01; 0,05 и 0,1 М метанольных и этанольных растворах NaClO_4 с добавками TBAClO_4 ($1 \cdot 10^{-3}$ — $1 \cdot 10^{-1}$ М).

На рис. 1 приводятся кривые, снятые в 0,01 М растворе NaClO_4 (кр. 1) с различной добавкой TBAClO_4 (р. 2—5) в метаноле.

Как видно из рисунка, с добавлением в раствор TBAClO_4 в области потенциалов $-0,3$ — $-0,7$ В проявляется максимум (кр. 2''), который с увеличением органической добавки растет (кр. 3'', 4''), перемещается в анодную сторону и при высокой концентрации ТБА ($1 \cdot 10^{-1}$ М) сливается с анодным пиком фона (кр. 5''). При увеличении концентрации фоновго электролита и при постоянной концентрации ТБА интенсив-

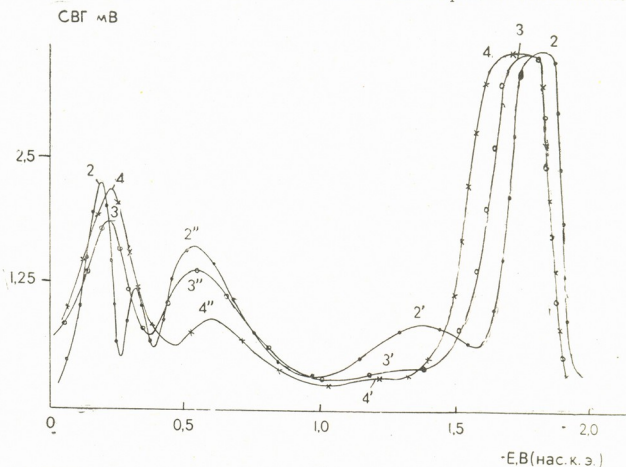


Рис. 2. СВГ,Е-кривые ртутного электрода в метанольных растворах NaClO_4 при концентрациях: 2—0,01; 3—0,05; 4—0,1 М с $5 \cdot 10^{-3}$ М добавкой TBAClO_4

ность максимумов снижается, а область потенциалов их расположения перемещается в катодную сторону (рис. 2, кр. 1'', 2'', 3''). Эти горбы в метаноле по характеру изменения их интенсивности и расположения, в зависимости от концентрации фона и органической добавки, похожи на те, которые мы наблюдали в ЭГ и которые нами были приняты за «емкостные горбы». Однако область потенциалов расположения горбов в метаноле сдвинута на $0,2$ — $0,25$ В в анодную сторону по сравнению с тем, что наблюдалось в ЭГ. Еще более существенное различие между СВГ,Е-кривыми в растворах двухатомных и одноатомных спиртов заключается в том, что в последних, кроме описанных максимумов, перед катодным десорбционным пиком на СВГ-Е-кривой появляется дополнительный перегиб. По мере роста концентрации фона высота перегиба уменьшается и перемещается в анодную сторону (2', 3', 4') (рис. 2). С увеличением концентрации ТБА высота максимумов 2', 3', 4', 5' увеличивается и область потенциалов их расположения в метаноле сдвигается в анодную сторону (рис. 1).

На рис. 3 представлены СВГ,Е-кривые, снятые в 0,05 М этанольном растворе NaClO_4 (кр. 1) с добавкой TBAClO_4 (кр. 2—5).

Горбы, обнаруженные на СВГ,Е-кривых в этаноле выражены существенно слабее, чем в метанольных и ЭГ растворах. Хотя и здесь горб появляется катоднее анодного пика фонового электролита, с увеличением концентрации ТБА увеличивается, а с увеличением концентрации фона уменьшается и постепенно исчезает.

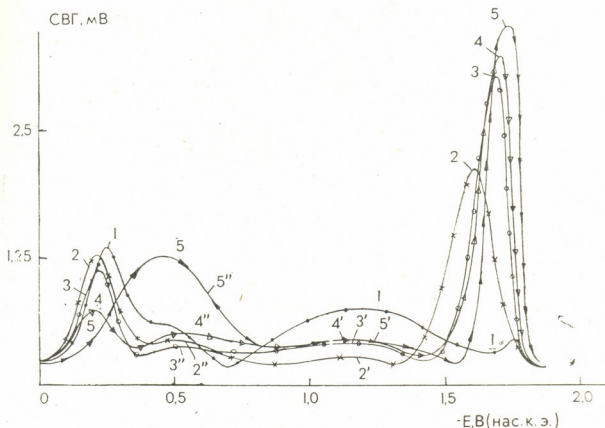


Рис. 3. СВГ,Е-кривые ртутного электрода в 0,05 М этанольном растворе NaClO_4 (кр. 1) с добавками TBAClO_4 : 2— $1 \cdot 10^{-3}$; 3— $5 \cdot 10^{-3}$; 4— $1 \cdot 10^{-2}$; 5— $1 \cdot 10^{-1}$ М

Таким образом, данные, полученные методом снятия СВГ,Е-кривых, позволяют заключить, что в протонных неводных растворителях — метаноле, этаноле и ЭГ при адсорбции катионов ТБА на ртутном электроде в области потенциалов, расположенных между адсорбционными и десорбционными анодно-катодными пиками С,Е -кривых, наблюдаются изменения в структуре двойного электрического слоя, обусловленные диффузией ДЭС, — «емкостные горбы». Обнаружить их методом снятия С,Е -кривых в спиртах не удастся, но они появляются в виде дополнительных горбов на СВГ,Е-кривых.

При этом, учитывая данные для метанола, этанола и ЭГ, можно с осторожностью предположить, что эти изменения в структуре ДЭС передаются двумя горбами, расположенными между анодным и катодным адсорбционно-десорбционными пиками на С,Е -кривых. По мере роста молекулярного веса растворителя в ряду вода < метанол < этанол < ЭГ катодный горб ($2'$, $3'$, $4'$) проявляется слабее и затем исчезает. Анодный горб ($2''$, $3''$, $4''$) проявляется более четко, чем катодный, во всех растворителях, за исключением воды.

Следует отметить, что какие-либо количественные заключения по данным СВГ,Е-кривых до разработки теории этих кривых не могут быть строго научными.



მ. ხოხაშვილი, დ. ი. ჯაპარიძე, ვ. ა. ჩაგელიშვილი

„ტევალოვის კუზები“ ერთატომიან სპირტებში

რეზიუმე

ელექტროდზე მოქმედი ცვლადი დენის მეორე ჰარმონიკის სიგნალების მეშვეობით (СВГ, Е-მრუდების მეთოდით) შესწავლილია ტეტრაბუთილამონიუმის (ТБА⁺) კათიონების ადსორბცია ვერცხლისწყლის ელექტროდზე მეთილისა და ეთილის სპირტებიდან პოტენციალის ფართო ზღვრებში.

ELECTROCHEMISTRY

M. O. KHOKHASHVILI, J. I. JAPARIDZE, V. A. CHAGELISHVILI

“CAPACITANCE HUMPS” IN MONOATOMIC ALCOHOLS

Summary

The adsorption of tetrabutylammonium cations on a mercury electrode from methyl and ethyl alcohols have been studied within the wide range of potentials by the second harmonic signals of alternating current feeding the electrode.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. Г. Майрановский, А. В. Лосев. Электрохимия, т. 8, 1972, 423.
2. Д. И. Джапаридзе, А. Э. Кахадзе, В. А. Чагелишвили. Электрохимия, т. 9, 1973, 1318.
3. В. А. Чагелишвили, Н. Г. Хатиашвили, Д. И. Джапаридзе. Электрохимия, т. 22, 1986, 70.

В. И. ГУГУШВИЛИ, К. И. ОМИАДЗЕ

РИОЛИТОВЫЕ АГГЛЮТИНАТЫ МАДНЕУЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ — ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОЕ КЕРАМИЧЕСКОЕ СЫРЬЕ

(Представлено академиком Г. А. Твалчрелидзе 28.4.1987)

Геологический разрез на Маднеульском медно-цинково-колчеданном месторождении, представленный слонстыми туфами, тефроидами и туф-конгломератами, венчает купол агглютинатов (крупнообломочных игнимбритов) рилитового состава (рис. 1). Подстилающая его рудовмещающая слонстая толща в результате интенсивного кислотного выщелачивания превращена во вторичные кварциты и аргиллизиты. Агглютинаты также изменены гидротермальными процессами — альбитизированы, гидрослюдизированы, монтмориллонитизированы, хлоритизированы и окварцованы. Эта минеральная ассоциация свидетельствует о нейтрально-слабощелочной среде процесса. Следовательно, граница между рилитовыми агглютинатами и подстилающей слонистой толщей разделяет процессы кислотного выщелачивания и нейтрально-слабощелочной среды, что свидетельствует об их разрыве во времени, подтвержденном наличием ксенолитов вторичных кварцитов в агглютинатах.

Агглютинаты на западном и восточном флангах карьера тектонически контактируют с породами подстилающей слонистой толщи (рис. 1), чем устанавливается наличие коллапса агглютинатов, знаменующее кальдеропроедание [1], сопровождающееся выжиманием рилитовых экструзий вдоль возникшей кольцевой структуры.

Агглютинаты и подстилающая их слонстая пачка относятся к мажоритарной свите, фаунистически датированной Р. А. Гамбашидзе туронно-ранним сантоном. Сами агглютинаты являются прижерловой фацией и знаменуют возникновение позднесантонского вулкана, контролирующего маднеульское оруденение [1]. Подстилающая же их слонстая толща относится к удаленной от вулканических центров фации. Рилитовые агглютинаты являются вскрышной породой. Они отрабатывались в процессе добычи руды и смешивались в отвалах с другими безрудными породами.

В связи с остро стоящей проблемой безотходного использования сырья, исходя из минерального химического состава агглютинатов, а также их значительных запасов на месторождении, отобранные авторами пробы этих пород были переданы для технологического исследования в лабораторию керамики ГРУЗНИИСтрома, а вслед за этим для полужавоцких испытаний на Тбилисский керамический комбинат. Изученный материал оказался соответствующим ГОСТам высококачественным керамическим сырьем для производства облицовочных плиток разного назначения (для внутренней облицовки стен, для полов, фасадов и ковров из них). В результате полужавоцких испытаний было установлено, что Маднеульские агглютинаты превосходят по качеству заводное из-за пределов республики сырье, используемое в керамической промышленности. Кроме того, предложенный материал характеризуется повышенной термостойкостью (180—200°C) и энерги-



тически экономичней заводного. Его применение позволяет температуру обжига на 40—50°C. Ориентировочный экономический эффект от использования маднеульских агглютинатов 100 тыс. руб. в год. В настоящее время, по рекомендации авторов, Маднеульский ГОК складировать агглютинаты, ранее выбрасывавшиеся в отвал. Выход риолитовых агглютинатов в плане изометричен. С трех сторон он ограничен разломами, с четвертой вскрыт карьером и подстилается слоистой

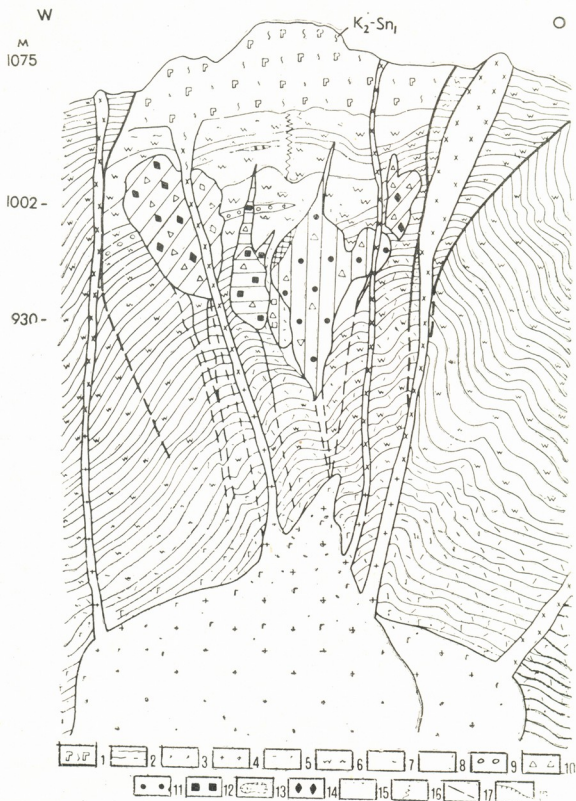


Рис. 1. Геологический разрез Маднеульского месторождения: 1—риолитовые агглютинаты (крупнообломочные игнимбриты), 2—тефroidы, туфы, туфпесчаники риолит-дацитового состава, 3—риолитовые экструзии, 4—гранодиорит-порфир, 5—слодизация и окварцевание, 6—вторичные кварциты (окварцованные породы), 7—аргиллизиты, 8—синрудное хлорит-карбонатное замещение), 9—туфконгломераты, 10—фреатические (эруптивные) брекчии, 11—медноколчеданные руды, 12—барит-полиметаллические руды, 13—массивные медно-цинковые руды, 14—кварц-баритовые руды, 15—пиритизированные порфиры, 16—зоны дробления, 17—разломы, 18—уступы карьера



толщей. Маднеульские риолитовые агглютинаты — плотная порода, состоящая из спекшихся кусков лавы зеленоватых и розовых оттенков. Структура порфировая, основная масса витрофировая. Порфировые вкрапленники представлены альбитизированным плагиоклазом и эффузивным кварцем. Основная масса розовой разновидности содержит альбитизированные участки стекла и микролиты плагиоклаза. Порода альбитизирована и окварцована, тогда как в зеленой разновидности преобладают монтмориллонитизация и гидрослюдизация, а также хлоритизация. Между спекшимися участками розовых и зеленых тонов нет четкой границы, они как бы введены друг в друга. На их извилистых контактах развиты альбитизация, окварцевание, монтмориллонитизация и гидрослюдизация. В отдельных обломках застывшей лавы выблудаются реликты совершенно свежего кислого стекла (N=1,510).

Следует отметить, что по минеральному составу зеленые и розовые разновидности, слагающие агглютинат, не отличаются друг от друга. В розовых лишь отмечается преобладание альбита, в зеленых преобладают монтмориллонит и гидрослюда. Все они диагностированы на основании рентгеноструктурного анализа. Характерные линии диагностированных минералов следующие: монтмориллонит (обр. д-20, д-59, д-3, д-44)—15.00, 14.73, гидрослюда (обр. д-22, д-107)—9.82, 9.60, альбит (обр. д-148, д-154)—3.20, хлорит-репидолит (обр. д-148, д-7)—14.00, 7.07, 14,3,7. 17,14,77,3,57.

Химический состав розовых и зеленых обломков различается по содержанию щелочных металлов, розовые обогащены натрием, зеленые — калием. В целом агглютинаты имеют риолитовый состав.

Химический состав риолитовых агглютинатов

№ обр.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	H ₂ O	п.п.п.	Сумма
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1/84	77,08	11,83	1,54	0,98	0,41	2,31	1,06	2,60	0,45	0,37	2,0	100,65
2/84	73,61	11,38	1,87	0,28	0,48	2,08	1,34	3,14	0,76	0,64	2,45	08,04
3/84	70,11	14,53	0,8	1,55	0,41	2,20	2,36	0,67	0,67	0,48	3,26	97,03

1/84—риолитовый агглютинат окварцованный, 2/84—риолитовый агглютинат зеленый, 3/84—риолитовый агглютинат розовый.

Прогнозные запасы риолитовых агглютинатов на Маднеульском месторождении 6 млн. т, на сей день складирован 1 млн. т сырья. Эти запасы обеспечат керамическое производство республики на многие десятилетия. Предложенное сырье, составляющее 65% керамической массы, принято к внедрению Тбилиским керамическим комбинатом. Завершаются разведка и подсчеты запасов агглютинатов. Планируется строительство керамического производственного предприятия на Маднеульском ГОКе.

В Болнисском рудном районе намечается возможность значительного прироста запасов керамического сырья. В окрестностях сс. Фахрало и Кочуло обнаружена мощная толща (50 м) аналогичных маднеульским агглютинатов. Эта толща, датируемая ранним сантоном, также является прижерловой фацией позднесантонского вулкана. Она залегает над пачкой аргиллизированных и окварцованных слоистых туфов и обрамлена риолитовыми экструзиями. Прогнозные запасы этого месторождения 50 млн. т. Сырье прошло технологическое испытание в лаборатории керамики ГрузНИИСтрома и были получены аналогичные маднеульским результаты.



Внедрение в производство Маднеульского и Фахрало-Кочулойского месторождений с учетом мощностей разведанного Бектакарского месторождения «фарфорового камня», принимая во внимание высокие технологические качества сырья, его большие запасы, а также экономичность и энергетическую рентабельность, открывает перспективу переноса центра керамической промышленности республики в Болнисский район и широкого использования предложенного сырья производствами стройматериалов Закавказских республик.

Геологический институт
им. А. И. Джанелидзе

(Поступило 8.5.1987)

გეოლოგია

3. გუგუშვილი, კ. ომიადე

მადნეულის საბადოს რიოლითური აგლუტინატები როგორც
მაღალხარისხოვანი კერამიკული ნედლეული

რეზიუმე

ჰიდროთერმულად შეცვლილი რიოლითური აგლუტინატების დასტა ასრულებს გეოლოგიურ ჭრილს მადნეულის საბადოზე და წარმოადგენს ქვედასანტონური ვულკანური ნაგებობების ყელის მომიჯნე ფაციესს. ამ ქანების ტექნოლოგიურმა შესწავლამ დაადასტურა, რომ იგი მაღალხარისხოვან კერამიკულ ნედლეულს წარმოადგენს.

GEOLOGY

V. I. GUGUSHVILI, K. I. OMIADZE

RHYOLITIC AGGLUTINATES OF THE MADNEULI DEPOSIT—A HIGH-QUALITY CERAMIC RAW MATERIAL

Summary

Geological section of the Madneuli deposit is completed by the hydrothermally altered rhyolitic agglutinates. The latter represent the vent facies of the Lower Santonian volcanic edifice. Technological investigation of these rocks proved that they represent a high-quality ceramic raw material.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

I. В. И. Гугушвили, М. А. Апхазова, Г. П. Багдасарян. Сов. геол., II, 1984.



А. А. МОЛЧАНОВ, В. А. НОВИКОВ, Б. А. СУДОВ

О ГАЗОВОМ ОРЕОЛЕ МОЛЕКУЛЯРНОГО ЙОДА НАД НЕКОТОРЫМИ РУДНЫМИ МЕСТОРОЖДЕНИЯМИ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ГРУЗИИ

(Представлено академиком Г. А. Твалчрелидзе 8.4.1987)

Маднеульское барит-медно-полиметаллическое и Цителисопельское медноколчеданное месторождения сопровождаются первичными геохимическими ореолами йода, размеры которых существенно (в 5—8 раз) превосходят размеры ореолов основных элементов-индикаторов (медь, свинец, цинк, барий и др.). Средняя протяженность ореолов составляет 160—270 м. Валовое содержание йода в первичных ореолах Маднеульского месторождения обычно колеблется в пределах $0,4—4,0 \cdot 10^{-4}\%$, а в ореолах Цителисопельского месторождения $0,48—4,92 \cdot 10^{-4}\%$ [1, 2].

Наличие на месторождениях первичных ореолов йода, его подвижная форма нахождения преимущественно в виде йодид-ионов в поровой и пленочной воде горных пород предполагает возможность его миграции до современной поверхности и образование над месторождениями атмосферических ореолов.

Эта предпосылка проверена в результате экспериментов по дистанционному определению содержания молекулярного йода в приземной атмосфере.

Для дистанционного определения атмосферических ореолов йода применен корреляционный метод спектрального анализа, основанный на селективном поглощении света, проходящего через ореол, молекулами йода. Электронный спектр поглощения молекулярного йода обладает хорошо разрешенной колебательной структурой, представляющей из себя набор практически эквидистантных (вблизи $\lambda=542$ нм) полос поглощения. Сравнимая интенсивность проходящего света в спектральных интервалах, соответствующих максимумам поглощения, и в спектральных интервалах, расположенных между этими максимумами (смежных спектральных интервалах), можно определить число поглощающих свет молекул йода на трассе. При использовании в качестве источника света рассеянного атмосферой излучения солнца регистрируется суммарное количество поглощающих молекул на горизонтальном и вертикальном отрезках трассы. Изменяя длину горизонтальной трассы либо ориентацию (азимут) спектрометра и сравнивая результаты наблюдений, можно исключить вертикальную «составляющую» количества поглощающих молекул.

Измерения проводились с помощью разработанного в НИИ земной коры ЛГУ корреляционного молекулярного спектрометра, в котором в качестве корреляционного устройства использовался интерференционно-поляризационный переключаемый фильтр [3]. Чувствительность анализатора к изменению содержания I_2 $0,2 \cdot 10^{-4}\%$ при работе в пассивном режиме (регистрация рассеянного атмосферой солнечного излучения), температурная и временная стабильность — не хуже 1%. Угловая апертура (угол раствора конуса, в котором собирается анализируемое излучение) порядка 3° . Чувствительность к интенсивности рассеянного света достаточно высока, чтобы вести измере-

ния практически в течение полного светового дня, при работе в пассивном режиме.

Дистанционное определение йода над карьером Маднеульского месторождения производилось от диспетчерского пункта карьера (точка А на рис. 1), расположенного в его южной части на отметке 997 м.

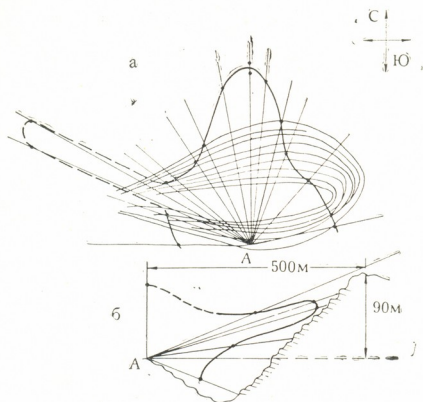


Рис. 1. Круговая диаграмма распределения относительного содержания йода над карьером Маднеули: а — в плане, б — в вертикальном разрезе

Верхняя отметка карьера 1086 м. На рис. 1, а карьер показан условно тонкими гипсометрическими линиями. Максимальное расстояние от точки наблюдения до верхней части противоположного края карьера порядка 500 м. Эта цифра характеризует в данном случае максимальную длину горизонтального участка трассы, на которой регистрировалось изменение содержания йода. Результаты измерений приведены в виде круговых диаграмм на рис. 1, а, где изображено азимутальное распределение относительного содержания молекулярного йода в воздухе над карьером. На рис. 1, б, где приведено вертикальное распределение содержания йода, условно показаны вертикальный разрез карьера и его размеры. На диаграмме выделяются две аномальные зоны с повышенным содержанием йода. Одна из них (сплошная линия на рис. 1, а) вблизи направления на север в секторе с углом раствора порядка 45° соответствует вскрытой полиметаллической залежи. На рис. 1, б при вертикальном сканировании вблизи направления на север аномальное содержание йода зарегистрировано на трассах, проходящих также через вскрытую залежь. На склоне карьера заштрихована область, соответствующая вертикальному разрезу залежи. Вторая аномальная зона (пунктир на рис. 1, а) соответствует направлению наблюдения на отвалы карьера и, возможно, имеет техногенное происхождение. На приведенных рисунках видно, что возможна оценка средней длины трассы, на которой наблюдаются повышенные содержания йода, величиной порядка 200 м. Максимальное содержание йода составляет $0,8-10^{-4}\%$. Отсюда средняя концентрация по трассе молекулярного йода в зоне полиметаллической залежи порядка $4 \cdot 10^{-7}\%$. Учитывая, что средняя концентрация валового йода в первичном ореоле составляет $2,2 \cdot 10^{-4}\%$,

можно заключить, что в атмосферу месторождения (молекулярная форма) переходит менее 0,1% валового содержания йода в ореолах.

Дистанционное определение атмосферического ореола йода над глубоководным (до 125—150 м) Цителисопельским месторождением производилось с территории Храмской геолого-поисковой партии Управления геологии ГССР, расположенной в 300 м от профиля 21—21' через центральную часть месторождения в сегменте около 220°. В этом случае длина горизонтальной трассы ограничена лишь метеорологической видимостью (2—3 км в условиях пасмурной погоды). На круговой диаграмме (рис. 2) выделяется атмосферическая



Рис. 2. Азимутальное распределение относительного содержания молекулярного йода. Средняя длина радиальной трассы 2—3 км. Величина стрелок соответствует разбросу измеряемого содержания йода

аномалия молекулярного йода с превышением содержания относительно среднего примерно $0,6 \cdot 10^{-4} \%$. Соответствующий сектор на диаграмме охватывает участок выхода рудной зоны под рыхлые четвертичные аллювиальные отложения на глубине 125—150 м и далее в зоне ее погружения до 250—300 м от поверхности.

Первичный ореол валового йода с концентрацией $0,48—4,92 \cdot 10^{-4} \%$ фиксировался на расстоянии до 150—200 м вверх от рудной зоны, но не выходил на современный эрозионный срез.

В направлениях наблюдения, близких к северо-восточному (пункт на рис. 2), отмечено наличие флуктуаций сигнала, соответствующего измеряемой величине содержания йода, с большой амплитудой. Характер изменения сигнала соответствует таковому в зонах, где происходит интенсивное выделение (рождение) молекулярного йода, как например в прибрежной морской полосе, и содержание йода неустойчиво. Выделенное направление соответствует зоне тектонического нарушения в данном районе.

Таким образом, впервые в стране установлено существование атмосферы молекулярного йода над скрытым и глубоководным месторождениями и доказана возможность формирования атмосферических ореолов йода, как это неоднократно подчеркивалось рядом советских исследователей [5, 6]. Наши наблюдения подтверждают



наблюдения американских исследователей, установивших наличие атмосферических ореолов йода над меднопорфировыми месторождениями в штате Аризона [7].

Кавказский институт
минерального сырья
им. А. А. Твалчрелидзе

Научно-исследовательский институт
земной коры Ленинградского
государственного университета
им. А. А. Жданова

(Поступило 9.4.1987)

გეოქიმია

ა. მოლჩანოვი, ვ. ნოვიკოვი, ბ. სუდოვი

სამხრეთ-აღმოსავლეთ საქართველოს ზოგიერთ მაღნეულ საბადოებზე მოლეკულური იოდის გაცხივნი უარაგანდების შესახებ

რეზიუმე

მაღნეულისა და წითელისოფლის საბადოებს თან ახლავს იოდის პირველადი უარაგანდები, რაც განსაზღვრავს ატომო-ქიმიური უარაგანდების წარმოშობის პირობას. ეს შეზღუდვება შემოწმებულ იქნა მოლეკულური იოდის დისტანციური განსაზღვრით ატმოსფეროში მიწის ზედაპირის სიახლოვეს. ამ მეთოდს საფუძვლად უდევს კორელატური სპექტრული ანალიზი, რაც დეკავშირებულია მოლეკულური იოდის სხივის სელექციურ შთანთქმასთან.

GEOCHEMISTRY

A. A. MOLCHANOV, V. A. NOVIKOV, B. A. SUDOV

ON THE GAS AUREOLE OF MOLECULAR IODINE ABOVE SOME ORE DEPOSITS OF SOUTH-EASTERN GEORGIA

Summary

The Madneuli and Tsitelisopeli ore deposits are accompanied by primary aureoles of iodine, which is suggestive of possible formation of their atmochemical aureoles. This presumption has been verified by means of remote detection of molecular iodine in the surface atmosphere. The method is based on the correlation spectroscopic analysis implying selective light absorption by iodine molecules in the aureole zone.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. А. Судов. Труды Кавк. ин-та мин. сырья, вып. IX(11). Тбилиси, 1971, 247—250.
2. Б. А. Судов. Труды Кавк. ин-та мин. сырья, вып. XXI(14). Тбилиси, 1979, 155—160.
3. А. Н. Зайдель, Г. В. Островская, Ю. Н. Островский. Сб. «Техника и практика спектроскопии». М., 1976, 246—251.
4. Л. Н. Овчинников. Сб. «Автохимические методы поисков рудных месторождений Ессентуки». М., 1976, 3—4.
5. В. З. Фурсов. Сб. «Геохимические методы при поисках и разведке рудных месторождений». вып. 5. М., 1971, 30—49.
6. J. H. M e s c a r t h y. J. Geochemical Exploration, 1973. v. 1, № 2, 148-162.

Н. В. ГЕЛАШВИЛИ

ОСОБЕННОСТИ ИЗОТОПНОГО СОСТАВА СЕРЫ СУЛЬФИДОВ ЗЕСХОЙСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (Н. СВАНЕТИ)

(Представлено академиком Г. А. Твалчрелидзе 15.6.1987)

В предлагаемом сообщении приводятся результаты впервые проведенных исследований изотопного состава серы сульфидов Зесхойского рудного поля. Оно расположено в верховьях р. Цхенис-цкали и входит в состав медно-пирротинового пояса Южного склона Большого Кавказа [1, 2], сложенного здесь песчано-глинистыми отложениями плинсбах-аалена. В рудном поле выделяются два рудных участка: Зесхо и Лапури. Они обладают аналогичным геологическим строением, сходными положением оруденения в разрезе нижнеюрских отложений, минеральным и вещественным составом руд, распределением примесей в главных рудных минералах.

Рудные тела сложены комбинацией серноколчеданных, колчеданно-полиметаллических и медно-пирротинových руд. Последние пользуются наибольшим распространением и представлены пирротинovým, пирит-пирротинovým, пирротин-халькопирит-сфалеритovým, кварц-пирротин-халькопиритovým минеральными типами. Текстуры руд массивные, полосчатые, брекчиевые, пятнистые.

Для изотопных исследований была отобрана 71 мономинеральная проба из всех типов руд. На рис. 1 показаны результаты определения изотопного состава серы сульфидов Зесхойского и Лапурского рудопроявлений. Изотопный состав серы пиритов серноколчеданных руд Зесхойского проявления изменяется от +2,0 до +6,3‰ ($\delta^{34}S_{cp} = +3,3\%$), а для колчеданно-полиметаллических руд $\delta^{34}S$ варьирует от +3,0 до +4,6‰ ($\delta^{34}S_{cp} = +3,6\%$). В конкреционных пиритах $\delta^{34}S_{cp} = +2,8\%$, при узкой вариации $\delta^{34}S$ от +2,6 до +3,0‰.

Таким образом, в пиритах Зесхойского проявления наблюдается некоторое утяжеление серы от конкреций к серноколчеданным и колчеданно-полиметаллическим рудам. В Лапури $\delta^{34}S$ для пиритов колеблется от +2,4 до +4,1‰ ($\delta^{34}S_{cp} = +3,0\%$).

Пирротины Зесхо характеризуются также значительным разбросом $\delta^{34}S$, варьируя от +2,3 до +6,5‰ ($\delta^{34}S_{cp} = +4,2\%$). На Лапури дисперсия $\delta^{34}S$ меньше — от +2,4 до +4,7‰ ($\delta^{34}S_{cp} = +3,5\%$). Причиной отличия дисперсии $\delta^{34}S$, видимо, является различная интенсивность проявления процесса дисульфидизации пирротина. Так, в рудах Зесхо этот процесс доходит до образования вторичных пиритов — конечных продуктов замещения пирротина, а в рудах Лапури дисульфидизация менее интенсивная. Такое предположение сог-

ласуется с известными фактами утяжеления серы в ходе гидротермального процесса [3 и др.]. Отметим, что в медно-пирротиновых рудопроявлениях Кахети наблюдается иная картина — происходит значительное облегчение серы пирротинов [4].

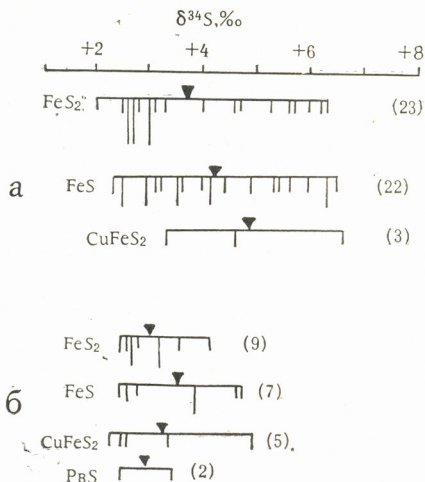


Рис. 1

Обращает на себя внимание резкое различие изотопного состава серы халькопиритов изученных участков. На Зесхо $\delta^{34}\text{S}$ халькопиритов колеблется от +3,3 до +6,6‰ ($\delta^{34}\text{S}_{\text{ср}} = +4,8\%$), а в Лапури $\delta^{34}\text{S}$ меняется от +2,2 до +4,9 ($\delta^{34}\text{S}_{\text{ср}} = +3,2\%$).

Для решения генетических вопросов нами использован метод изотопного анализа, основанный на фракционировании изотопов серы между сосуществующими парами минералов: пирит-пирротин, пирит-халькопирит, пирротин-халькопирит [5]. На рис. 2 показано распределение изотопов серы в пирит-пирротиновой ассоциации. Величина $\Delta\delta^{34}\text{S}_{\text{FeS}_2-\text{FeS}}$ в большинстве случаев варьирует незначительно и в среднем составляет +1,1‰. Аналогична картина и для лапурских руд ($\Delta\delta^{34}\text{S}_{\text{FeS}_2-\text{FeS}} = +1,2\%$). Полученные данные можно интерпретировать как наложение пирротиновой минерализации на пиритовую без обменных изотопных реакций.

Показанное на рис. 3 распределение изотопов серы между сосуществующими парами сульфидов: пирит-халькопирит (Лапури) и пирротин-халькопирит (Зесхо) указывает на отсутствие изотопного равновесия и свидетельствует о наложении халькопиритовой минерализации на пиритовую и пирротиновую. Такое объяснение хорошо согласуется с фактическими геологическими данными.

Таким образом, выявленные особенности распределения изотопов серы в сульфидах указывают на эпигенетический жильный характер

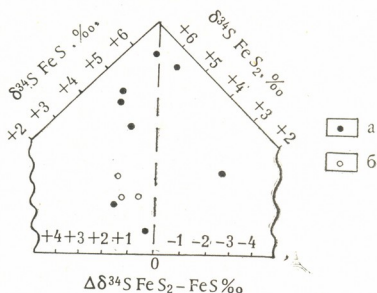


Рис. 2 Распределение изотопов серы в пирит-пирротиновой ассоциации рудопроявления Зесхо (а) и Лагури (б).

Рис. 2

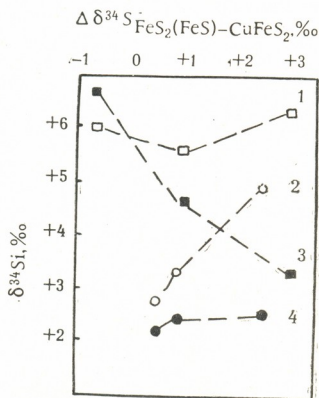


Рис. 3

медно-пирротинового оруденения Зесхойского рудного поля. Полученный фактический материал может быть использован для реконструкции физико-химических условий рудоотложения.

ბ. ბელაშვილი

მოგირდის იზოტოპური შედგენილობის თავისებურებები
 ზესხო მადნეული ველის (ქვ. სვანეთი) სულფიდებში

რეზიუმე

მოცემულია ზესხოსა და ლაფურის (ქვ. სვანეთი) სპილენძ-პიროტინული მადანგამოვლინებების სულფიდებში გოგირდის იზოტოპური შედგენილობა. დადგენილია პიროტინული მინერალიზაციის შედნადები ხასიათი პიროტულზე და ქალკობირიტისა პიროტინზე და პიროტზე გაცვლილი იზოტოპური რეაქციების გარეშე. მადნეში აღნიშნულია გოგირდის დამძიმება ^{34}S -ით პიდროთერმალური პროცესის მსვლელობაში.

GEOCHEMISTRY

N. V. GELASHVILI

PECULIARITIES OF ISOTOPIC COMPOSITION OF SULPHIDE
 SULPHUR FROM THE ZESKHO ORE FIELD (LOWER SVANETI)

Summary

Isotopic composition of sulphide sulphur from the Zeskho and Lapuri (L. Svaneti) copper-pyrrhotite shows of ore is studied. A superimposed character of pyrrhotite mineralization on the pyritic ore, and chalcopyrite mineralization on the pyritic and pyrrhotitic ores has been found without any exchange isotopic reactions. It is noted that sulphur (^{34}S) in ores becomes heavier during the hydrothermal processes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. А. Твалчрелидзе. Эндогенная металлогения Грузии. Тбилиси, 1961.
2. П. Д. Гамкрелидзе. В кн.: «Геология СССР», т. X. М., 1964.
3. М. Л. Иенсен. В кн.: «Геохимия гидротермальных рудных месторождений». М., 1970.
4. Т. В. Иваницкий, Э. И. Кахадзе и др. Минералогия, геохимия и вопросы генезиса медно-пирротиновых рудопроявлений Кахети. Тбилиси, 1976.
5. А. Г. Твалчрелидзе, В. З. Ярошевич. Генезис стратиформных колчеданных месторождений. М., 1981.

Д. А. СУЛАВА, С. Г. ДЖАПАРИДЗЕ, Т. А. ЧУБИНИДZE

ЛАБОРАТОРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА БРИКЕТИРОВАНИЯ МЕЛКИХ КЛАССОВ ПРОМПРОДУКТА ТКИБУЛЬСКОГО УГЛЯ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 25.5.1987)

Целью лабораторных опытов было определение оптимальных параметров брикетирования мелких классов промпродукта (класс 0—13 мм) ткибульского угля, обеспечивающих максимальную прочность брикетов.

Брикетирование осуществлялось на автоматическом гидравлическом прессе типа ИМЧ-30 под давлением 200 кгс/см². Брикеты имели цилиндрическую форму диаметром 40 мм и высотой 40 мм. Полученные брикеты сушили на воздухе и через 24 часа подвергали механическим испытаниям.

Прочность брикетов на сжатие (раздавливание) определяли на гидравлическом прессе ИМЧ-30 в соответствии с ГОСТ 24765-81 (СТ СЭВ 1203-78).

Прежде всего определяли брикетирующую способность мелких классов промпродукта ткибульского угля [1]. В результате минимальное количество связующего сульфитоспиртовой барды (ССБ) при ее плотности 1,18 г/см³, давлении прессования 200 кгс/см², составляло 8,0% от веса угля. После этого определяли основные факторы (гранулометрический состав исходного материала, физико-химические свойства и количество связующего, давления прессования и вид связующего), влияющие на механические свойства брикетов.

С целью оценки оптимального гранулометрического состава мелких классов сырого промпродукта ткибульского угля, для брикетирования применяли угли следующего класса: 0—10 мм, 0—8 мм, 0—5 мм и 0—3 мм. При этом давление прессования, плотность ССБ и его расход были одинаковыми.

Результаты опытов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Прочность брикетов в зависимости от гранулометрии

Наименование и гранулометрия исходных материалов	Давление прессования, кгс/см ²	Прочность ССБ, г/см ³	Расход связующего, %	Прочность на сжатие, $R_{сж} \frac{кгс}{см^2}$
Мелкие классы сырого промпродукта ткибульского угля:				
0—10 мм	200	1,18	8,0	80
0—8 мм	200	1,18	8,0	90
0—5 мм	200	1,18	8,0	95
0—3 мм	200	1,18	8,0	110

Из табл. 1 видно, что при уменьшении крупности сырого промпродукта ткибульского угля соответственно увеличивается прочность брикетов. Это объясняется тем, что уменьшение верхнего предела



крупности позволяет увеличить общую угольную поверхность. С увеличением общей суммарной поверхности угольных зерен растет их количество, а повышенное количество зерен в смеси благоприятно влияет на распределение связующих во всем объеме, приводя к уплотнению и увеличению структурируемости клеевой пленки, а также усилению внутреннего трения частиц и более равномерному распределению напряжений в каркасе брикетов. У крупнозернистых брикетов на поверхности склеивания имеется большое число дефектов, так как объемного связующего не хватает для заполнения пустот. Кроме того, при прессовании крупные зерна легко растрескиваются и внутренняя поверхность частиц практически остается без связующих, следовательно, прочность брикетов невелика. Так в качестве оптимального гранулометрического состава следует принять класс 0—3 мм. Помимо этого, остальные исследования факторов, влияющих на структурообразование брикетов, проводили на классе 0—3 мм.

Для изучения зависимости прочности брикетов от плотности ССБ были изготовлены угольные брикеты с использованием в качестве связующего вещества водных растворов ССБ плотностью 1,12—1,24 Г/СМ³, при его расходе 8,0% и давлении прессования 200 КГС/СМ², сушка на воздухе в течение 24 часов. Ниже приводятся результаты исследования:

Плотность ССБ, Г/СМ³: 1,12; 1,14; 1,18; 1,20; 1,22; 1,24.

Прочность брикетов КГС/СМ²: 80, 90, 110, 110, 85, 80.

Из приведенных результатов видно, что зависимость прочности брикетов от плотности ССБ носит экстремальный характер и максимальное сопротивление сжатию приходится на значение $\rho = 1,18 - 1,20$ Г/СМ³. Это объясняется тем, что при уменьшении плотности ССБ увеличивается в растворе количество воды и тем самым связующее теряет клеящую способность. С другой стороны, при постоянном весовом количестве водного раствора ССБ с увеличением его плотности уменьшается объем раствора, в результате чего последний недостаточно обволакивает частицы шихты, а увеличение расхода ССБ сверх 8,0% вызывает выдавливание значительной части связки на поверхность брикета.

В качестве связующих материалов, кроме ССБ, применяли также жидкое стекло (ЖС) и смесь ССБ с жидким стеклом соотношением 2:1. Результаты исследований приведены в табл. 2.

Таблица 2

Влияние различных связующих материалов на прочность брикетов

Вид связующих материалов	Расход связующих, %	Давление прессования, кгс/см ²	Прочность брикетов $R_{сж}$ кгс/см ² после сушки 24 часа
ССБ	8,0	200	110
Жидкое стекло	12,0	200	130
Смесь ССБ с жидким стеклом	10,0	200	120

Из табл. 2 видно, что прочность брикетов, изготовленных на связующих ЖС и смеси ССБ с СЖ, по сравнению с использованием ССБ, увеличивается на 11,8 и 10,9% (отн.), соответственно. При этом брикеты, изготовленные на ЖС, сохраняют прочность после их термической обработки. Что касается брикетов, изготовленных на ССБ, то при их тушении водой в процессе термической обработки они разрушаются. Поэтому для брикетирования мелких классов продукта ткибульского угля, с использованием ССБ, целесообразно



სწავლა წარმოადგენს თერმულად დამუშავებული ტყიბულის ნახშირის წვრილი ფრაქციის ბრიკეტების ოპტიმალური პარამეტრები. დადგინდა, რომ ტყიბულის ნახშირის წვრილი ფრაქცია ბრიკეტების წინ უნდა იქნეს თერმულად დამუშავებული. ამასთანავე თუ დასაბრიკეტებელ ნარევეს დავუმატებთ მისი წონის 10% მანგანუმის შემცველ მტვერს, ბრიკეტების სიმტკიცე იზრდება საგრძნობლად.

სწავლა წარმოადგენს თერმულად დამუშავებული ტყიბულის ნახშირის წვრილი ფრაქციის ბრიკეტების ოპტიმალური პარამეტრები. დადგინდა, რომ ტყიბულის ნახშირის წვრილი ფრაქცია ბრიკეტების წინ უნდა იქნეს თერმულად დამუშავებული. ამასთანავე თუ დასაბრიკეტებელ ნარევეს დავუმატებთ მისი წონის 10% მანგანუმის შემცველ მტვერს, ბრიკეტების სიმტკიცე იზრდება საგრძნობლად.

სწავლა წარმოადგენს თერმულად დამუშავებული ტყიბულის ნახშირის წვრილი ფრაქციის ბრიკეტების ოპტიმალური პარამეტრები. დადგინდა, რომ ტყიბულის ნახშირის წვრილი ფრაქცია ბრიკეტების წინ უნდა იქნეს თერმულად დამუშავებული. ამასთანავე თუ დასაბრიკეტებელ ნარევეს დავუმატებთ მისი წონის 10% მანგანუმის შემცველ მტვერს, ბრიკეტების სიმტკიცე იზრდება საგრძნობლად.

სწავლა წარმოადგენს თერმულად დამუშავებული ტყიბულის ნახშირის წვრილი ფრაქციის ბრიკეტების ოპტიმალური პარამეტრები. დადგინდა, რომ ტყიბულის ნახშირის წვრილი ფრაქცია ბრიკეტების წინ უნდა იქნეს თერმულად დამუშავებული. ამასთანავე თუ დასაბრიკეტებელ ნარევეს დავუმატებთ მისი წონის 10% მანგანუმის შემცველ მტვერს, ბრიკეტების სიმტკიცე იზრდება საგრძნობლად.

Академия наук Грузинской ССР
Институт металлургии
им. 50-летия СССР

(Поступило 5.6.1987)

მეტალურგია

დ. სულავა, ს. ჯაფარიძე, თ. ჩუბინიძე

ტყიბულის ნახშირის სამრეწველო კროდუქციის წვრილი ფრაქციის დაბრიკეტების პროცესის ბამოკვლევა ლაბორატორიულ პირობებში

რეზიუმე

დადგენილია, როგორც ნედლი, ისე თერმულად დამუშავებული ტყიბულის ნახშირის წვრილი ფრაქციის ბრიკეტების ოპტიმალური პარამეტრები. დადგინდა, რომ ტყიბულის ნახშირის წვრილი ფრაქცია ბრიკეტების წინ უნდა იქნეს თერმულად დამუშავებული. ამასთანავე თუ დასაბრიკეტებელ ნარევეს დავუმატებთ მისი წონის 10% მანგანუმის შემცველ მტვერს, ბრიკეტების სიმტკიცე იზრდება საგრძნობლად.

METALLURGY

D. A. SULAVA, S. G. JAPARIDZE, T. A. CHUBINIDZE

LABORATORY INVESTIGATION OF THE BRIQUETTING PROCESS OF SMALL-SIZE CATEGORIES OF INDUSTRIAL PRODUCTS OF THE TKIBULI COAL

Summary

Optimal parameters of briquetting of small-size categories of both raw and thermally treated industrial products of the Tkibuli coal have been es-



ablished. It is found that small-size categories of industrial products of the Tkibuli coal should be thermally treated before briquetting. Besides, addition of manganese-containing dust (powder) in the amount of 10 % of the charge weight to briquetted mixture of thermally treated coal increases the durability of briquettes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Т. Елишевич. Брикетирование угля со связующими. М., 1972.

Р. Т. МУРУСИДЗЕ, Н. Д. КОПАЛИАНИ, Н. Н. ГИОРХЕЛИДЗЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВИБРАЦИОННОГО ПОЛЯ СИСТЕМЫ
 «МОТОБЛОК-ОПЕРАТОР»

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. В. Хвингия 27.5.1987)

При теоретическом исследовании вибрационного поля системы «мотоблок-оператор» с целью изучения возможностей виброзащиты операторов, двигатель и трансмиссию мотоблока можно представить как одну массу с упруго-вязкими опорами (шины и опоры орудия). Штангу управления, имеющую четко выраженную упругую характеристику (в низкочастотной области до 150 Гц) рассмотрим как невесомую раму со сосредоточенными параметрами, а руку оператора как трехмассовую модель с упруго-вязкими связями [1—3], как это показано на рис. 1. Исходя из геометрических размеров, штангу управ-

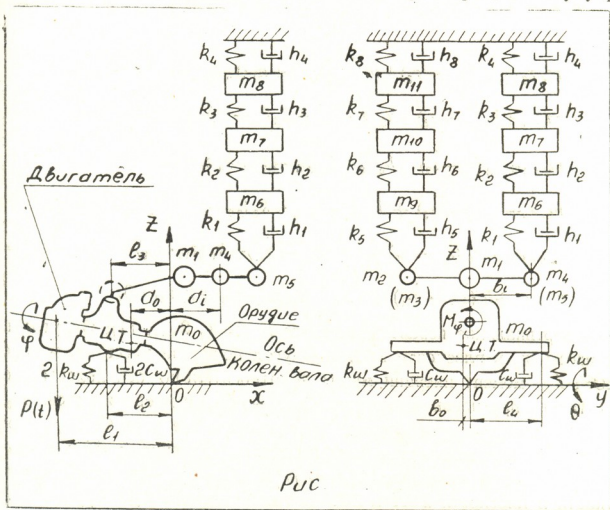


Рис.

ления мотоблока целесообразно разбить на четыре-пять участков, а массы сосредоточить по методу гантели [2].

Система дифференциальных уравнений колебательных процессов в вертикальной плоскости имеет вид



$$I_{\theta} \ddot{\Theta} + B_{\theta} \dot{\Theta} + \sum_{j=1}^5 A_{\theta j} z_j + A_{\theta\theta} \cdot \Theta = M_{\theta}(t) + A_{\theta q} \cdot q(x),$$

$$I_{\varphi} \ddot{\Phi} + B_{\varphi} \dot{\Phi} + \sum_{j=1}^5 A_{\varphi j} z_j + A_{\varphi\varphi} \cdot \Phi = M_{\varphi}(t),$$

$$m_1 \ddot{z}_1 + B_1 \dot{z}_1 + \sum_{j=1}^5 A_{1j} z_j + A_{\theta 1} \cdot \Theta + A_{\varphi 1} \cdot \Phi = 0,$$

$$m_2 \ddot{z}_2 + B_2 \dot{z}_2 + \sum_{j=1}^3 A_{2j} z_j + A_{\theta 2} \Theta + A_{\varphi 2} \cdot \Phi = 0,$$

$$m_3 \ddot{z}_3 + B_3 + h_5(\dot{z}_3 - \dot{z}_9) + \sum_{j=1}^5 A_{3j} z_j + A_{\theta 3} \Theta + A_{\varphi 3} \Phi + k_5(z_3 - z_9) = 0,$$

$$m_4 \ddot{z}_4 + B_4 \dot{z}_4 + \sum_{j=1}^5 A_{4j} z_j + A_{\theta 4} \Theta + A_{\varphi 4} \cdot \Phi = 0, \quad (1)$$

$$m_5 \ddot{z}_5 + B_5 \dot{z}_5 + h_1(\dot{z}_5 - \dot{z}_6) + \sum_{j=1}^5 A_{5j} z_j + A_{\theta 5} \Theta + A_{\varphi 5} \Phi + k_1(z_5 - z_6) = 0,$$

$$m_6 \ddot{z}_6 + h_1(\dot{z}_6 - \dot{z}_5) + h_2(\dot{z}_6 - \dot{z}_7) + k_1(z_6 - z_5) + k_2(z_6 - z_7) = 0,$$

$$m_7 \ddot{z}_7 + h_2(\dot{z}_7 - \dot{z}_6) + h_3(\dot{z}_7 - \dot{z}_8) + k_2(z_7 - z_6) + k_3(z_7 - z_8) = 0,$$

$$m_8 \ddot{z}_8 + h_3(\dot{z}_8 - \dot{z}_7) + h_4 \dot{z}_8 + k_3(z_8 - z_7) + k_4 z_8 = 0,$$

$$m_9 \ddot{z}_9 + h_5(\dot{z}_9 - \dot{z}_3) + h_6(\dot{z}_9 - \dot{z}_{10}) + k_5(z_9 - z_3) + k_6(z_9 - z_{10}) = 0,$$

$$m_{10} \ddot{z}_{10} + h_6(\dot{z}_{10} - \dot{z}_9) + h_7(\dot{z}_{10} - \dot{z}_{11}) + k_6(z_{10} - z_9) + k_7(z_{10} - z_{11}) = 0,$$

$$m_{11} \ddot{z}_{11} + h_7(\dot{z}_{11} - \dot{z}_{10}) + h_8 z_{11} + k_7(z_{11} - z_{10}) + k_8 z_{11} = 0,$$

где z_i —вертикальное перемещение масс m_i ($i=1, 2, \dots, 11$); Θ —угол поворота массы m_0 в плоскости ZOX ; Φ —угол поворота массы m_0 в плоскости ZOY ; I_{φ} —момент инерции массы m_0 относительно оси коленчатого вала двигателя при повороте на угол Φ ; I_{θ} —момент инерции массы m_0 относительно точки опоры орудия при повороте на угол Θ , A_{ij} —коэффициенты влияния, аналогичные коэффициентам влияния метода перемещений строительной механики; $A_{\theta j} = A_{j\theta}$ и $A_{\varphi j} = A_{j\varphi}$ —линейно-поворотные жесткости в плоскости ZOX и ZOY соответственно; $A_{\theta\theta}$, $A_{\varphi\varphi}$ и B_{θ} , B_{φ} —характеристики поворотных жесткостей и демпфирования шин соответственно в плоскостях ZOX и ZOY ; B_i —коэффициенты демпфирования штанги управления в точках сосредоточения масс; $M_{\theta}(t) = P(t) \cdot e_1$ —поворотный момент в плоскости ZOX , где $P(t)$ —полигармоническое вертикальное возмущение от двигателя; $M_{\varphi}(t)$ —поворотный момент от двигателя в плос-



кости ZOY ; $q(x)$ —высота неровностей поверхности обрабатываемой площади земли; $A_q = 2 k_{ш} \cdot l_2$, где $k_{ш}$ коэффициент радиальной жесткости шины; при постоянной скорости обработки V имеем $x = Vt$; m_6, m_7, m_8 и m_9, m_{10}, m_{11} —соответственно массы кисти, предплечья и плеча левой и правой рук оператора; k_n и h_n —соответственно характеристики жесткости и демпфирования обеих рук оператора ($n=1, 2, \dots, 8$).

Детальное экспериментальное изучение колебательных процессов мотоблока показало, что основную картину вибропроцесса в системе «мотоблок-оператор» создает одноцилиндровый двигатель. Поэтому вынужденные колебания системы ниже рассмотрены с возбуждением только от двигателя.

Система дифференциальных уравнений (1), когда $q(x)=0$ с параметрами серийного мотоблока «КУТАИСИ» модели «Супер 600» была решена на ЭВМ ЕС-1033. Результаты расчета, которые сравниваются с соответствующими экспериментальными данными, представлены в табл. 1 и табл. 2. В табл. 2 под каждым номером масс расположенные данные соответствуют: первый столб экспериментальным, а второй теоретическим значениям виброскоростей в дБ-ах (повороты масс мотоблока выражены в вертикальные перемещения).

Таблица 1

Собственные частоты мотоблока, Гц							
Экспериментальные	5,0	15,5	30	56	105	122	148
Теоретические	5,5	15	31	54	103	120	146

Таблица 2

Частота (Гц) возмущений	Номер сосредоточенных масс мотоблока по рис. 1							
	0	1		2		3		
20	86	86	78	75	80	78	84	83
50	101	101	98	95	100	97	113	112
75	85	86	75	71	85	81	93	90
100	99	100	91	90	102	99	98	96
125	85	85	76	73	85	82	83	81
150	86	87	90	87	94	90	95	91

Совпадение результатов расчета и экспериментов хорошее. Оно достигнуто тем, что с помощью численного эксперимента на ЦВМ были получены уровни виброскоростей массы m_0 точно соответствующие их экспериментальным значениям; для этого подбирались возмущения $M_0(t)$ и $M_\phi(t)$.

Выше представленная динамическая модель достаточно точно описывает реальные колебательные процессы системы «мотоблок-оператор» в низкочастотной области до 150 Гц. Она может быть успешно использована для отстройки системы от резонансов, для оптимизации конструкции штанг управления и решения задачи виброзащиты оператора мотоблока.

Академия наук Грузинской ССР
Кутаисский комплексный научный центр
Института механики машин

(Поступило 28.5.1987)

რ. მურუსიძე, ნ. კოპალიანი, ნ. გიორხელიძე

„მოტობლოკი-ოპერატორის“ სისტემის ვიბრაციული ველის
კვლევა

რეზიუმე

მოტობლოკი და მისი ოპერატორი განხილულია როგორც ერთიანი რხევითი სისტემა. მოცემულია მასში მიმდინარე რხევითი პერიოდული პროცესების ამსახველი თეორიული მოდელები და შესაბამისი ექსპერიმენტული მასალა. თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები კარგად ეთანხმება ერთმანეთს.

MACHINE BUILDING SCIENCE

R. T. MURUSIDZE, N. D. KOPALIANI, N. N. GIORKHELIDZE

INVESTIGATION OF THE VIBRATION FIELD OF THE SYSTEM
“MOTOCULTIVATOR-OPERATOR”

Summary

The motocultivator and operator are considered as an integral vibration system. A dynamic model of the system is proposed. Data values obtained on a computer are analysed with respect to the experimental data obtained on motocultivator tests.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ნ. დ. კოპალიანი, პ. ტ. მურუსიძე, ნ. ნ. გიორხელიძე. Сб. «Механика машин». Тбилиси, 1985.
2. Вибрация в технике, справочник, т. 6, М., 1981.
3. М. В. Хвингия, А. М. Багдоева, А. С. Мелия, Т. Г. Татишвили. Распространение колебаний в конечностях человека при их вибрационном нагружении. Тбилиси, 1980.



А. В. ГОМЕЛАУРИ, А. В. ВАРАМШВИЛИ, З. А. ШИШМАНШВИЛИ

К ВОПРОСУ УСТАНОВЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПУТИ РАЗВИТИЯ ЭЭС ГССР ЗА 1985—2000 ГОДЫ

(Представлено академиком В. И. Гомелаури 2.11.1987)

Расчетный период разделим на три этапа: 1985—1990, 1990—1995 и 1995—2000 годы. Пусть для 1985 года известны установленные мощности, а для 1990, 1995 и 2000 годов — нагрузочные показатели энергосистемы.

Нашей задачей является нахождение оптимального варианта развития электроэнергетической системы Грузинской ССР в течение расчетного периода. Здесь и далее оптимальность означает минимизацию расходов на сооружение новых электростанций и их функционирование.

Указанная задача решена на основе статических подмоделей энергосистемы Грузинской ССР для 1990, 1995 и 2000 годов. Эти подмодели связываются между собой динамическими блоками, обеспечивающими условие преемственности и сбалансированность на различных этапах расчетного периода для всех объектов системы.

Совокупность трех статических подмоделей и двух динамических блоков образует динамическую модель электроэнергетической системы, обеспечивающую оптимальное развитие и функционирование энергосистемы за весь расчетный период с учетом ее динамических свойств.

Структурная форма динамической трехэтапной математической модели представлена в табл. 1, где X_1, X_2, X_3 — установленные мощности на соответствующем этапе; A_1, A_2, A_3 — матрицы, характеризующие функционирование системы; C_1, C_2, C_3 — коэффициенты целевой функции при переменных X_1, X_2, X_3 соответственно; $X_{it}^a, X_{it}^k, X_{it}^d, X_{it}^v$ — соответственно действующая, консервированная, демонтированная и вновь вводимая мощности на этапе t на i -й электростанции.

Каждая статическая подмодель состоит из двух частей, каждая из которых включает в себя уравнения балансов базисной и маневренной мощности и энергии, ограничения по мощности, учитывающие установленные мощности электростанций, ограничения по выработке, учитывающие ресурсы воды на ГЭС, а также уравнения расхода органического топлива. Эти две части связываются между собой блоком перетоков, описывающим перетоки электрической мощности и энергии между восточной и западной частями Грузии.

Для решения математической задачи, соответствующей построенной динамической модели, можно использовать метод линейного программирования, однако, в связи с тем, что матрица имеет очень большую размерность (несколько тысяч в квадрате), целесообразно привести матрицу к блочному виду и решить ее методом блочного линейного программирования [1].

Для приведения матрицы к блочному виду в каждом динамическом блоке каждое из уравнений вида



$$-\sum X^l_{it} - X^k_{it} - X_{it} + \sum X^l_{it+1} + X^k_{it+1} + X^l_{it+1} = 0, \quad (1)$$

заменяем следующими двумя уравнениями:

$$\sum X^l_{it} + X^k_{it} + X_{it} = Z_{it}, \quad (2)$$

$$\sum X^l_{it+1} + X^k_{it+1} + X^l_{it+1} = Z_{it}.$$

При этом математическая модель (табл. 1) принимает вид, представленный в табл. 2.

Таблица 1

Ф у н к ц и о н а л м о д е л и					
	$C_1 X_1$	$C_2 X_2$	$C_3 X_3$		
Этап 1	$A_1 X_1$		$C_3 X_3$	=	P_1
Этап 2		$A_2 X_2$		=	P_2
Этап 3			$A_3 X_3$	=	P_3
Дин. блок 1	$\sum X^l_{i1} + X^k_{i1} +$ $+ X^l_{i1}$			=	R_0
Дин. блок 2	$-\sum X^l_{i1} -$ $- X^k_{i1} - X_{i1}$	$+\sum X^l_{i2} +$ $+ X^k_{i2} + X^l_{i2}$		=	0
		$-\sum X^l_{i2} -$ $- X^k_{i2} - X_{i2}$	$+\sum X^l_{i3} +$ $+ X^k_{i3} + X^l_{i3}$	=	0

Таблица 2

Ф у н к ц и о н а л м о д е л и					
	$C_1 X_1$	$C_2 X_2$	$C_3 X_3$		
Этап 1	$A_1 X_1$ $\sum X^l_{i1} + X^k_{i1} +$ $+ X^l_{i1}$ $-\sum X^l_{i1} - X^k_{i1} -$ $- X_{i1} + Z_{i1}$			=	P_1
Этап 2	$-Z_{i1}$	$A_2 X_2$ $\sum X^l_{i2} + X^k_{i2} +$ $+ X^l_{i2}$ $-\sum X^l_{i2} - X^k_{i2} -$ $- X_{i2} + Z_{i2}$		=	P_2
Этап 3		Z_{i2}	$A_3 X_3$ $+\sum X^l_{i3} +$ $+ X^k_{i3} + X^l_{i3}$	=	P_3
				=	0

Полученная таким образом математическая модель состоит из статических подмоделей, матрицы которых связаны между собой векторами при переменных Z_{it} простейшего вида.

Для решения задачи можно предложить любой метод блочного линейного программирования, который, однако, должен удовлетворять следующим условиям:



1. Обеспечивать допустимость и преемственность поэтапных статических решений.

2. Обеспечивать сходимость итерационного процесса при его возможности малой трудоемкости.

Для достижения этой цели использован модифицированный метод Розена [2, 3]. Задача решается с помощью итерационного процесса, в котором каждый шаг включает два действия — «ход вперед» и «ход назад».

При «ходе вперед» определяется последовательность условно-оптимальных статических решений для 1990, 1995 и 2000 годов; при этом реализуется влияние прямых динамических связей, с помощью которых решаются две основные задачи:

1. Получаются сбалансированные условно-оптимальные решения задачи развития электроэнергетической системы на каждом этапе.

2. Обеспечивается преемственность полученных статических решений, т. е. учитываются установленные мощности объектов, существовавших к началу расчетного периода, а также мощности объектов, вновь созданных, реконструированных и ликвидированных на предшествующих этапах.

При «ходе назад» реализуется влияние обратных динамических связей, суть чего заключается в следующем:

1. Устанавливаются экономические показатели Φ_{it} ввода каждого нового i -го объекта для энергосистемы на каждом этапе t ее развития и соответствующие интервалы $[\underline{R}_{it}, \bar{R}_{it}]$, в которых справедливы значения этих показателей.

2. Уточняются полученные при «ходе вперед» условно-оптимальные статические решения с учетом выявленных экономических последствий следующим образом: полученные для каждого этапа t по каждому i -му объекту значения показателей Φ_{it} передаются в статическую подмодель этапа $t-1$, подставляются в функционал при переменных вида Z_{it-1} и на эти переменные накладываются двусторонние ограничения:

$$\underline{R}_{it} < Z_{it-1} < \bar{R}_{it}, \quad (3)$$

гарантирующие на этапе $t-1$ сохранение допустимости решения, полученного на этапе t .

Таблица 3

Объекты	1985 г.	1990 г.	1995 г.	2000 г.
ТбилГРЭС	1,25	1,75	2,25	2,75
Ново-ТбилТЭЦ	0	0,25	0,5	0,75
Кутаисская ГРЭС	0	0,3	0,6	0,9
НамахваниГЭС	0	0	0	0,4
МинадзеГЭС	0	0	0	0,12
ХудониГЭС	0	0	0,5	0,7
Тобари ГЭС	0	0	0	0,6
Пропускная способность ЛЭП	0,8	1,0	1,4	1,8

Расчет корректированной статической подмодели этапа $t-1$ позволяет определить новое условно-оптимальное статическое решение для этого этапа и вычислить соответствующие показатели Φ_{it-1} , \underline{R}_{it-1} , \bar{R}_{it-1} , которые передаются в подмодель этапа $t-2$ и используются



для ее корректировки аналогичным образом. Процесс продолжается до получения скорректированного решения для первого этапа. Для обеспечения преемственности статических решений вновь производится расчет статических подмоделей, но, в отличие от первого «хода вперед», учитываются экономические последствия. Цикл «ход вперед», «ход назад» продолжается, пока не будут удовлетворены условия

$$\varepsilon'_{k',k+1} \leq \varepsilon, \quad t = 1, 2, 3, \quad (4)$$

где $\varepsilon'_{k',k+1}$ — абсолютное значение разности значений функционалов для итераций k и $k+1$ на этапе t ; ε — требуемая точность.

В табл. 3 приведены результаты решения динамической задачи, дающие картину развития электроэнергетической системы Грузинской ССР за период 1985—2000 годов (мощности даны в млн. кВт).

Академия наук Грузинской ССР
Институт систем управления

(Поступило 26.11.1987)

ენერგეტიკა

ა. გომელაური, ა. ვარამაშვილი, ზ. შიშმანაშვილი

1985—2000 წლებში საქართველოს ელექტროენერგეტიკული სისტემის ოპტიმალური განვითარების საკითხისათვის

რეზიუმე

შედგენილია საქართველოს ელექტროენერგეტიკული სისტემის მათემატიკური მოდელი მისი დინამიკური თვისებების გათვალისწინებით. ამ მოდელზე დაყრდნობით ამოხსნილია 1985 წლიდან 2000 წლამდე ელექტროენერგეტიკული სისტემის ოპტიმალურად განვითარების ამოცანა.

POWER ENGINEERING

A. V. GOMELAURI, A. V. VARAMASHVILI, Z. A. SHISHMANASHVILI

ABOUT THE OPTIMAL WAY OF DEVELOPING THE ELECTRIC POWER SYSTEM OF THE GEORGIAN SSR IN 1985-2000

Summary

A mathematical model of the electric power system of the Georgian SSR is constructed taking into account its dynamic properties. Using this model, the problem of the optimal way for developing the electric power system from 1985 to 2000 is solved.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Макаров, Л. А. Мелентьев. Методы исследования и оптимизации энергетического хозяйства. Новосибирск, 1973.
2. Дж. Данцинг. Линейное программирование. М., 1966.
3. D. B. Rozen. Numerische mathematic, 6, 1964.



УДК 621.3(075.5)001

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

А. Н. АБУРДЖАНИЯ, Г. Г. БУДЕННЫЙ, Т. Ш. ДЖАШИАШВИЛИ,
 Т. Г. МУСЕЛИАНИ, Т. П. ВЕКУА

О СИСТЕМНОМ ПОДХОДЕ К МОДЕЛИРОВАНИЮ ИНДУКТИВНО СВЯЗАННЫХ КОНТУРОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии З. Е. Круаишвили 22.5.1987)

Задача моделирования индуктивно связанных контуров является актуальной и по сей день нерешенной [1]. Выбор условно положительных направлений индуцированных э. д. с. и токов на основе теории выбора и принятия решений [2] не согласуется с законом электромагнитной инерции Ленца и приводит к неоднозначной трактовке реальных физических процессов электромагнитного поля при системном подходе к решению задач моделирования.

Составим математические модели для восьми возможных вариантов индуктивно связанных контуров на основе выражений.

$$e = -\frac{d\Phi}{dt}, \quad (1)$$

$$\sum e = \sum u. \quad (2)$$

Математическая модель закона электромагнитной индукции (1), основанная на том, что в правовинтовой системе ориентации контура и ограниченной этим контуром поверхности положительное (отрицательное) приращение магнитного потока индуцирует э. д. с., направление которой образует левовинтовую (правовинтовую) систему ориентации, хорошо согласована с физическим законом и должна быть сохранена в системном подходе к моделированию индуктивно связанных контуров.

Направления токов в примерах, представленных на рис. 1 а, б, в, г, в стационарном режиме, согласно правилу буравчика, обуславливают согласное направление магнитных потоков самоиндукции и взаимной индукции, т. е.

$$\vec{B}_{11} \uparrow \uparrow \vec{B}_{12}, \quad \vec{B}_{22} \uparrow \uparrow \vec{B}_{21}, \quad (3)$$

контуров подмагничивают друг друга и взаимная индуктивность

$$L_{12} = L_{21} = \oint_{L_1} \oint_{L_2} \frac{\vec{dl}_1 \vec{dl}_2}{\eta}, \quad (4)$$

которая является чисто геометрической величиной, положительна.

В примерах рис. 1, д, е, ж, з магнитные потоки направлены встречно:

$$\vec{B}_{11} \uparrow \downarrow \vec{B}_{12}, \quad \vec{B}_{22} \uparrow \downarrow \vec{B}_{21} \quad (5)$$

и взаимная индуктивность отрицательна.

Из выражения (4) невозможно установить знак взаимной индуктивности без учета (3) и (5).

Обозначим векторы $\frac{\partial \vec{B}_{11}}{\partial t}$ и $\frac{\partial \vec{B}_{22}}{\partial t}$ векторами \vec{n}_{11} и \vec{n}_{22} .

Для варианта рис. 1,а, согласно (1) и (2), имеем: в первом контуре

$$\frac{\partial \vec{B}_{11}}{\partial t} > 0, \vec{e}_{11} \uparrow \downarrow \vec{de}_1, \quad \frac{\partial \vec{B}_{12}}{\partial t} > 0, e_{12} \uparrow \downarrow \vec{de}_1, \quad (6)$$

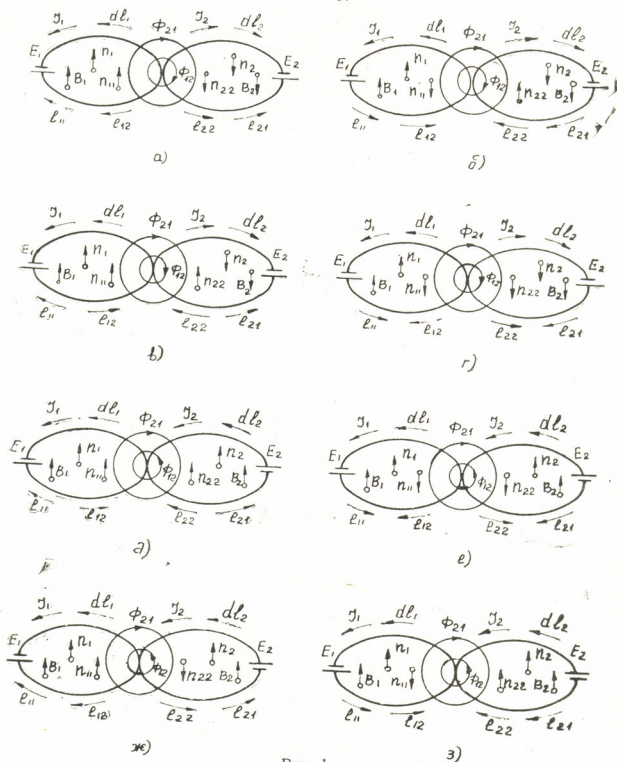


Рис. 1

$$E_1 - \left(L_{11} \frac{dI_1}{dt} + L_{12} \frac{dI_2}{dt} \right) = R_1 I_1; \quad (7)$$

во втором контуре

$$\frac{\partial \vec{B}_{22}}{\partial t} > 0, \vec{e}_{22} \uparrow \downarrow \vec{de}_2, \quad \frac{\partial \vec{B}_{21}}{\partial t} > 0, \vec{e}_{21} \uparrow \downarrow \vec{de}_2, \quad (8)$$

$$E_2 - \left(L_{22} \frac{dI_2}{dt} + L_{21} \frac{dI_1}{dt} \right) = R_2 I_2. \quad (9)$$

Аналогично для примера рис. 1,б имеем следующие соотношения:

$$E_1 + L_{11} \frac{dI_1}{dt} + L_{12} \frac{dI_2}{dt} = R_1 I_1, \quad E_2 + L_{22} \frac{dI_2}{dt} + L_{21} \frac{dI_1}{dt} = R_2 I_2; \quad (10)$$

для рис. 1,в:

$$E_1 = \left(L_{11} \frac{dI_1}{dt} - L_{12} \frac{dI_2}{dt} \right) = R_1 I_1, \quad E_2 = \left(L_{21} \frac{dI_1}{dt} - L_{22} \frac{dI_2}{dt} \right) = R_2 I_2; \quad (11)$$

для рис. 1,г:

$$E_1 = \left(L_{12} \frac{dI_2}{dt} - L_{11} \frac{dI_1}{dt} \right) = R_1 I_1, \quad E_2 = \left(L_{22} \frac{dI_2}{dt} - L_{21} \frac{dI_1}{dt} \right) = R_2 I_2; \quad (12)$$

для рис. 1, д:

$$E_1 = \left(L_{11} \frac{dI_1}{dt} - L_{12} \frac{dI_2}{dt} \right) = R_1 I_1, \quad E_2 = \left(L_{22} \frac{dI_2}{dt} - L_{21} \frac{dI_1}{dt} \right) = P_2 I_2; \quad (13)$$

для рис. 1,е:

$$E_1 = \left(L_{12} \frac{dI_2}{dt} - L_{11} \frac{dI_1}{dt} \right) = R_1 I_1, \quad E_2 = \left(L_{12} \frac{dI_1}{dt} - L_{22} \frac{dI_2}{dt} \right) = R_2 I_2; \quad (14)$$

для рис. 1, ж:

$$E_1 = \left(L_{11} \frac{dI_1}{dt} - L_{12} \frac{dI_2}{dt} \right) = R_1 I_1, \quad E_2 + L_{22} \frac{dI_2}{dt} + L_{12} \frac{dI_1}{dt} = R_2 I_2; \quad (15)$$

для рис. 1,з:

$$E_1 + L_{11} \frac{dI_1}{dt} + L_{12} \frac{dI_2}{dt} = R_1 I_1, \quad E_2 = \left(L_{22} \frac{dI_2}{dt} + L_{12} \frac{dI_1}{dt} \right) = R_2 I_2. \quad (16)$$

Двухобмоточный трансформатор является частным случаем, соответствующим примеру рис. 1,д. При этом, если примем $E_1 = u_1$, $E_2 = 0$, уравнения равновесия э. д. с. и напряжений примут следующий вид:

$$u_1 - L_{11} \frac{di_1}{dt} + L_{12} \frac{di_2}{dt} = r_1 i_1, \quad L_{12} \frac{di_1}{dt} - L_{22} \frac{di_2}{dt} = r_2 i_2. \quad (17)$$

В [3] составлена система уравнений токов

$$u_1 - L_{11} \frac{di}{dt} - L_{12} \frac{di_2}{dt} = r_1 i_1, \quad -L_{12} \frac{di_1}{dt} - L_{22} \frac{di_2}{dt} = r_2 i_2, \quad (18)$$

которая удовлетворяется отрицательным значением вторичного тока и в литературе по сей день ошибочно трактуется как система уравнений равновесия электродвижущих сил и падений напряжений, составленная по второму закону Кирхгофа.

В (18) э. д. с. взаимной индукции и самоиндукции выражены как

$$e_{12} = -L_{12} \frac{di_2}{dt}, \quad e_{21} = -L_{12} \frac{di_1}{dt}, \quad (19)$$

$$e_{11} = -L_{11} \frac{di_1}{dt}, \quad e_{22} = -L_{22} \frac{di_2}{dt}. \quad (20)$$

При этом э. д. с. взаимной индукции в первичном контуре e_{12} выражена по отношению к системе отсчета, которая находится во вторичном контуре, а для выражения э. д. с. самоиндукция e_{11} системы отсчета переносится в первичный контур. Аналогично э. д. с. взаимной



индукции во вторичном контуре e'_{21} выражена по отношению к системе отсчета, которая находится в первичном контуре, для выражения э. д. с. самоиндукции e_{22} системы отсчета переносятся во вторичный контур. В результате такой несогласованности в выборе систем отсчета из (18) получится, что э. д. с. самоиндукции и взаимной индукции в контурах как будто бы направлены в одну сторону, что не соответствует реальным физическим явлениям.

Для устранения этого противоречия достаточно в (19) учесть отрицательный знак взаимной индуктивности [4].

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 26.6.1987)

ელექტროტექნიკა

ა. აბურჯანია, გ. ბუდიონი, ბ. ჯაშიაშვილი, თ. მუსელიანი, თ. ვეკუა

ინდუქტიურად დაკავშირებული კონტურების მათემატიკური მოდელირებისადმი სისტემური მიდგომის შესახებ

რეზიუმე

განსაზღვრულია მიმართულებები, შედგენილია ცალსახა მათემატიკური მოდელები ინდუქციურული ე. მ. დ. და ინდუქტიურად დაკავშირებული კონტურებისათვის ფარადის, ლენცისა და კირხჰოფის კანონების საფუძველზე.

ELECTROTECHNICS

A. N. ABURJANIA, G. G. BUDIONNY, T. Sh. JASHIASHVILI, T. G. MUSELIANI
T. P. VEKUA

ON SYSTEMS APPROACH TO THE SIMULATION OF INDUCTIVELY COUPLED CIRCUITS

Summary

Directions are determined and unambiguous mathematical models are developed of induced e. m. f. and inductively coupled circuits based on the laws of Faraday, Lenz, and Kirchhoff.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. И. Булгаков. Электричество. 1984. № 1. 64.
2. А. В. Нетушил, В. Г. Герасимов, Э. А. Меерович. Электричество, 1986, № 5, 43—47, 71—74.
3. Д. К. Максвелл. Избр. соч. по теории электромагнитного поля. М., 1952, 276—279.
4. А. Н. Абурджания. Сообщения АН ГССР, 123, № 1, 1986, 277—280.



АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

Л. Г. ДОБОРДЖИНИДЗЕ, Т. Г. ДОБОРДЖИНИДЗЕ, О. Б. МЕЛАДЗЕ

НОВАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

(Представлено академиком В. К. Чичинадзе 20.8.1987)

1. Технология современного литейного производства представляет собой один из сложнейших и недостаточно изученных процессов металлургии и машиностроения [1]. Она основана на обобщении практических и экспериментальных исследований и требует для своего изучения привлечения мощного аналитического аппарата математической физики. Намеченный подход представляет собой теоретическую сторону литья и, в частности, технологического процесса литья под давлением. В этом процессе определяющим этапом является момент пребывания отливки в пресс-форме, что составляет основу теплового процесса затвердевания или охлаждения отливки [2].

Действующая до настоящего времени математическая модель заключается в решении уравнения теплопроводности в односвязной конечной области при известных начальном и граничных условиях. Однако последние требуют задания значений температуры на поверхности отливки в течение всего процесса одного цикла [3]. Для практической реализации этой цели в современном литейном производстве используются температурные датчики, которые размещены внутри пресс-формы и показательная часть которых находится вне ее. Эти датчики часто выходят из строя из-за очень высокого перепада температуры и являются причиной прерывания бесперебойной работы производства.

Вместо этой модели ниже предлагается новая, основанная на использовании современной теории конвективного теплообмена. В предложенной схеме достаточно знать температуру внешней стенки формы, а для этого можно использовать простые измерительные средства. В конечном счете это приводит к повышению качества продукции и снижению ее производственной себестоимости.

2. Предположим, что поперечное сечение отливки представляет собой область $D = \{(x, y) : 0 \leq x \leq a, 0 \leq y \leq b\}$ и обозначим ее границу через Γ .

Тогда математическая задача формирования (охлаждения) изотропной отливки в предположении, что в ней нет источников тепла, формулируется следующим образом: найти в области $\Omega = \{(x, y, t) : 0 \leq x \leq a, 0 \leq y \leq b, 0 \leq t \leq T\}$ решение уравнения теплопроводности

$$\frac{\partial u}{\partial t} = k^2 \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) \quad (1)$$



при следующих начальном и краевых условиях

$$u(x, y, t) = u_0(x, y) = u_0 \text{ при } t = t_0 \text{ и } \frac{\partial u}{\partial n} + h(u - u_1) = 0 \text{ на } \Gamma, \quad (2)$$

где $u = u(x, y, t)$ — искомая температура отливки; t — время ($0 \leq t \leq T$); T — время исследования процесса; x, y — координаты точек сечения отливки; n — единичная внешняя нормаль к D ; $h = H/k_0$, $k = \sqrt{k_0/\gamma\rho}$, k_0 — коэффициент внутренней теплопроводности, ρ — плотность, а γ — теплоемкость вещества; H — коэффициент теплообмена; u_0 — начальная температура заливаемого жидкого металла; u_1 — начальная температура стенок пресс-формы. Далее принимается, что $u_1 = u_1(t)$, т. е. эта функция не зависит от координат точек границы Γ .

С использованием известного аналитического метода Фурье решение задачи (1), (2) определяем в виде [4]

$$u(x, y, t) = u_1(t) + \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=1}^{\infty} T_{nm}(t) W_{nm}(x, y). \quad (3)$$

Здесь введены обозначения

$$W_{nm}(x, y) = \left(\cos \frac{d_n x}{a} + \frac{\gamma}{\alpha_n} \sin \frac{d_n x}{a} \right) \left(\cos \frac{\beta_m y}{b} + \frac{\eta}{\beta_m} \sin \frac{\beta_m y}{b} \right), \quad (4)$$

$$T_{nm}(t) = \left[\delta_{nm} + \int_0^t \exp(k^2 \omega_{nm}^2 t) f_{nm}(t) dt \right] \exp(-k^2 \omega_{nm}^2 t), \quad (5)$$

где d_n, β_m — положительные корни уравнений

$$2 \operatorname{ctg} \alpha = \frac{\alpha}{\gamma} - \frac{\gamma}{\alpha}, \quad 2 \operatorname{ctg} \beta = \frac{\beta}{\eta} - \frac{\eta}{\beta}, \quad \gamma = ha, \quad \eta = hb, \quad \omega_{nm} = \frac{d_n \beta_m}{ab} \quad (6)$$

$$f_{nm}(t) = \frac{4 d_n \beta_m f(t) \left(\sin d_n - \frac{\gamma}{\alpha_p} \cos d_n + \frac{\gamma}{\varphi_n} \right) \left(\cos \beta_m - \frac{4}{\beta_m} \cos \beta_m + \frac{\eta}{\beta_m} \right)}{(d_n^2 + 2\gamma + \gamma^2)(\beta_m^2 + 2\eta + \eta^2)} \quad (7)$$

$f(t) = -u'_1$, $\delta_{nm} = T_{nm}(0)$ — известные постоянные.

Ряд (3) при $t > 0$ в области Ω сходится абсолютно и равномерно к решению поставленной задачи.

3. Рассмотрим случай $u_1(t) = \text{const}$, $u_0 = \text{const}$, т. е. когда температура стенок пресс-формы сохраняет постоянное значение в процессе одного цикла литья (что действительно имеет место на практике) и когда начальная температура заливки жидкого металла постоянна. Тогда доказывается, что с достаточно высокой (приемлемой) точностью можно использовать следующую конечную формулу (полученную из (3) при $n = 1$)

$$u(x, y, t) = u_1(t) + \frac{d_1 \beta_1 \delta_{11}}{ab} W_{11}(x, y) \exp(-k^2 \omega_{11}^2 t), \quad (8)$$

где

$$\delta_{11} = \frac{4[u_0 - u_1(0)](d_1 \sin d_1 - \gamma \cos d_1 + \gamma)(\beta_1 \cos \beta_1 - \eta \cos \beta_1 + \eta)}{(\alpha_1^2 + \dots + \beta_1^2 + 2\eta + \eta^2)}, \quad (9)$$

L. G. DOBORJGINIDZE, T. G. DOBORJGINIDZE, O. B. MELADZE

A NEW MATHEMATICAL MODEL FOR THE STUDY OF DIE
CASTING PROCESS

Summary

A new mathematical model of die casting process based on a modern theory of convective heat transfer is proposed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ф. Крейт, У. Блек. Основы теплопередачи. М., 1983.
2. А. И. Вейник. Расчет отливки. М., 1964.
3. Л. С. Воробьева, Г. Н. Жевлаков, Ю. К. Пекшуров. Литейное производство, № 3, 1979.
4. Л. Г. Доборджгинидзе, С. Х. Шаташвили. Основные вопросы уравнений математической физики. Тбилиси, 1982.



З. Н. ЦИЛОСАНИ, Т. Д. ЧИКОВАНИ, Г. В. ДЖАПАРИДЗЕ

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОЧНОСТЬ УКАТАННОГО БЕТОНА

(Представлено академиком Э. А. Сехниашвили 16.12.1987)

Вопросу влияния на прочность укатанного бетона количества в виде различных составляющих бетонной смеси посвящен ряд работ [1, 2], однако выводы об их роли не всегда совпадают. Например, отмечается малое влияние на прочность бетона содержания в заполнителе фракции размерами менее 0,14 мм, имеются различия и в оценке роли водовяжущего отношения, степени запесоченности заполнителя, количества добавок и др.

С целью выявления характера влияния отдельных факторов на прочность указанного бетона при сжатии и растяжении при изгибе нами в лабораторных условиях изучена зависимость последних от количества в бетонной смеси цемента, песка, илстых частиц, добавок золы и суперпластификатора, а также водовяжущего отношения, времени твердения и степени уплотнения бетонной смеси.

Для имитации в лабораторных условиях процесса укатки бетона была создана специальная установка, позволяющая получать образцы размерами 20×20×80 см. Укатка жесткой бетонной смеси осуществлялась при помощи виброкатка, параметры которого (частота вибрации, удельное давление, передаваемое на бетонную смесь и скорость перемещения) выбигались максимально приближенными к тем, которые встречаются при укладке бетона в реальных условиях. При изготовлении образцов особое внимание обращалось на то, чтобы затраченная на уплотнение бетонной смеси энергия во всех опытах была бы одинаковой, но из-за затруднений в регулировании реологических свойств жесткой бетонной смеси, строгая стабилизация степени уплотнения не удалось, в результате чего она оказалась неуправляемым фактором. В подобных случаях применение известных методов планирования экспериментов считается некорректным. Это побудило нас использовать для решения поставленной задачи метод множественной корреляции [3], вместо намечавшегося перед началом опытов метода математического планирования экспериментов. За показатель уплотнения бетона нами принято соотношение средней плотности укатанного бетона к теоретической.

Уравнение множественной корреляции отыскивалось по методу Брандона [4].

Уровни варьирования факторов и результаты опытов приводятся в табл. 2.

Факторы и их уровни варьирования

Факторы	Обозначение	Уровень	
		верхний	нижний
Время твердения, сут.	X ₁	90	14
Количество цемента, кг/м ³	X ₂	130	90
Степень плотности бетона $\rho_{\text{фак}}/\rho_{\text{теор}}$, %	X ₃	95,1	77,2
Количество илстых частиц, кг/м ³	X ₄	110	30
Водо-вяжущее отношение	X ₅	1,3	0,7
Количество суперпластификатора КМ—30, кг/м ³	X ₆	0,65	0
Количество песка, кг/м ³	X ₇	790	690
Количество золы, кг/м ³	X ₈	50	0

Таблица 2

Уровень варьирования факторов и результаты опытов

№ опыта	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	Кубиковая прочность, МПа		Прочность на растяжение при изгибе МПа	
									фактическая	по уравнению (2)	фактическая	по уравнению (3)
2	90	90	77,2	110	0,7	0	790	0	0,75	1,17	0,21	0,30
3	90	90	89,2	30	1,3	0,65	690	0	5,15	5,30	0,76	0,78
4	14	90	90,3	30	1,3	0	790	50	1,61	1,42	0,22	0,22
5	90	130	86,9	30	0,7	0	690	50	4,37	4,76	0,73	0,72
6	14	130	82,9	30	0,7	0,65	790	0	2,59	2,60	0,45	0,44
7	14	130	92,3	110	1,3	0	690	0	2,31	2,24	0,29	0,27
8	90	130	94,2	110	1,3	0,65	790	50	4,49	4,46	0,51	0,48
9	90	90	78,9	30	0,7	0	690	0	2,89	2,49	0,59	0,59
10	14	90	81,1	30	0,7	0,65	790	50	1,61	1,45	0,36	0,35
11	14	90	89,8	110	1,3	0	690	50	1,34	1,27	0,20	0,21
12	90	90	88,7	110	1,3	0,65	790	0	3,01	2,62	0,37	0,39
13	14	130	81,5	110	0,7	0,65	690	0	2,31	2,22	0,43	0,42
14	90	130	87,2	110	0,7	0	790	50	2,25	2,39	0,35	0,35
15	90	130	95,1	30	1,3	0,65	690	50	6,61	9,13	0,89	0,90
16	14	130	93,2	30	1,3	0	790	0	2,61	2,56	0,31	0,28

Следует отметить, что в рассматриваемом случае суммарная ошибка опыта состоит из двух случайных ошибок: ξ_1 — случайная ошибка, полученная при формовании образца и ξ_2 — случайная ошибка при испытании на прочность, но так как в каждой серии опытов результаты четырех показателей прочности бетона на сжатие получались после излома двух балочек, то резко выделяющиеся результаты в каждой выборке определены из двух случайных ошибок ξ_1 и четырех ξ_2 . Оценка дисперсии произведена по известным формулам.

По методике Брандона функция с множественными аргументами может быть представлена в виде произведения некоторых функций, где каждая зависит только от одного аргумента, т. е.

$$y = \varphi(x_1, x_2, \dots, x_n) = k \varphi_1(x_1) \varphi_2(x_2) \dots \varphi_n(x_n), \quad (1)$$

где k — поправочный коэффициент; φ_n — произвольная функция от x_n .

Вычисление уровня регрессии сводится к отысканию k коэффициентов функции $\varphi_n(x_n)$.

Расчет велся при помощи ЭВМ. Следует обратить внимание на тот факт, что в случае использования метода Брандона желательнее произвести ранжирование факторов и процесс ввода переменных начинать с наиболее важного. Искомое уравнение регрессии для показателей кубиковой прочности имеет следующий вид:

$$y = 2,827 (0,575 + 0,0079 x_1) (-0,257 + 0,0116 x_2) \\ (-1,355 + 0,0271 x_3) (1,348 - 0,00498 x_4) (0,86 + 0,138 x_5) \\ (0,812 + 0,559 x_6) (3,173 - 0,00292 x_7) 1,03 - 0,00122 x_8). \quad (2)$$

Для прочности на растяжении при изгибе:

$$y = 0,439 (0,634 + 0,00719 x_1) (0,314 + 0,00615 x_2) (1,694 - 0,00793 x_3) \\ (1,329 - 0,00469 x_4) (1,017 - 0,01617 x_5) (0,821 + 0,5516 x_6) \\ (3,391 - 0,00323 x_7) (1,0 - 0,0000 x_8).$$

Анализ уравнения регрессии показывает, что в изученных пределах варьирования факторов на прочность при сжатии отрицательно сказывается увеличение количества песка в смеси, а также количества в ней илстых частиц и золы. Обусловлено это повышением водопотребности смеси и ухудшением ее удобоукладываемости. Плохой удобоукладываемостью бетонной смеси, применяемых при укладке укаткой, объясняется и тот факт, что на прочность при сжатии положительно влияет увеличение водо-вяжущего фактора, что в ограниченном диапазоне изменения водо-вяжущего отношения подтверждается другими источниками [5], а также добавки суперпластификатора. Не было неожиданностью и то, что прочность увеличивается с повышением расхода цемента и возраста бетона.

Проведенная работа позволила выбрать наиболее подходящий, как по удобоукладываемости, так и прочности бетона, состав. Он рекомендован для возведения намеченной к строительству гравитационной плотины в качестве конкурирующего варианта с земляной и гравитационной из обычного бетона. При расходе цемента 130 кг/м^3 может быть достигнута прочность бетона при сжатии в возрасте 180 суток не менее 7,5 МПа.

Академия наук Грузинской ССР
Институт строительной механики
и сейсмостойкости
им. К. С. Завриева

(Поступило 24.12.1987)

განსაზრტა ტექნოლოგია

ზ. ჟილოსანი, თ. ჩიქოვანი, ბ. ჯაფარიძე

ჯეოგრაფიული ტექნოლოგიური ფაქტორის გავლენა
დატექნიკური ბეტონის სიმტკიცეზე

რეზიუმე

კორელაციური მეთოდის გამოყენებით შესწავლილია რვა ფაქტორის — ცემენტის, სუპერპლასტიფიკატორის, მტვერის, ნაცრის და ქვიშის რაოდენობის, აგრეთვე წყალ-შემკვრელი ფაქტორის, გამყარების დროის და ფარდობის



თი სიმკვრივის გავლენა დატკეპნილი ბეტონის სიმტკიცეზე კუმშვის და გაჭიმვის დროს.

მოცემულია რეგრესიის განტოლება.

TECHNOLOGY OF MATERIALS

Z. N. TSILOSANI, T. D. CHIKOVANI, G. V. JAPARIDZE

THE EFFECT OF SOME TECHNOLOGICAL FACTORS ON THE STRENGTH OF ROLLED CONCRETE

Summary

The effect of eight factors—the amount of cement, supersoftener, dust, ash and sand, water-binding factor, the time of hardening and the degree of concrete density on the strength indices of rolled concrete both at compression and tension are studied using the correlation method. The regression equation is given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Бронштейн. Энергетическое строительство за рубежом, № 2, 1984.
2. T. Mirose. Experience in the Use at Rolled Concrete. Water Power and Dam Construction. № 3. 1983.
3. М. Езикиел, К. Фокс. Метод анализа корреляции и регрессии (линейных и нелинейных). М., 1966.
4. D. V. Brandon. Developing Mathematical Models for Computer, Control. «GSAJ» № 7. 1959.
5. Т. Судзуки и др. Строительство бетонной плотины на реке Симадзи с уплотнением укладываемого бетона катками. Добаку Сэко. 1979 г. 20. № 9. с. 11—20. Перевод с японского БП. 80. 13382.

Г. Е. ГВАЛАЗЕ, Л. Г. КРИАЛАШВИЛИ

ПОЛИЭМБРИОНИЯ У COLCHICUM SPECIOSUM STEV.

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Ш. Нахуцришвили 23.9.1987)

Зародышевый мешок покрытосеменных растений, как известно, представляет собой орган, элементы которого несут определенную функциональную нагрузку и имеют соответствующее морфологическое строение. Однако эти структурно-функциональные отношения иногда нарушаются. Например, синергиды, имея характерное для них строение, в типичных случаях способствуют нормальному протеканию двойного оплодотворения, а именно притяжению пыльцевой трубки в зародышевый мешок, вскрытию ее кончика, высвобождению спермиев и перемещению их к готовым для оплодотворения женским гаметам. В некоторых же случаях синергида теряет характерное для нее строение и становится похожей на яйцеклетку. Подобные изменения претерпевают и антиподы. На основании такого изменения синергид и антипод исследователи [1, 2] считают их потенциальными гаметами, в определенных условиях проявляющими свои потенциальные возможности развития в зародыш, что создает предпосылки для полиэмбрионии.

Известны различные типы полиэмбрионии (синергидная, антиподальная, адвентивная, зиготная и др.). Дополнительные зародыши могут возникать на базе как полового, так и бесполого размножения [3, 4]. Это многообразие обусловило необходимость классификации данного явления. В дальнейшем мы будем пользоваться классификацией М. С. Яковлева [2], в основу которой положен генетический принцип с учетом развития генеративных структур.

У *Colchicum speciosum* нами установлено явление полиэмбрионии (рис. 2). Истинный и дополнительный зародыши существенно отличаются друг от друга. При формировании истинного, зиготного зародыша I митоз сопровождается образованием поперечной клеточной перегородки и зигота дает начало двум различным клеткам. Одна из них — терминальная богата цитоплазмой и содержит крупное ядро, другая же — базальная намного превышает размеры первой и сильно вакуолизирована. Различаются эти клетки и по характеру участия в формировании зародыша. Базальная клетка дает начало многоклеточному подвеску, а терминальная — собственно зародышу. При II митозе клеточная перегородка также поперечная. При III митозе клетка, обращенная к полости зародышевого мешка, делится продольной перегородкой. Многоклеточный зародыш принимает грушевидную форму, подвесок примыкает к нуцеллярному колпачку (рис. 2).

Во время формирования дополнительного зародыша, при I и II митозах закладывается поперечная клеточная перегородка, как и у зиготного зародыша, однако III митоз сопровождается образованием также поперечной (а не продольной) перегородки. Четырехклеточный дополнительный зародыш, в отличие от зиготного, представлен линейно расположенными клетками (рис. 2). Размеры и строение клеток дополнительного зародыша атипичны. В частности, клетки имеют более крупные размеры, бедны цитоплазмой и сильно вакуолизированы. Следует указать, что развитие дополнительного зародыша отстает от истинного.

Описанный нами дополнительный зародыш, по-видимому, синергидного происхождения. К этому склоняет то, что синергиды по морфологическому строению иногда имитируют яйцеклетку, сохраняя при этом крупные размеры (рис. 1). Следовательно, полиэмбриония *Colchicum speciosum*, согласно классификации М. С. Яковлева [2], может быть отнесена к гаметофитно-гаметному типу.

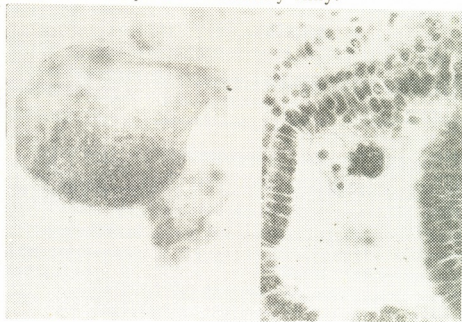


Рис. 1.

Рис. 2.

Дополнительный зародыш, по нашему предположению, партеногенетического происхождения. Действительно, ни в одном из изученных нами видов, включая и *Colchicum speciosum*, не наблюдалось вхождение добавочных пыльцевых трубок. Те же два спермия, доставленные в зародышевый мешок единственной пыльцевой трубкой, как правило, обеспечивают протекание двойного оплодотворения, а именно оплодотворения яйцеклетки и центральной клетки.

По мнению некоторых исследователей [5], образование дополнительных зародышей чрезвычайно важно, так как в отдельных случаях, когда зиготный зародыш не формируется либо дегенерирует, дополнительный зародыш может обеспечить образование жизнеспособных семян, дающих новое поколение. Следует отметить, что такие случаи исключительно редки и они представляют частные проявления приспособления. У подавляющего большинства растений дополнительные зародыши не несут какой-либо четко определенной функции.

У *Colchicum speciosum* дополнительный зародыш также не несет какую-либо функцию. У исследованных нами видов рода *Colchicum* хотя и встречаются случаи недоразвития или дегенерации зиготного зародыша, однако ни разу не был установлен факт замены истинного зародыша дополнительным. Дополнительный зародыш, как правило, погибает на ранних фазах развития. Зрелое семя содержит лишь истинный зиготный зародыш.

Можно предположить, что на ранних ступенях эволюции все элементы зародышевого мешка обладали способностью давать зародыши. Впоследствии же, при историческом становлении женского гаметофита эту способность сохранила лишь яйцеклетка. Возникновение синергидных зародышей у преобладающего большинства цветковых растений мы рассматриваем как проявление атавизма, как восстановление утраченной в процессе эволюции функции.



ბ. ღვალაძე, ლ. კრიალავილი

პოლიემბრიონია COLCHICUM SPECIOSUM STEV.-ში

რეზიუმე

Colchicum speciosum-ისათვის პირველადაა დადგენილი გამეტოფიტურ-გამეტური პოლიემბრიონია. დამატებითი ჩანასახი დეგენერირდება განვითარების ადრეულ საფეხურზე. მწიფე თესლი, როგორც წესი, შეიცავს მხოლოდ ერთ ზიგოტურ ჩანასახს. სინერგიდული ჩანასახის წარმოქმნა განიხილება როგორც ევოლუციის პროცესში დაკარგული ფუნქციის აღდგენა. როგორც ატავიზმის გამოვლინება.

BOTANY

G. E. GVALADZE, L. G. KRIALASHVILI

POLYEMBRYONY IN *COLCHICUM SPECIOSUM* STEV.

Summary

Colchicum speciosum is characterized with the gametophyte-gamete type of polyembryony. The additional synergidic embryo degenerates at early stages of development. The nature seed, as a rule, contains only one zygotic embryo. Formation of the synergidic embryo is considered to be an atavistic occurrence, the restoration of a function lost in the course of evolution.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. K. Schnarf. Embryologie der Angiospermen. Berlin, Bohntrager, 1929.
2. М. С. Яковлев. Проблемы современной эмбриологии. Л., 1956, 35—42.
3. П. Магешвари. Эмбриология покрытосеменных. М., 1954.
4. В. П. Банникова, О. А. Хведынич и др. Половые клетки и оплодотворение у покрытосеменных и водорослей. Киев, 1985.
5. Т. Н. Наумова. Актуальные вопросы эмбриологии покрытосеменных. Л., 1979, 46—57.



Т. А. ЛОЛАДЗЕ, М. П. МГАЛОБЛИШВИЛИ, К. Г. ДАЛАКИШВИЛИ,
Г. А. САНАДЗЕ (академик АН ГССР)

ФОТОСИНТЕЗ ЛИСТЬЕВ И ИЗОЛИРОВАННЫХ ПРОТОПЛАСТОВ ТРИТИКАЛЕ ВОСЕ-1

Тритикале — гибрид между пшеницей и рожью — является ценной зернофуражной культурой. В настоящее время получено более 200 форм и линий тритикале, отличающихся высокой продуктивностью зерна и биомассы, устойчивостью к грибковым заболеваниям, хорошей зимостойкостью. К таким высокоинтенсивным формам относится сорт тритикале Восе-1, который начиная с 1985 г. широко возделывается в различных зонах Грузинской ССР [1, 2].

Для выявления потенциальных возможностей и дальнейшего улучшения сортовых качеств этого гибрида путем селекционно-генетических работ необходимо иметь нужную информацию об его основных физиологических особенностях.

В настоящей работе мы пытались подобрать оптимальные условия для получения стабильно функционирующих изолированных протопластов из листьев тритикале Восе-1 и изучить их способности к фотосинтетической ассимиляции CO_2 . Для сравнения исследовали фотосинтетическую активность листьев тритикале, из которых выделялись протопласты.

Растения выращивали в оранжерее при естественном освещении и температуре 25—30°C. В опыт брали двухнедельные листья в 4—5 листовой стадии, перед началом колошения.

Опыты на целых листьях проводили в замкнутой системе для определения скорости газообмена по CO_2 [3], температура опыта +25°C, интенсивность освещения 200 Вт/м². Интенсивность видимого фотосинтеза у листьев определяли по CO_2 с помощью газоанализатора ОА-5501. Погрешность опытов не превышала 3—4%.

Протопласты выделяли ферментативным способом. Листья нарезали на тонкие (0,5—1 мм) сегменты и помещали в среду для ферментации: сорбит—0,75 М, CaCl_2 —1 мМ, MgCl_2 —2 мМ, альбумин бычьей сыворотки—0,1%, рН 5,5; концентрация ферментов в зависимости от возраста листьев: мацеронизм R-10—0,3—0,6%, онозука R-10—1—1,5%, время ферментации листьев—18—20 ч, в темноте при температуре 6—8°C в случае молодых листьев и 10—12°C — в случае зрелых. Протопласты выделяли встряхиванием нарезанной листовой массы с помощью пинцета в среде для выделения и промывки: маннит—0,8 М, HEPES —50 мМ, рН 7,2. Суспензию протопластов пропускали через капроновую сетку (величина пор—80 мкм), центрифугировали 15 сек при 300g, затем осадок ресуспендировали и промывали дважды в среде для промывки и центрифугировали в том же режиме. Протопласты хранили в темноте при 5—8°C в среде: сорбит—0,8 М, трицин—50 мМ, рН 7. Целостность протопластов проверяли с помощью светового микроскопа, окрашивая препарат 0,2% раствором метиленовой сини — интактные протопласты не окрашивались. Состав реакционной среды для фотосинтеза: сорбит—0,8 М, трицин—50 мМ, рН 7,6 (содержание хлорофилла прибл. 25 мкг/мл). После предварительного освещения протопластов (5—10 мин) в среду добавляли $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$ —10 мМ. Реакцию прерывали добавлением

ТХУ (конечн. концент. 5%). Температура опыта 25°C, освещенность — 200 Вт/м². Скорость поглощения CO₂ у протопластов измеряли радиометрически на сцинтилляционном спектрометре «Multi-mat-1».

В табл. 1 даны величины скорости видимого фотосинтеза листьев разного возраста у отдельных растений тритикале Восе-1.

Таблица 1
Интенсивность видимого фотосинтеза листьев разного возраста у тритикале Восе-1

Возраст листа, дни	Фотосинтез отдельных растений, мкмоль CO ₂ ·мг·хл ⁻¹ ·час ⁻¹					
	1	2	3	4	5	6
молодой, 8	92,8	98,1	161,2	115,4	114,7	151,6
Зрелый, 13	114,0	118,3	182,4	173,3	135,4	187,0
Зрелый, 18	106,3	106,3	128,4	125,7	114,2	156,4
Старый, 25	58,2	81,4	94,3	79,1	42,3	67,2

Таблица 2

Выход протопластов, фотосинтез листьев и протопластов тритикале в зависимости от возраста листьев

Расте- ние	Возраст листьев, дни	Хлорофилл, мг			Фотосинтез				
		лист, г сыр. веса	протопласты (из 1 г листа)	выход прото- пластов, % от листа	лист		протопласты		
					мкмоль CO ₂ мг сыр. в. ч.	мкмоль CO ₂ мг. хл. ч	мкмоль CO ₂ мг хл. ч	% от листа	
1	8	1,6	0,24	15	152,2	92,8	12,4	13,3	
	13	1,9	1,0	53	189,0	114,0	63,2	55,2	
	18	1,6	0,46	29	170,0	106,3	20,0	19,0	
2	8	1,8	0,33	18	211,3	115,7	16,2	14,0	
	13	1,8	1,17	65	253,0	173,3	83,3	48,0	
	18	1,7	0,8	47	228,0	125,7	25,0	20,0	

Из таблицы видно, что зрелые листья (13 дней) во всех случаях обладают сравнительно высокой фотосинтетической активностью, а старые листья — самой низкой. В табл. 2 представлены характеристики листьев двух растений тритикале, отличающихся друг от друга способностью к ассимиляции CO₂. Содержание хлорофилла в листьях, рассчитанное на сырой вес листа, в зависимости от возраста листьев меняется незначительно; выход протопластов у зрелых листьев (13 дней) почти в три раза выше, чем у молодых и в два раза выше, чем у листьев постарше. Скорость фотоассимиляции CO₂ (63—68 мкмоль CO₂·мг·хл⁻¹·час⁻¹) и % интенсивности фотосинтеза протопластов от листа (50—55%) у протопластов из 13-дневных листьев довольно высоки.

Изучение влияния pH реакционной среды на скорость фиксации CO₂ у протопластов тритикале Восе-1 выявило зависимость, которая описывается кривой на рис. 1. При pH среды между значениями 7 и

8 скорость ассимиляции CO_2 сравнительно высока и меняется незначительно (рис. 1).

Изменение фотосинтетической активности протопластов в зависимости от времени их хранения показано на рис. 2. Наибольшее изменение скорости фиксации CO_2 наблюдается в течение первых

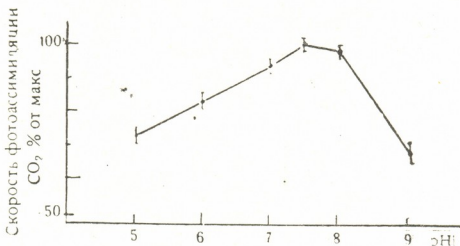


Рис. 1. Зависимость скорости фиксации CO_2 у протопластов из листьев тритикале Восе-1 от pH реакционной среды

60 мин. За это время интактные протопласты, находящиеся в метаболическом шоке, вызванном процедурой ферментации и последующими этапами выделения, по-видимому, успевают восстановить основные физиологические функции (кривая 1), тогда как поврежденные протопласты (кривая 4) почти полностью утрачивают их. Для интактных протопластов характерно резкое нарастание начальной

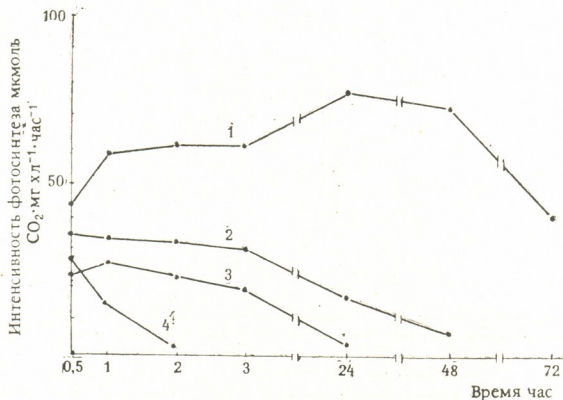


Рис. 2. Зависимость интенсивности фотосинтеза протопластов тритикале Восе-1 от времени их хранения (время фотосинтеза — 30 мин, температура хранения протопластов 8–10°C в темноте)

скорости фиксации CO_2 и сохранение высокого уровня фиксации CO_2 в продолжение 48 ч; более того, через 24 и даже 48 ч начальная скорость ассимиляции CO_2 повышается на 30%. Следует отметить, что характер изменения интенсивности фотосинтеза протопластов во времени коррелирует с данными морфологического контроля целостности



протопластов. Падение скорости фиксации CO_2 , как правило, совпадает с деструкцией протопластов. Таким образом, характер изменения скорости фотосинтеза во времени может служить хорошим показателем функционального состояния протопластов тритикале Vose-1.

Тбилисский государственный
университет

(Поступило 18.6.1987)

გვანამთა ფიზიოლოგია

ბ. ლოლადე, მ. მგალობლიშვილი, კ. დალაკიშვილი, გ. სანადე (საქ. სსრ
მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი)

ტრიტიკალე ვოსე-1-ის ფოთლებიდან და იზოლირებული
პროტოპლასტების ფოტოსინთეზი

რეზიუმე

შერჩეულია ოპტიმალური პირობები ტრიტიკალე ვოსე-1-ის ფოთლებიდან სტაბილური პროტოპლასტების იზოლირებისათვის. განსაზღვრულია ტრიტიკალეს სხვადასხვა ასაკის ფოთლებისა და ამ ფოთლებიდან მიღებული პროტოპლასტების ფოტოსინთეზური აქტივობა.

PLANT PHYSIOLOGY

T. A. LOLADZE, M. P. MGALOBlishVILI, K. G. DALAKISHVILI,
G. A. SANADZE

LEAF AND ISOLATED PROTOPLAST PHOTOSYNTHESIS IN
TRITICALE VOSE-1.

Summary

The paper presents a study of optimal conditions for isolating the stably functioning protoplasts from leaves of triticale Vose-1. The photosynthetic activity of leaves and protoplasts of triticale is determined depending on the age of leaves.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ю. С. Насыров, Т. А. Лоладзе, В. А. Бободжанов, М. Файзулаев, Г. А. Санадзе. Тритикале Vose-1. Тбилиси, 1986.
2. Т. А. Лоладзе, В. А. Бободжанов, Г. А. Санадзе. Сообщения АН ГССР, 126, № 1, 1987.
3. Г. М. Тархнишвили, А. Н. Қаландадзе, Г. А. Санадзе. Сообщения АН ГССР, 119, № 1, 1985.



Т. В. ОРТОИДЗЕ, Д. К. ДЗАГНИДЗЕ, Э. Г. МАЧИТАДЗЕ

ЗАМЕДЛЕННАЯ ФЛУОРЕСЦЕНЦИЯ ФЕЛЛОДЕРМЫ КОРЫ ОДНОЛЕТНЕГО ПОБЕГА ВИНОГРАДА В СВЯЗИ С МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТЬЮ

(Представлено академиком Г. А. Санадзе 20.8.1987)

Из литературных данных не совсем ясна роль нелистового фотосинтеза в морозоустойчивости растений, но существуют некоторые данные, показывающие связь между этими процессами. Ф. А. Александров [1] отводил фотосинтезу ветвей существенную роль в процессах восстановления деревьев, поврежденных морозом. Экспериментально доказано, что при образовании хлорофилла в корнях яблони последние лучше используют условия закалывания и повышают морозоустойчивость до уровня ветвей [2]. С. Я. Соколов [3] предполагал возможность нелистового фотосинтеза в средних широтах зимой.

Исходя из этого целью настоящей работы является изучение первичных процессов фотосинтетического аппарата, расположенного в феллодерме коры однолетнего побега винограда, зимой и использование этих данных для оценки относительной морозоустойчивости винограда.

Регистрацию реакции фотосинтеза осуществляли методом замедленной флуоресценции (ЗФ), которая возникает главным образом при рекомбинации первичных разделенных зарядов в реакционном центре фотосистемы II [4]. ЗФ измеряли на фосфороскопе с временным интервалом между освещением и измерением 1, 2 мс [6].

Индукционные кривые ЗФ феллодермы коры однолетнего побега винограда в активный период (август) и зимой (январь) показаны на рис. 1, А.

В отличие от активного периода, зимой интенсивность ЗФ феллодермы коры на единицу площади увеличена за счет быстрой фазы О—I индукционной кривой ЗФ, а медленная фаза D—P, наоборот, уменьшена в 2—3 раза.

При увеличении интенсивности возбуждающего света стационарная интенсивность ЗФ феллодермы коры зимой (январь) по сравнению с активным периодом (август) достигает насыщения раньше, но позже, чем ЗФ феллодермы, обработанной диуроном (10^{-4} М).

Уменьшение интенсивности медленной фазы D—P индукционной кривой ЗФ феллодермы коры зимой указывает на снижение химического компонента электрохимического градиента протонов ΔpH , связанного с энергизацией мембраны [4, 5]. Раннее световое насыщение, увеличение интенсивности стационарного уровня ЗФ и увеличение вклада медленной компоненты в кинетике затухания ЗФ феллодермы коры зимой свидетельствует об уменьшении скорости электронного транспорта в феллодерме коры зимой [4]. Однако ингибирование ЗФ феллодермы коры в присутствии диурона (10^{-4} М) говорит о том, что зимой сохраняется небольшая скорость транспорта электронов между фотосистемами.

Таким образом, можно заключить, что фотосинтетический аппарат, расположенный в феллодерме коры однолетнего побега винограда, в зимний период способен функционировать. Если учесть работу Сакай

[7], в которой показано, что при температуре -6°C температура коры с южной стороны побега в полдень $+20^{\circ}\text{C}$, можно предположить, что в период зимы, во всяком случае в условиях Грузии, первичные процессы фотосинтетического аппарата однолетнего побега винограда функционируют.

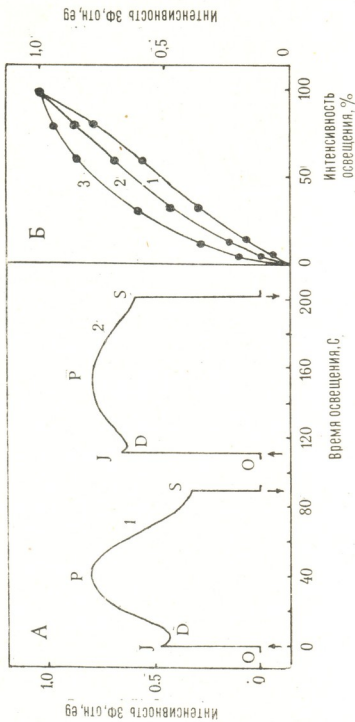


Рис. 1. Индукционные кривые ЗФ феллодермы коры (А) однолетнего побега винограда и световые зависимости (Б) свечения: 1 — в активный период (август), 2 — зимой (январь), 3 — феллодерма, обработанная диуроном в концентрации 10^{-4}M . Стрелками вверх и вниз обозначены моменты включения и выключения света соответственно

Существование первичных процессов фотосинтеза (даже на очень маленьких скоростях) в феллодерме коры винограда зимой позволяет использовать метод ЗФ для оценки относительной морозостойчивости виноградного растения. Опыты проводили следующим образом: морозостойчивость различных сортов винограда заранее определяли по лабораторным методам — замораживанием обрезков лозы в низкотемпературном холодильнике; затем обрезки этих сортов винограда инкубировали при -10°C в течение нескольких часов и следили за изменениями характеристик ЗФ феллодермы коры. Результаты показали (рис. 2, А), что для относительно морозостойчивых сортов (Ркацители, Мцване кахури) интенсивность стационарного значения ЗФ феллодермы коры (S-уровень) ингибируется более медленно, чем для относительно морозонеустойчивых сортов (Чхавери, Аवासихва). Таким образом, метод регистрации ЗФ феллодермы коры однолетнего побега можно использовать для определения относительной морозостойчивости виноградного растения.

С помощью вышеприведенного метода нами была исследована устойчивость фотосинтетического аппарата, расположенного в феллодерме коры, к низким температурам в онтогенезе винограда. Инкубирование обрезка лозы в течение нескольких часов при -10°C показывает (рис. 2, Б), что в период органического покоя (октябрь) устойчивость фотосинтетического аппарата лозы к низким температурам уменьшается, а затем в период вынужденного покоя (январь) увеличивается, достигая более высокого значения, чем в активный период (август). Как известно [8], в период органического покоя в клетках тканей происходят глубокие физико-химические изменения, обуславливающие увеличение морозостойкости растения, в том числе увеличивается устойчивость фотосинтетического аппарата феллодермы коры к низким температурам.

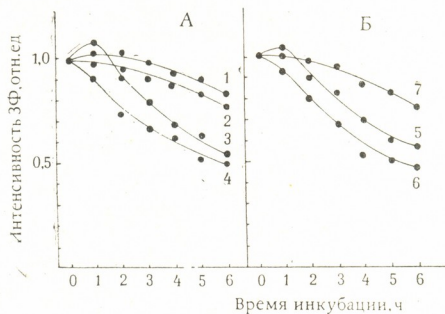


Рис. 2. Зависимость интенсивности стационарного значения ЗФ феллодермы коры от времени инкубации для разных сортов виноградной лозы при -10°C : 1—Ркаители, 2—Мцване кахури, 3—Чхавери, 4—Авасихва, 5, 6, 7—Чинური, 5—до органического покоя, 6—в период органического покоя, 7—в период вынужденного покоя

Однако в период органического покоя протекающие физико-химические изменения приводят не только к увеличению устойчивости фотосинтетического аппарата феллодермы коры к низким температурам, но даже перестраивают фотосинтетический аппарат феллодермы коры на работу при низких температурах. Об этом свидетельствует тот факт, что в индукционной кривой ЗФ феллодермы коры медленная фаза D—P, связанная с образованием $\Delta p\text{H}$ на мембране тилакоида, сохраняется дольше после инкубации обрезков лозы при -10°C (около 24 часа), чем после инкубации при комнатной температуре (ингибируется после 1 часа). Даже после ингибирования фазы D—P при комнатной температуре повторное инкубирование лозы при -10°C приводит к появлению медленной фазы D—P в индукционной кривой ЗФ. Таким образом, зимой фотомембрана феллодермы коры однолетнего побега винограда функционирует на более низких температурах, а при комнатной температуре разобщается.

Исходя из вышеприведенных результатов можно заключить, что зимой первичные процессы фотосинтетического аппарата, расположенного в феллодерме коры однолетнего побега виноградного растения, не прекращаются, а лишь сильно замедляются по сравнению с активным периодом. В фазе органического покоя происходят некоторые внутриклеточные перестройки, которые в дальнейшем приводят к увеличению морозостойкости фотосинтетического аппарата, перестраивая



его на работу при низких температурах зимой. Использование метода регистрации индукционной кривой замедленной флуоресценции позволяет оценить относительную морозоустойчивость виноградного растения.

НИИ садоводства, виноградарства
и виноделия Грузинской ССР

(Поступило 3.9.1987)

გვანამათა ფიზიოლოგია

თ. ორთოიძე, დ. ძაგნიძე, ე. მაჩიტაძე

ვაზის ერთწლიანი რქის ფელოდერმის შენელებული
ფლუორესცენციის კავშირი ყინვაგამძლეობასთან

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ ზამთარში ვაზის ერთწლიანი რქის ფელოდერმაში არსებული ფოტოსინთეზური აპარატის პირველადი პროცესების ინტენსივობა აქტიურ პერიოდთან შედარებით შესამჩნევად ინგიბირებულია. ორგანული მოსვენების ფაზაში მიმდინარე ფიზიკურ-ქიმიური გარდაქმნები იწვევენ ფოტომემბრანის ცინვაგამძლეობის ზრდას, თანაც ფელოდერმაში არსებული ფოტოსინთეზური აპარატი მუშაობს დაბალ ტემპერატურებზე. ვაზის რქის ფელოდერმის შენელებული ფლუორესცენციის რეგისტრირების მეოთხედი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ვაზის ფარდობითი ცინვაგამძლეობის დასადგენად.

PLANT PHYSIOLOGY

T. V. ORTOIDZE, D. K. DZAGNIDZE, E. G. MACHITADZE

DELAYED FLUORESCENCE OF BARK PHELLODERM OF AN
ANNUAL VINE SHOOT IN CONNECTION WITH FROST-
RESISTANCE

Summary

It is shown that in winter the primary processes of photosynthetic apparatus, located in the bark phelloderm of an annual vine shoot, do not stop, but strongly delay as compared with the active period. In the period of organic dormancy there occur some intracellular reconstructions, which later on lead to increased frost-resistance of photosynthetic apparatus, while reconstructing the latter for working on low temperatures in winter. Registration of the inductive curve of delayed fluerescence makes it possible to evaluate the relative frost-resistance of vine.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ф. А. Александров. Тез II Всесоюз. конф. по фотосинтезу. М., 1957.
2. И. И. Туманов, Н. Н. Хвалин. Физиол. раст., 14, вып. 5, 1967.
3. С. Я. Соколов. Бот. ж., 38, вып. 5, 1953.
4. Д. Н. Маторин, П. С. Венедиктов, К. Н. Тимофеев, А. Б. Рубин. Бюл. науки, 2, 1978.
5. Д. Н. Маторин, В. С. Маренков, С. А. Добрынин, Т. В. Ортоидзе, П. С. Венедиктов. Бюл. науки, 11, 1978.
6. A. Sakai. *Physiol. plantarum.*, 19, № 1, 1966.
7. К. Д. Стоев. В кн.: «Физиология винограда и основы его возделывания». София, 1983.

ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

М. Д. САМУШИА, Л. И. КАКИТЕЛАШВИЛИ, Л. Н. ЛАСАРЕИШВИЛИ

**ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ ПЫЛЦЫ НЕКОТОРЫХ ГРУЗИНСКИХ
СОРТОВ ГРЕЦКОГО ОРЕХА (*JUGLANS REGIA* L.)**

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. И. Джохадзе 13.8.1987)

Среди плодовых растений грецкий орех занимает важное место в жизни человека, все части его широко используются в различных отраслях народного хозяйства.

Плоды ореха — это высококалорийный пищевой продукт и богатейший источник витаминов, особенно аскорбиновой кислоты.

В Грузии орех растет повсеместно, но продуктивность его крайне низка. Количество плодов, ежегодно заготавливаемое в республике, не может обеспечить потребностей населения. Исходя из этого повышение продуктивности ореховых насаждений является задачей первостепенной важности.

Урожайность грецкого ореха во многом определяется благоприятными условиями в период цветения и качеством пыльцы.

Известно, что чем выше способность пыльцы к прорастанию, тем выше способность к оплодотворению, поэтому изучение данного вопроса представляет большой практический интерес.

В литературных источниках [1—4] мы находим мало сведений относительно жизнеспособности и особенностей прорастания пыльцы грецкого ореха, но и они разноречивы.

Целью настоящей работы являлось получение сведений об оптимальных условиях прорастания пыльцы некоторых сортов грецкого ореха, распространенных в Грузии.

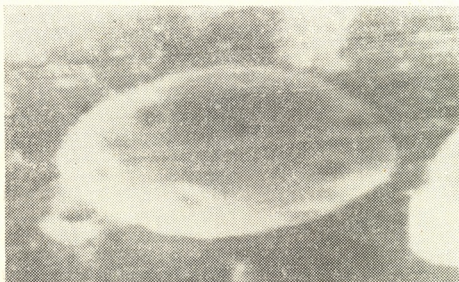


Рис. 1. Пыльцевое зерно с порами (Novoscan-30) ($\times 10000$)

Жизнеспособность пыльцы изучали на искусственной среде и на рыльце методом проращивания [5]. Пыльцу заготавливали в коллекционном саду Галаванской экспериментальной базы Грузинского НИИСВиВ с грузинских сортов ореха: Акура, Ацкури, Арагви, Горули, 9. „მეცნიერება“, ტ. 132, № 1, 1988

Каспура, Алазани и др. Морфологию пыльцы изучали на сканирующем (Novoscan-30) и световом (МБИ-3) микроскопах.

Нами установлено, что пыльца грецкого ореха является двуядерной и содержит 18 пор, что хорошо видно на рис. 1.

Проращивание пыльцы на искусственной среде сопряжено с определенными трудностями, так как связано с подбором оптимальной среды, созданием благоприятных условий температуры и влажности, особенностями того периода, когда происходят формирование и сбор пыльцы, условий хранения и других факторов.

С целью подбора наилучшей искусственной среды проращивание проводили на 5, 10, 15, 20, 30%-ных растворах сахарозы и глюкозы с добавлением 1 г агар-агара при температуре 20, 22, 24°C. Наилучшие результаты получены при проращивании пыльцы на 20%-ном растворе сахарозы с добавлением 1 г агар-агара.

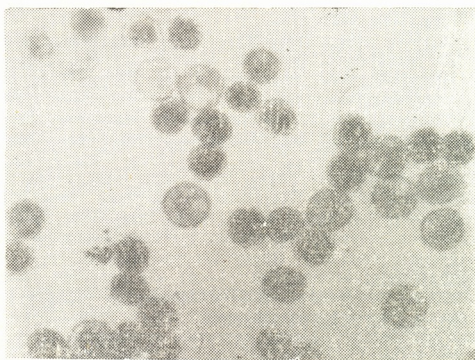


Рис. 2. Разнокачественная пыльца ($\times 200$)

Проращение пыльцы зависит от сортовых особенностей. В частности, пыльца грузинских сортов грецкого ореха отличается высокой жизненной активностью. Проращивание ее в отдельные годы колеблется в пределах 25,3—85,5%. Такого количества пыльцы вполне достаточно для нормального опыления цветков, так как в одной сережке насчитывается до 1,8 млн., в одном пыльнике — от 1 до 4,2 тыс., в каждом пыльцевом гнезде — до 900 пыльцевых зерен [6, 7].

Опыты показали, что проращение пыльцы зависит от погодных условий. В отдельные годы, когда вегетационный период у растений начинается раньше обычного, а затем в период цветения наступает похолодание, нормальное течение развития пыльцы может быть нарушено. В таком случае количество проросших пыльцевых зерен резко сокращается, пыльца морфологически разнокачественна, обнаруживаются мелкие, средние и гигантские пыльцевые зерна (рис. 2), большая часть которых проявляет стерильность, остальные отличаются различной степенью проращения. В период наблюдений нами были обнаружены как нормально развитые, так и разветвленные (около 2%) пыльцевые трубки (рис. 3).

На искусственной среде пыльца начинает проращать через 3 часа после посева, а в естественных условиях, на рыльце — через 7—8 часов. Через 16—18 часов пыльцевые трубки достигают половины длины столбика (рис. 4).



Нами были изучены также восприимчивость рылец и прорастание как свежесобранной пыльцы, так и хранимой в пергаментных мешочках на деревьях и в лабораторных условиях. Оказалось, что в естественных условиях пыльца сохраняет жизнеспособность 2—3 дня, а в лабораторных условиях — 2 месяца. По-видимому, это объясняется тем, что

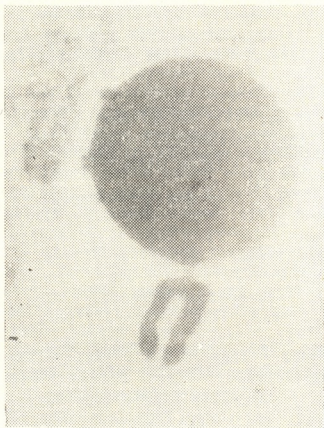


Рис. 3. Разветвленная пыльцевая трубка на рыльце (X400)

в естественных условиях пыльца подвергается воздействию резко меняющейся в течение суток температуры и относительной влажности

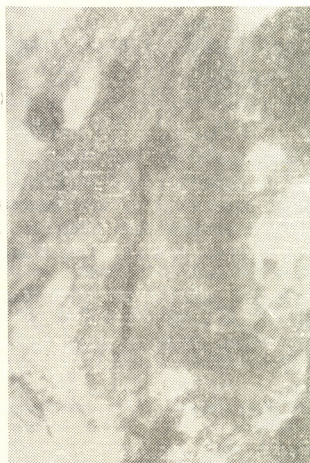


Рис. 4. Рост пыльцевой трубки
в тканях пестика (X200)

воздуха. Повышение температуры и снижение влажности воздуха в полуденные часы, повышенное увлажнение при обильном выпадении осадков весьма отрицательно сказываются на жизнеспособности пыльцы, которая, в свою очередь, влияет на урожайность грецкого ореха.



В результате соответствующих наблюдений нами установлено, что рыльца сохраняет способность восприятия пыльцы около 8 дней. После этого они высыхают, грубеют, поэтому пыльца на них не прорастает. Наблюдения показали, что большинство грузинских сортов ореха являются самобесплодными и нуждаются в перекрестном опылении. Если при свободном опылении прорастание пыльцы достигает 65%, при самоопылении пыльцевые трубки обвиваются вокруг пыльцевых зерен, на концах появляются булавовидные вздутия и их рост в тканях пестика прекращается.

В результате проведенных исследований мы пришли к заключению, что способность прорастания пыльцы изученных нами грузинских сортов грецкого ореха неодинакова и меняется не только по годам, но и в течение вегетационного периода, от раннего срока цветения к позднему. Поздноцветущие сорта ореха менее подвержены возможному весеннему похолоданию. Исходя из этого в производство следует вводить поздноцветущие сорта: Акура, Алазани, Арагви, Горули и др.

НИИ садоводства,
виноградарства и виноделия
Грузинской ССР

(Поступило 3.9.1987)

გენეტიკა და სელექცია

მ. სამუშია, ლ. კაკიტელაშვილი, ლ. ლასარეიშვილი
კაკლის ჯიშების მტკრის მარცვლის სიცოცხლისუნარიანობა

რეზიუმე

გამოკვლევების საფუძველზე დადგინდა, რომ კაკლის ქართული ჯიშები თვითტერილებია. მათი მტკრის მარცვალი ორბირთვიანია და შეიცავს თრამეტ ფორას.

მტკრის მარცვლის ვალივებისათვის საუკეთესო აღმოჩნდა ხელოვნური საკვები არე, რომელიც შეიცავს 20% საქაროზას და 1% აგარ-აგარს.

ბუნებრივ პირობებში მტკრის მარცვლის სიცოცხლის ხანგრძლივობა შეადგენს 2—3 დღეს, ლაბორატორიულ პირობებში კი — 2 თვეს.

GENETICS AND SELECTION

M. D. SAMUSHIA, L. I. KAKITELASHVILI, L. N. LASAREISHVILI
THE VIABILITY OF POLLEN GRAIN OF SOME GEORGIAN
VARIETIES OF WALNUT (*JUGLANS REGIA* L.)

Summary

It is determined that Georgian varieties of walnut (Akura, Goruli, Alazani, Kaspura, Atskuri, Aragvi) are self-sterile. Their pollen grains are binuclear and contain 18 pores.

The best condition for germination is the artificial feeding area containing 20% of succharose and 1% of agar.

In natural conditions pollen grain viability is 2-3 days, whereas in laboratory conditions—2 months.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Ф. Журавская. Материалы респ. науч.-теор. конф. молодых ученых и специалистов ТаджССР, секция — биология. Душанбе, 1985, 26—27.
2. В. А. Елисеев, З. С. Харазия, Субтр. культуры, № 4, 1983, 111—114.
3. В. А. Чипашвили. Труды НИИСВиВ, XXI, 1972, 403—407.
4. Л. И. Какителашвили, В. А. Мосашвили. Садоводство, № 11, 1981, 28.
5. В. А. Рыбин. Цитологический метод в селекции плодовых. М., 1967.
6. Machida Hiroshi, G. Fac. Text Sci. and Technol. Shinshu Univ., 1974, № 7, 20.
7. G. Impiumi, A. Ramina. Rev. ortoflorofrutticolt it., 1967, 51, № 6, 538—543.

И. Г. МЕСТИАШВИЛИ, И. Ш. ЗЕДГИНИДZE, Ц. М. МАНДЖГАЛАДZE,
В. М. НАЦВЛИШВИЛИ, И. И. ТОПУРИЯ, Т. Л. БАКРАДZE,
М. А. ДОЛАБЕРИДZE

КОРРЕЛЯЦИЯ МЕЖДУ ЧАСТОТОЙ ГЕНА α -ТАЛАССЕМИИ И БЫВШИМ АРЕАЛОМ ТРОПИЧЕСКОЙ МАЛЯРИИ В ГРУЗИНСКОЙ ССР

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Чанишвили 22.12.1987)

Предельная контрастность географических условий Грузии, ее расположение между 41—44° северной широты (в т. н. «малярийном поясе» земного шара), разнородность этнического состава населения, а также выявление гемоглобинопатии Н среди больных с анемией [1] являются факторами, подчеркивающими важность изучения проблемы географии α -талассемии в республике.

В этой связи целью настоящей работы явилось изучение распространения гена α -талассемии₁ с учетом этнического состава и маляриогенности территории республики.

Для достижения поставленной цели мы провели популяционные исследования в 1982—1985 гг. При этом в качестве основы использовали антропологическую классификацию современного населения Грузии [2] и классификацию территории республики по маляриогенным зонам [3].

При диагностике гетерозиготной α -талассемии₁ учитывали специфические для грузинской популяции морфологические характеристики эритроцитов (макроцитоз, овалцитоз, наличие шлемовидных и мишеневидных форм), выявление внутриэритроцитарных включений (преципитатов HbH) в немногих эритроцитах при инкубации крови с бриллиантовым кризольным синим красителем, некоторое снижение термостабильности гемоглобина, уровня HbA₂ и HbF, данные семейно-генетических исследований.

В результате популяционных исследований было выявлено 52 гетерозиготных носителя гена α -талассемии₁ из обследованных 2474 практически здоровых лиц, представителей 29 грузинских этнотерриториальных групп. Следовательно, частота данного гена в популяции Грузии составляет в среднем 2,1%.

Распределение генных частот по маляриогенным зонам республики, разграниченным по степени распространения *p. vivax*, показало, что в гипермаляриогенной зоне, гипсометрические отметки которой колеблются в пределах 0—700 м над уровнем моря, носители гена α -талассемии₁ составили 2,21%, в мезомаляриогенной зоне, гипсометрические отметки которой колеблются в пределах 200—1000 м над уровнем моря, — 0,74%. В этнотерриториальных группах, населяющих гипо- и амаляриогенные зоны республики, носительство гена не было выявлено (табл. 1).

Между тем, *p. vivax* в силу большой выносливости был в прошлом распространен в гипомаляриогенной зоне, гипсометрические отметки которой колеблются в пределах 500—1500 м над уровнем моря. Следовательно, на нашем материале не прослеживается корреляции между маляриогенностью территории, определяемой по интен-



сивности распространения *P. vivax* в прошлом и частоте гена α -талассемии_I.

Ретроспективный анализ паразитарной картины малярии в прошлом показал, что *P. falciparum*, возбудитель тропической малярии, в отдельные годы (при эндемических вспышках) даже превалировал над *P. vivax*, особенно в Кахетии и Мегрелии.

Таблица 1
Распределение частоты гена α -талассемии_I по маляриогенным зонам республики

Маляриогенные зоны	Число обследованных	Число гетерозигот с α -талассемией _I	% гетерозигот с α -талассемией _I
I—гипермаляриогенная	1718	49	2,21
II—мезомаляриогенная	401	3	0,74
III—гипомаляриогенная	155	—	—
IV—амальриогенная	200	—	—
Всего	2474	52	2,02

По данным отечественных и зарубежных маляриологов [4, 5], для развития различных паразитов малярии требуются различные экологические условия. Так, для спорогонии *P. vivax* среднесуточная температура не должна быть ниже +15°C, для *P. falciparum* — ниже +18°C, для *P. malariae* — ниже +20°C. Именно поэтому, по данным [6], ареал тропической малярии, вызываемой *P. falciparum*, не превышал в Грузии 600—700 м над уровнем моря. Поэтому мы сочли целесообразным распределить наш материал на две зоны: до 700 м и выше 700 м над уровнем моря. Оказалось, что все выявленные нами носители гена α -талассемии_I проживают в населенных пунктах, расположенных не выше 700 м над уровнем моря (табл. 2).

Таблица 2
Распределение лиц с α -талассемией_I по гипсометрическим показателям (согласно бывшему ареалу *P. falciparum*)

Гипсометрические показатели	Обследованные лица	Число лиц с α -талассемией _I	% обследованных лиц с α -талассемией _I
0—700 м	2119	52	2
Выше 700 м	626	0	0,4

При этом наибольшая частота гена α -талассемии_I (>2,5%) была отмечена в тех географических пунктах, которые, по данным [4, 5], были наиболее злостными очагами тропической малярии (>+). Значительная частота гена α -талассемии_I (<2,5%) наблюдалась в тех географических пунктах, которые были менее интенсивными очагами тропической малярии (+ или ++). В тех же регионах, где *P. falciparum* не встречался, нами не было выявлено ни одного носителя гена α -талассемии_I.

Итак, наши данные позволяют прийти к заключению, что частота гена α -талассемии_I в Грузинской ССР коррелирует со степенью распространения в прошлом тропической малярии, возбудителем которой является *P. falciparum*.

Следовательно, на примере Грузинской ССР прослеживается неизвестная ранее закономерность геногеографии α -талассемии, которая может быть применена для прогнозирования распространения данной патологии в других регионах мира при наличии данных о границах распространения (в прошлом или настоящем) *p. falciparum* (границы эти могут быть разными в разных широтах, так, у экватора они могут доходить даже до 2000 м над уровнем моря).

НИИ гематологии и
 переливания крови
 им. акад. Г. М. Мухадзе
 МЗ ГССР

(Поступило 7.1.1988)

გენეტიკა და სელექცია

ი. მესტიაშვილი, ი. ზედგინიძე, ც. მანჯგალაძე, ვ. ნატაშვილი,
 ი. თოფურია, თ. ბაკრაძე, მ. დოლაბერიძე

კორელაცია α -თალასემიის გენის სიხშირესა და საქართველოში
 ტროპიკული მალარიის ყოფილ არეალს შორის

რეზიუმე

1982—1985 წწ. ჩატარებული პოპულაციური გამოკვლევების შედეგად დავასკვნით, რომ α -თალასემიის გენის სიხშირე საქართველოში კორელირებს ადრე გავრცელებული ტროპიკული მალარიის ხარისხთან, რომელსაც იწვევდა *p. falciparum*.

GENETICS AND SELECTION

I. G. MESTIASHVILI, I. Sh. ZEDGINIDZE, Ts. M. MANJGALADZE,
 V. M. NATSVLISHVILI, I. I. TOPURIA, T. L. BAKRADZE, M. A. DOLABERIDZE

CORRELATION BETWEEN α -THALASSEMIA GENE FREQUENCY AND
 THE FORMER AREA OF TROPICAL MALARIA IN GEORGIA

Summary

Population studies carried out in 1982—1985 show that α -thalassemia gene frequency in Georgia correlates with the incidence of tropical malaria, caused by *p. falciparum*, in the past.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ი. გ. მესტიაშვილი, ვ. მ. ნატაშვილი, ც. მ. მანჯგალაძე, მ. ა. დოლაბერიძე. Респ. науч. конф. молодых ученых-медиков Грузии. Бакуриани. 1983.
2. მ. გ. აბდუშელიშვილი. Антропология современного населения Грузии. Тбилиси, 1964.
3. თ. ლ. ბაკრაძე. Автореферат докт. дисс. Тбилиси, 1967.
4. თ. ლ. ბაკრაძე. Особенности эпидемиологии малярии в процессе ее ликвидации в Грузинской ССР. Тбилиси, 1974.
5. ი. ი. თოფურია. I национальный конгресс по медицинской географии. Варна, 1974.
6. ს. მ. მარუაშვილი. Сб. «Борьба с малярией экологически безопасными методами». М., 1984.

Н. Р. МГАЛОБЛИШВИЛИ

О МЕХАНИЗМАХ ИЗМЕНЕНИЯ ПОРОГА НЕОКОРТИКАЛЬНОЙ СУДОРОЖНОЙ АКТИВНОСТИ

(Представлено академиком Т. К. Иоселиани 28.11.1986)

Существуют разные представления о зависимости эпилептогенного порога от степени синхронизации электрической активности структур головного мозга. Большинство авторов [1, 2] оптимальным фоном для развития судорожной активности считают ортодоксальную фазу сна. По мнению некоторых из них [3], причиной тому является синхронная электрическая активность, регистрируемая на фоне медленноволновой фазы сна, которая якобы является облегчающим фактором для возникновения гиперсинхронных волн, ведущих далее к эпилептическому приступу. Согласно данным литературы [4], повышение порога эпилептогенного раздражения дорсального гиппокампа (ДГ) наблюдается во время парадоксальной фазы сна, когда в ДГ регистрируется синхронная электрическая активность, в ранге тета-ритма. Угнетение следовых разрядов, спровоцированных стимуляцией ДГ, описывается и при предварительном активировании голубоватого места (ГМ) [5]. Согласно существующим данным [6], изолированное электрическое раздражение ГМ вызывает десинхронизацию неокортикальной активности и возникновение тета-ритма в ДГ. При микроэлектродных исследованиях [7] зарегистрировано торможение спонтанной активности пирамидных нейронов ДГ. Возникло предположение, в соответствии с которым купирующий эффект ГМ на следовые разряды опосредован понижением активности нейронов данной структуры. Но с этой точки зрения не совсем понятно, почему на фоне торможения спонтанной активности нейронов новой коры, описанного при стимуляции ГМ [8], понижается порог эпилептогенного раздражения неокортекса. В связи с этим определенным интерес представляет изучение механизмов изменения порога неокортикальной судорожной активности.

В настоящей статье приведены результаты исследования влияния ГМ на судорожные разряды неокортикального происхождения, а также на спонтанную активность клеток новой коры. Приведены данные и о зависимости порога эпилептогенного раздражения неокортекса от уровня активности данной структуры.

Опыты ставились на кошках и кроликах обоего пола в условиях острого и хронического эксперимента. Операция животных производилась под общим кеталларовым (15 мг/кг) наркозом. В острых опытах после перевода животных (обездвиженных мiorелаксантом) на искусственное дыхание операционные раны и точки фиксации черепа в стереотаксическом аппарате имбибировались новокаиновым раствором. Раздражение и отведение суммарной электрической активности структур головного мозга осуществлялись нержавеющей константановыми электродами (д=200—250 мм) с фабричной изоляцией. Отведение нейронной активности производилось с помощью стеклянных микроэлектродов, заполненных 3М раствором хлористого натрия. Для экспериментов подбирались препараты со стабильным порогом судоро-

рожной активности. Неокортикальные пароксизмальные разряды провоцировались электрическим раздражением зрительной области новой коры. Интервал между пробами составлял 20 мин.

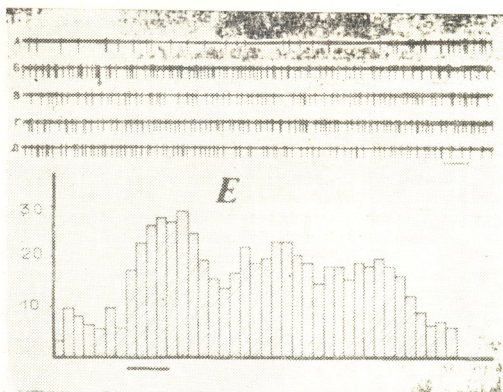


Рис. 1. Длительное постстимуляционное влияние раздражения ГМ на спонтанную активность корковой нервной клетки. Регистрируются: нейрон зрительной области новой коры (А—Д), постстимуляционная гистограмма реакции указанного нейрона на стимуляцию ГМ (Е). А, Б—ритмическое раздражение ГМ частотой 50 Гц, В, Г, Д—продолжение Б. Калибровка времени—250 мс. Е—усредненная реакция указанного нейрона на ритмическую стимуляцию ГМ частотой 50 Гц. Ширина столбика соответствует 500 мс. На оси ординат обозначено количество импульсов. $n=15$

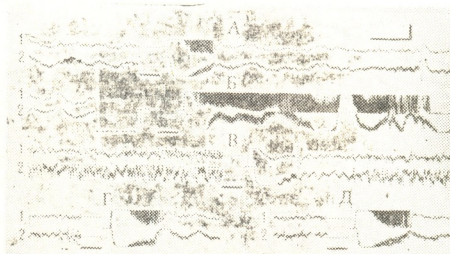


Рис. 2. Влияние предварительной стимуляции ГМ и интраперитонеального введения амиазицина на порог эпилептогенного раздражения новой коры. Регистрируются: 1—зрительная кора; 2—сенсомоторная кора. А, Г, Д—эффект изолированной стимуляции зрительной коры; Б—раздражению зрительной коры предшествует стимуляция ГМ; В—раздражение зрительной коры на фоне интраперитонеального введения амиазицина. Сплошной линией отмечен период раздражения зрительной коры (1,8 В, 50 Гц, 0,2 мс), пунктирной—раздражение ГМ (4 В, 50 Гц, 0,2 мс). Калибровка: горизонтальная линия—10 мс, вертикальная—200 мкВ



При изучении влияния раздражения ГМ на спонтанную активность нейронов зрительной области новой коры обнаружилось, что 75,8% всех зарегистрированных нейронов активировалось в ответ на стимуляцию ГМ. Из рис. 1 видно, что раздражение ГМ стандартными стимулами (50 Гц, 5 В, 0,2 мс) длительностью 2 с вызывает облегчение корковых нейронов. Активирующий эффект ГМ длится около 18 с после прекращения стимуляции.

На рис. 2 представлены результаты предварительной стимуляции ГМ и интраперитонеального введения аминазина на порог эпилептогенного раздражения неокортекса. Согласно данным литературы, аминазин, действуя на ретикулярную формацию среднего мозга, устраняет ее активирующий эффект на кору больших полушарий. При больших дозах развивается состояние, близкое к физиологическому сну. В опытах подбиралась та минимальная доза препарата (0,5 мг/кг), при которой животное при визуальном наблюдении оставалось бодрствующим, но на ЭЭГ регистрировались высоковольтные медленные потенциалы. Один из таких опытов продемонстрирован на рис. 2. Как видно из пробы А, раздражение зрительной коры вызывает хорошо выраженные судорожные разряды. При предварительной активации ГМ увеличивается продолжительность следовых разрядов (рис. 2,Б), что указывает на понижение порога эпилептогенного раздражения новой коры. После введения аминазина на фоне синхронизации ЭЭГ раздражение неокортекса становится неэффективным в смысле вызова судорожных послеразрядов (рис. 2,В), что свидетельствует о повышении эпилептогенного порога. Спустя 3—3,5 часа после введения аминазина наблюдается восстановление фоновой суммарной электрической активности структур головного мозга. Из проб Г и Д (рис. 2) видно, что раздражение новой коры на таком фоне вызывает следовые разряды начальной продолжительности.

Результаты описанных выше экспериментов можно свести к следующему: 1) предварительная активация ГМ понижает порог эпилептогенного раздражения неокортекса; 2) большинство зарегистрированных нейронов (75,8%) новой коры активируется в ответ на стимуляцию ГМ; 3) активирующий эффект ГМ характеризуется определенным последствием; 4) на фоне пониженной активности нейронов новой коры, вызванной интраперитонеальным введением аминазина, порог эпилептогенного раздражения неокортекса повышается. Таким образом, на основе анализа данных литературы и полученных результатов можно предположить, что чем выше активность нейронов новой коры, тем ниже порог эпилептогенного раздражения неокортекса.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 28.11.1986)

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია

ბ. მგალობლიშვილი

სახლი ძეგლის კრწანისში ბანუხტევის ზღურბლის ცვლილებების მექანიზმების შესახებ

რეზიუმე

კატებსა და ბოცვერებსზე, მწვავ და ქრონიკული ექსპერიმენტის პირობებში, შევისწავლეთ ლურჯი ლაქის აქტივაციის გავლენა მხედველობის ქერქის ეპილეპტოგენური ზღურბლისა და ნეირონების სპონტანურ აქტივობაზე. გირკვა, რომ ლურჯი ლაქის წინასწარი ელექტრული სტიმულაცია ამცირებს ნეოკორტექსის ეპილეპტოგენური გაღიზიანების ზღურბლს. რეგისტრირებულ ნეირონთა 75,8% აქტივდება ლურჯი ლაქის სტიმულაციისას. ამინაზინის ინ-



ტრაპერიტონეალური შეყვანისას, ქერქული ნეირონების დაქვეითებული აქტივობის ფონზე, შეინიშნება ეპილეპტოგენური ზღურბლის გაზრდა, როგორც ჩანს, ქერქული ნეირონების აქტივობის დონის გაზრდა განაპირობებს ნეიკორტექსის ეპილეპტოგენური ზღურბლის შემცირებას.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

N. R. MGALOBlishVILI

ON THE MECHANISMS OF THRESHOLD ALTERATION OF NEOCORTICAL SEIZURE ACTIVITY

Summary

The stimulation of Locus coeruleus (LC) led to increased spontaneous impulse activity in 75.8% of all recorded neurons in the visual cortex of acute cats and rabbits. Under such conditions the epileptogenic stimulation threshold of neocortex decreased as compared to the control, where the stimulation of LC was not preceded by that of the visual cortex. Following the intraperitoneal injection of aminazine (0.15 mg/kg), resulting in a decrease of the neocortical activity, the threshold of convulsive afterdischarges increased within 2.5—3 hours. In all probability, the threshold of cortical epileptogenic stimulation is largely determined by the level of neocortical unit activity.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. M. Вейн, А. И. Сумский, М. Н. Фишман, А. Д. Соловьева. Ж. невропатологии и психиатрии, 4, 1972, 537—543.
2. T. Nakashima, M. Sato, S. Otsuki. Electroenceph. clin. Neurophysiol., 43, 1977, 451.
3. P. Halasz. Acta physiol., Acad. Sci. Hung., 42, 1972, 293-314.
4. M. Jouvet. Physiol. Rev., 47, 1967, 117-177.
5. B. Libet, C. A. Gleason, E. W. Wright, B. Feinstein. Epilepsia, 18, 1977, 4.
6. O. J. Macadar, A. Roig, J. M. Monti, T. Budelli. Physiol. Behav., 5, 1970, 1443.
7. M. Segal, F. Bloom. Brain Res., 72, 1974, 99-114.
8. N. Dillier, J. Lasclo, B. Muller, W. P. Koella. H. R. Olpe Brain Res., 154, 1978, 61-68.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

М. Г. ЦАГАРЕЛИ

ВЫЗВАННЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ МОЗГА ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ
 АЛКОГОЛИЗМЕ

(Представлено академиком А. Д. Зурабшвили 7.7.1987)

Хронический алкоголизм характеризуется широким спектром нарушений психики человека [1]. С помощью вызванных потенциалов (ВП) мозга возможно получить объективные, количественные нейрофизиологические данные о высших интегративных процессах мозговой деятельности [2, 3].

Целью работы является изучение влияния длительного употребления алкоголя на ВП мозга при исследовании зрительно-пространственной функции восприятия геометрических фигур.

Исследование проведено на 14 больных хроническим алкоголизмом мужчинах в возрасте $34,8 \pm 4,6$ года во второй стадии заболевания (по И. В. Стрельчуку) [1] и 9 практически здоровых мужчинах в возрасте $29,2 \pm 4$ года. Все исследуемые были правши, с нормальным зрением. Давность заболевания составляла $13 \pm 4,8$ года. Больные в течение не менее 2—3 недель до начала исследования не принимали алкогольных напитков, и у них к этому времени проходила абстиненция.

Для решения зрительно-пространственной задачи стимульный комплекс, состоявший из двух частей геометрических фигур с временным интервалом 80 мс, предъявлялся на светодиодном экране тахистоскопически — в левое и правое поле зрения. Стимулы комплекса представляли собой фрагменты фигур: треугольника, квадрата, прямоугольника, трапеции, ромба и восьмиугольника. Исследуемые должны были сравнить предъявляемые пары фрагментов в уме и определить, образуют ли они одну из вышеназванных фигур или нет. Если две части фигур образовывали фигуру-эталон, исследуемый нажимал на правую кнопку правой рукой, если нет — на левую левой. Анализировалась амплитуда волны N_{200} и поздних положительных P_{300} и P_{300} «b» усредненных ВП, отводимых от парietальной области обоих полушарий.

Разница средних значений амплитуды ВП между здоровыми исследуемыми и больными хроническим алкоголизмом по t -критерию Стьюдента

		N_{200}	P_{300}	P_{300} «b»
Левое полушарие	Правильные решения	2,33*	1,95	1,90
	Неправильные решения	2,37*	1,58	2,32*
Правое полушарие	Правильные решения	3,04**	2,92**	1,47
	Неправильные решения	2,49*	2,35**	2,93**

Примечание: уровни достоверности: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$.

Полученные электрофизиологические данные показали, что у больных хроническим алкоголизмом амплитуда поздних волн ($N_2 - P_3$ и



P_3 «в») достоверно меньше, чем у здоровых лиц (см. таблицу). Для волны N_{200} разница между здоровыми и больными достоверна ($P < 0,05$) (рис. 1). Для поздней положительной волны P_{300} достоверность выяв-

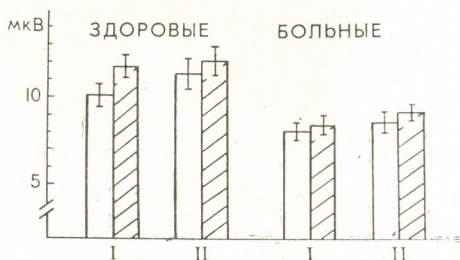


Рис. 1. Амплитуда волны N_{200} . На всех рисунках: I — правильные решения, II — неправильные решения зрительно-пространственной задачи, светлые столбики — зрительная информация поступает в левое полушарие, заштрихованные — в правое

лена для правого полушария ($P < 0,01$) (рис. 2), а для волны P_{300} «б», достоверная разница обнаружена при неправильных решениях зрительно-пространственной задачи как для левого полушария ($P < 0,05$),

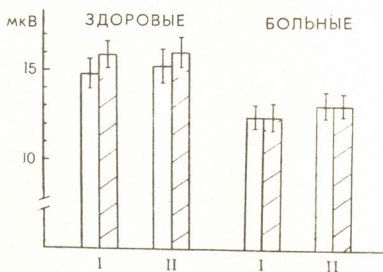


Рис. 2. Амплитуда волны P_{300}

так и для правого ($P < 0,01$). К тому же у здоровых лиц отмечена достоверная разница между правильными и неправильными решениями задачи в правом полушарии ($t = 2,38$, $P < 0,05$) (рис. 3).

Рядом исследователей показано также, что амплитуда компонентов ($N_1 - P_2$), записанная от ассоциативной коры, уменьшена у алкоголиков, находившихся в длительной абстиненции, если они не принимали антабус (дисульфирам) [4, 5], так как введение последнего у здоровых исследуемых вызывало увеличение амплитуды ВП [6].

В работах Э. А. Костандова и др. обнаружено, что у больных хроническим алкоголизмом уменьшается межполушарная асимметрия вследствие преимущественного угнетения алкоголем функции правого полушария, что выражается в увеличении латентности и уменьшении амплитуды волны P_{300} в правом полушарии [2, 7].

Тут следует указать на сходство изменения электрофизиологиче-



ских параметров ВП при хроническом алкоголизме и остром действии алкоголя на здоровых исследуемых [2, 3, 7, 8].

Далее, рядом авторов обнаружено, что у здоровых исследуемых амплитуда ВП на значимые стимулы больше, чем на незначимые, тогда как у больных амплитуда одинаково уменьшена в обоих случаях как для волны N_1 [9], так и для поздних волн P_2 и P_3 , отводимых от парietальной центральной области, где амплитуда P_3 является максимальной, что, видимо, говорит о возможной дисфункции «сенсорной фильтрации» между значимыми и незначимыми информационно-входными каналами [3].

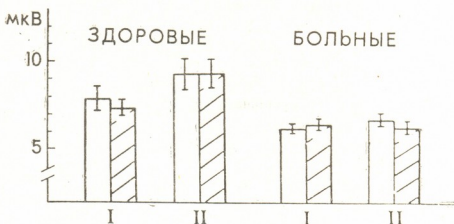


Рис. 3. Амплитуда волны P_{300} «в»

Полученные нами результаты согласуются с данными других исследователей, указывающих, что у больных хроническим алкоголизмом уменьшение амплитуды ВП, возможно, обусловлено понижением электрической активности как коры, так и подкорковых образований мозга. Это предположение подтверждается данными, полученными в работах, в которых с лечебной целью вживлялись электроды в мозг человека. Было показано, что местом генерации волны P_3 является гиппокамп [10].

Таким образом, хроническая алкогольная интоксикация вызывает угнетение электрической активности и уменьшение амплитуды ВП, что, возможно, является причиной ухудшения зрительно-пространственной функции мозга человека.

НИИ психиатрии
им. М. М. Асатиани
МЗ ГССР

(Поступило 4.9.1987)

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

მ. ცაბარელი

თავის ტვინის გამოწვეული პოტენციალები ქრონიკული
ალკოჰოლიზმის დროს

რეზიუმე

დადგენილია, რომ გამოწვეული მოგვიანო პოტენციალების N_{200} , P_{300} , P_{300} , „b“ ამპლიტუდა ქრონიკულ ავადმყოფებს სარწმუნოდ ნაკლები აქვთ ჯანმრთელ ადამიანებთან შედარებით.

M. G. TSAGARELI

EVOKED BRAIN POTENTIALS IN CHRONIC ALCOHOLISM

Summary

It is shown that amplitudes of late evoked-potential components N_{200} , P_{300} , and P_{300} , „b“ are decreased in chronic alcoholics as compared to healthy subjects.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Алкоголизм. М., 1983.
2. Э. А. Костандов. Функциональная асимметрия полушарий мозга и неосознаваемое восприятие. М., 1983.
3. B. Porjesz, H. Begleiter. In: "Alcohol and the Brain", N. Y., Plenum Press, 1985, 139—182.
4. R. Cogler *et al.* Biol. Psychiatry. 11, 435—443, 1976.
5. J. Salamy *et al.* J. Nerv. Ment. Dis., 168, 19—25, 1980.
6. S. Peeke *et al.* Alcoholism: Clin. Exp. Res., 3, 223—229, 1979.
7. Э. А. Костандов, Ю. Л. Арзуманов, О. А. Генкина и др. ЖВНД, 31, 1981, 451—463.
8. L. Rhodes *et al.* EEG and Clin. Neurophysiol. 38, 561—568, 1975.
9. S. Hillyard *et al.* In: "Event-related brain potential in man", N. Y., Academic Press, 1978, 223—321.
10. E. Halgren *et al.* Science, 210, 803—805, 1980.



Л. Е. ХОЛОДОВ, Н. Т. МЕНАБДЕ

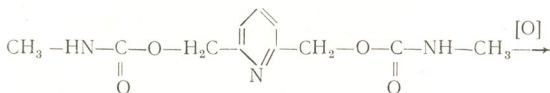
О ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ДЕТЕРМИНАЦИИ МЕТАБОЛИЗМА ПАРМИДИНА С УЧАСТИЕМ НЕСПЕЦИФИЧЕСКИХ МОНООКСИГЕНАЗ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. Н. Иуцубидзе 3.3.1987)

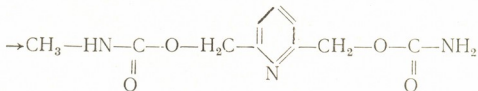
Для большинства лекарственных препаратов основным путем элиминации из организма человека являются окислительные метаболические процессы. Высокая индивидуальная варибельность скоростей этих биохимических процессов во многих случаях определяет различия в эффективности и безопасности фармакотерапии. В последние годы на примере ряда лекарств была показана генетическая детерминация скорости этого микросомального окисления и были выявлены индивиды (5—9% в европеоидной расе) с очень низкой скоростью метаболического окисления [1, 2]. Эти исследования были проведены, в основном, с применением в качестве тест-препаратов антигипертензивного средства дебризохина [3] и алкалоида с антиаритмической активностью спартеина. Применение указанных тест-препаратов в большинстве случаев не дает возможность сделать отнесение индивида к тому или иному генотипу. Кроме того, применение этих тест-препаратов для популяционных исследований осложняется значительной токсичностью этих лекарственных средств. Подобные исследования с дебризохином и спартеином в СССР вообще невозможны, так как они не разрешены для применения.

Мы поставили задачу найти такой тест-препарат для популяционных исследований индивидуальных особенностей метаболического окисления лекарств, который был бы лишен перечисленных недостатков. Таким препаратом оказался противоатеросклеротический препарат пармидин (пиридинол-карбамат, продектин, ангинин). Он малотоксичен (ЛД₅₀ у крыс — 5400 мг/кг), не обладает выраженной фармакологической активностью при однократных дозах до 1 г на прием, и проявляет терапевтический и профилактический эффект лишь при длительном курсовом применении, побочные явления при этом наблюдаются крайне редко.

Методами препаративной хроматографии в тонком слое сорбента (силикагель) нам удалось выделить основные метаболиты пармидина. Подтверждено, что главным путем элиминации препарата из организма человека является окислительное N-деметилирование до норпармидина [4, 5]:



пармидин



норпармидин

Хроматографическими и спектральными методами мы показали, что далее деметилированию подвергается и вторая метильная группа, затем происходит гидролиз карбамоильных групп, по образовавшимся функциональным группам (NH_2 и OH) происходит конъюгирование с получением глюкуронидов и сульфатов, а также наблюдается дальнейшее окисление метаболитов до 2,6-пиридиндикарбоновой кислоты. Можно, таким образом, сделать вывод, что величины периода полуэлиминации пармидина ($t_{1/2}$) должны отражать, в основном, активность неспецифических монооксигеназ, катализирующих окисление различных препаратов, в том числе и пармидина.

Исследована фармакокинетика пармидина в выборке из грузинской тбилисской популяции: 58 человек (34 мужчины, 24 женщины) в возрасте от 21 до 64 лет, без заболеваний печени и почек, без нарушения кровообращения. Через 1, 2, 4, 8, 12 и 24 ч после приема внутрь 1 г препарата были определены концентрации пармидина и его метаболитов в сыворотке крови с применением хроматоспектрофотометрического метода и высокоэффективной жидкостной хроматографии (наша модификация методов [4, 6, 7]). По этим данным были рассчитаны фармакокинетические параметры пармидина в рамках одночастевой математической модели. Оказалось, что индивидуальные величины ($t_{1/2}$)

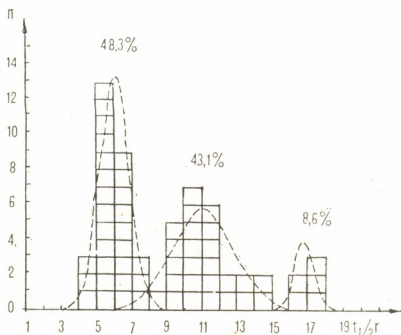


Рис. 1. Гистограмма распределения величин периода полуэлиминации ($t_{1/2}$, ч) пармидина в выборке грузинской тбилисской популяции ($n=58$ человек в возрасте от 21 до 64 лет)

пармидина распределяются (рис. 1) тримодально (по критерию χ^2 с $p < 0,01$), образуя три генотипические группы индивидов: 28 человек (48,3%) с высокой активностью монооксигеназ, $t_{1/2} < 8,5$ ч, в



среднем $t_{1/2}=6,06\pm 0,16$ ч; 25 человек (43,1%) с низкой активностью, $t_{1/2}$ от 8,5 до 15,5 ч, $\bar{t}_{1/2}=11,10\pm 0,35$ ч; 5 человек (8,6%) с очень низкой активностью ферментов, $t_{1/2}>15,5$ ч, $\bar{t}_{1/2}=16,79\pm 0,23$ ч. Разделение на группы, как показал дальнейший анализ, не связано с полом и возрастом испытуемых.

Тримодальность распределения величин $t_{1/2}$ пармидина связана с наследованием активности метаболизирующих неспецифических окислительных ферментов, что подтверждается удовлетворительным совпадением наблюдаемых объектов групп (48,3; 43,1 и 8,6%) с ожидаемыми объемами (48,3; 42,4 и 9,3%) в соответствии с генетическим законом Харди—Вайнберга при следующих частотах аллельных генов в популяции: частота гена, ответственного за быстрое окисление — $p_{ox}=0,695$, частота гена, контролирующего медленное окисление — $q_{ox}=0,305$. Выявленные частоты генов в грузинской популяции сходны со средними частотами генов для европейской расы — $p_{ox}=0,744$ и $q_{ox}=0,256$, объемы генотипов соответственно 55,4; 38,1 и 6,5% (определено по дебризохину и спартенну). Различия в частотах генов могут быть связаны с историческими особенностями формирования генного фонда грузинской популяции.

Отнесение индивидов по величине $t_{1/2}$ пармидина к той или иной генотипической группе по активности окислительных ферментов дает основания для оптимизации схем дозирования различных лекарственных средств, которые инактивируются в организме с участием той же ферментативной системы.

НИИ экспериментальной и
клинической терапии
МЗ ГССР

(Поступило 12.3.1987)

გომომიის

ლ. ხოლოდოვი, ბ. მენაბდე

არასპეციფიკური მონოოქსიგენაზების მონაწილეობით
მიმდინარე პარმიდინის მეტაბოლიზმის გენეტიკური
დებარდინაციის შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილია პარმიდინის ფარმაკოკინეტიკა თბილისის ქართულ პოპულაციაში (58 ინდივიდი) 1 გ პრეპარატის შიგნით მიღების შემდეგ. ნაჩვენებია, რომ პარმიდინის მეტაბოლიზმის წარმართავი არასპეციფიკური მონოოქსიგენაზების გენეტიკურად გაპირობებული აქტიურობის მიხედვით პრეპარატის ნახევარელიმინაციის პერიოდის ($t_{1/2}$) ინდივიდუალური მნიშვნელობები ნაწილდება პოპულაციაში შემდეგი მოცულობების მქონე სამ ჯგუფად: 48,3; 43,1 და 8,6%. ამგვარი განაწილება, პარდი—ვაინბერგის გენეტიკური კანონის მიხედვით შეიძლება განხორციელდეს პოპულაციაში გენების შემდეგი სიხშირების დროს: სწრაფი დაქანვის მაკონტროლებელი გენის სიხშირე $p_{ox}=0,695$, ხოლო ნელი დაქანვისა — $q_{ox}=0,305$.

L. E. KHOLODOV, N. T. MENABDE

ON GENETIC DETERMINATION OF PARMIDIN METABOLISM
USING NONSPECIFIC MONOOXYGENASES

Summary

Parmidin pharmacokinetics following the administration of 1g of the drug has been studied in a sample of Georgian population in Tbilisi (58 subjects). Individual $t_{1/2}$ values for parmidin showed trimodal distribution depending on genetically determined activity of metabolizing nonspecific monooxygenases, with the following group volumes: 48.3, 43.1 and 8.6%. Such a distribution obeys the Hardy-Weinberg law with the following gene frequency in the population: frequency of the gene responsible for rapid oxidation is $p_{ox}=0.695$, for slow oxidation $q_{ox}=0.305$.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА -- REFERENCES

1. N. M. Woolhouse *et al.* Clin. Pharm. The rap., v. 26, 1979, 584—591.
2. M. Eichelbaum. Clin. Pharmacokinetics, v. 7, 1982, 1—22.
3. D. A. Price-Evans *et al.* J. of Medical Genetics, v. 17, 1980, 102—105.
4. R. Mallein *et al.* Therapia, v. 28, 1973, 115—128.
5. Л. Е. Холодов и др. Сб. трудов ВНИХФИ: «Новые фармакологические препараты: сердечно-сосудистые, психотропные, антиаллергические», вып. 9, 1982, 37—47.
6. Л. Е. Холодов и др. Хим-фарм. журнал, 14, № 8, 1980, 104—107.
7. А. В. Соколов и др. Авт. свид. № 1236366, Бюлл. изобр. № 21, 1986, 180.



С. А. ДОЛИДЗЕ, Б. Б. ДЗАНТИЕВ, А. В. ЖЕРДЕВ

СРАВНЕНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО И СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДОВ ДЕТЕКЦИИ В ИММУНОФЕРМЕНТНОМ АНАЛИЗЕ БАЦИЛЛЯРНОЙ И ГРИБНОЙ α -АМИЛАЗЫ И БАЦИЛЛЯРНОЙ ЩЕЛОЧНОЙ ПРОТЕАЗЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Чаншвили 4.8.1987)

Для количественного определения различных биологических объектов — от гормонов до вирусов и целых клеток — в последние годы широко применяется иммуноферментный анализ (ИФА), основанный на использовании антигенов и антител, меченных высокоактивными ферментами [1, 2].

Существенными преимуществами ИФА являются его высокая чувствительность, избирательность и возможность автоматизации анализа. Представляет интерес сопоставление различных способов детекции в ИФА. В большей части случаев содержание метки определяют спектрофотометрически — по поглощению продуктов реакции, катализируемой ферментом — меткой. Одним из альтернативных путей является электрохимическая детекция [3]. Сравнение этих двух методов детекции на примере ИФА α -амилазы и щелочной протеазы *Bacillus subtilis* и α -амилазы *Aspergillus niger* и составляет содержание настоящей работы.

ИФА проводили твердофазным «сэндвич»-методом [4, 5].

При анализе α -амилазы *Bacillus subtilis* раствор IgG-фракции специфических антисывороток с концентрацией белка 4,0 мкг/мл в 0,05 М калийфосфатном буфере, pH 7,4, с 0,1 М NaCl иммобилизовывали на поверхности лунок микропланшетов для ИФА при 4°C в течение 16 часов, затем 4 раза промывали лунки тем же буфером с добавлением 0,05% твина-20 (буфер X) для удаления несвязавшихся молекул. Далее в лунках последовательно разводили анализируемые образцы в буфере X, инкубировали 45 мин при 37°C и 4 раза промывали буфером X. Затем в лунки вносили иммунопероксидазный конъюгат IgG-ПХ (синтезированный периодатным методом) в концентрации 1,2 или 0,4 мкг/мл по пероксидазе (ПХ), инкубировали 45 мин при 37°C, промывали 4 раза буфером X и 1 раз дистиллированной водой.

Анализ α -амилазы *Aspergillus niger* отличался концентрациями IgG — 6,0 мкг/мл и конъюгата — 3,0 мкг/мл, а также длительностью инкубации при 37°C — 60 и 60 мин.

В ИФА щелочной протеазы концентрации IgG и конъюгата составляли 4,0 и 2,0 мкг/мл соответственно, а длительность инкубации при



37°C — 90 и 60 мин, причем вместе с антигеном в лунки также вносили казеин до конечной концентрации 5,0 мг/мл.

Спектрофотометрическое определение ПХ проводили, используя следующие субстраты: 5-аминосалициловая кислота (5,0 мМ) + H₂O₂ (1,8 мМ), рН 6,0; ортофенилендиамин (3,7 мМ) в 30 мМ натрий-ацетатном буфере (рН 5,0) + H₂O₂ (1,8 мМ), в данном случае реакцию останавливали добавлением H₂SO₄ до конечной концентрации в лунках (0,5 М). Оптическую плотность продуктов реакции измеряли через 15 мин на вертикальном абсорбциометре MR-580 («Dynatech», Швейцария) при $\lambda = 490$ нм. При электрохимической детекции использовали амперометрический датчик проточно-инжекционного типа. Датчик включает графитовый трубчатый (индикаторный) электрод и хлор-серебряный сравнения, которые заключены в корпус из оргстекла. Через индикаторный электрод протекает с постоянной скоростью (2,0 мл/мин) 0,1 М ацетатный буферный раствор (рН 4,2), содержащий 0,3 М КСl. Пробу вводили в индикаторный электрод через кла-

Сравнение спектрофотометрического и электрохимического методов детекции в ИФА

Система анализа	Пределы измерения, нг/мл		Относительная ошибка, %	
	Спектрофотометрический метод	Электрохимический метод	Спектрофотометрический метод	Электрохимический метод
«Сендвич»-ИФА α -амилазы <i>Bacillus subtilis</i> , концентрация конъюгата 1, 2 мкг/мл	2—64	4—64	3,1	8,3
То же, концентрация конъюгата 0,4 мкг/мл	1—64	—	9,7	27,3
«Сендвич»-ИФА α -амилазы <i>Aspergillus niger</i>	4—125	4—125	3,6	12,9
«Сендвич»-ИФА щелочной протеазы <i>Bacillus subtilis</i>	2—140	5—145	6,2	12,1

Примечание: в пунктах 1, 3, 4 — субстрат 5-аминосалициловая кислота + H₂O₂; в пункте 2 — ортофенилендиамин + H₂O₂.

пан пипеточным дозатором. Выходной сигнал датчика регистрировался с помощью микроамперметра. Для электрохимического определения активности ПХ в лунки вносили 0,03 М ацетатного буфера (рН 4,2), содержащего 0,5 мМ КJ и 0,28 мМ H₂O₂. Раствор инкубировали 30 мин при комнатной температуре, затем 0,1 мл пробы вводили в амперометрический датчик.

Обработку результатов проводили на персональном компьютере с помощью стандартных статистических программ.

Для контроля стабильности детектируемых сигналов в начале работы с электродом и по окончании (после анализа 300 образцов) производили калибровку по растворам конъюгата IgG-ПХ с концентрациями 256, 128... 0,25 нг/мл по ПХ. Полученные зависимости силы тока (J) от концентрации конъюгата (С) удовлетворяли линейному прибли-



жению: коэффициент корреляции составлял 0,90—0,94 для диапазона концентраций 0,25—256 нг/мл и 0,980—0,994 для диапазона концентраций 0,25—64 нг/мл. Для концентрации конъюгата выше 64 нг/мл калибровочный график отклонялся от прямой вниз. Минимальная достоверно определяемая концентрация конъюгата составляла 2,0 нг/мл, а в некоторых случаях — 1,0 нг/мл.

Чувствительность трех испытанных электродов (отношение J/C на линейном участке калибровочного графика) составляла 0,0289, 0,0481; 0,0585 мкА·нг⁻¹·мл в начале работы, а после анализа 300 проб — соответственно 0,0211; 0,0399; 0,0411 мкА·нг⁻¹·мл.

Падение чувствительности за время анализа составило 27, 17, 30%. Следует отметить также дрейф сигнала в отсутствии конъюгата, равного 0,06; 0,12; 0,29; 0,05; 0,07; 0,01 мкА.

Эксперименты показали, если непосредственно после введения измеряемого раствора в этот же канал ввести ацетатный буфер, то через 5—10 с детектируемая сила тока возвращается к исходному значению. Таким образом, производительность прибора составляла примерно два анализа в минуту. Однако использование автоматических инжекторов и систем из нескольких электродов позволит значительно повысить скорость анализа.

Для сравнения двух методов детекции в твердофазном ИФА измерения в половине планшет проводили спектрофотометрическим методом, а в другой половине с теми же образцами — электрохимическим. Полученные значения пределов определения и относительных ошибок измерений приведены в таблице. Как видно из ее данных, электрохимический метод детекции не уступает спектрофотометрическому по чувствительности и обладает несколько меньшей точностью. Величины силы тока и оптической плотности, регистрируемые в данных методах, хорошо коррелируют: коэффициент корреляции — 0,996. Схемы анализа, в которых использовались высокие концентрации конъюгата (схемы, соответствующие спектрофотометрическим методам с субстратом 5-аминосалициловая кислота + H₂O₂), представляются основной областью применения электрохимического метода.

Академия наук СССР
Институт биохимии
им. А. Н. Баха

Всесоюзный научно-исследовательский институт
аналитической техники
НПО «Аналитприбор»

(Поступило 3.9.1987)

ბიოქიმია

ს. დოლიძე, ბ. ძანტივიძი, ა. ჯარღვი

ელექტროქიმიური და სპექტროფოტომეტრული მეთოდების
დამუშავების შედეგებაზე გაცემული და სკოპირებული α-ამილაზის
და გაცილური ტუბი პროტეაზის იმუნოფერმენტულ ანალიზში

რეზიუმე

α-ამილაზის და ტუბი პროტეაზის *Bacillus subtilis* და α-ამილაზის
Aspergillus niger „სენდვიჩ“-სქემის იმუნოფერმენტული ანალიზისათვის
შედარებულია მარკერ-პეროქსიდაზას სპექტროფოტომეტრული (სფმ) და



ელექტროქიმიური (ექმ) მეთოდების, დეტექცია. გრაფიტის ელექტროდი უზრუნველყოფდა 300 ანალიზს, მარკერის განსაზღვრის მინიმალური ზღვარია 1—2 ნგ/მლ. წარმადობაა 120 ანალიზი საათში. ორივე მეთოდის განსაზღვრის დიაპაზონი პრაქტიკულად ემთხვევა. შეფარდებითი ცდომილება შეადგენდა 3,1—6,2% სფმ-თვის და 8,3—12,9% ექმ-თვის.

BIOCHEMISTRY

S. A. DOLIDZE, B. B. DZANTIEV, A. V. ZHERDEV

A COMPARISON OF ELECTROCHEMICAL AND SPECTROPHOTOMETRIC DETECTION METHODS IN THE ENZYME IMMUNOASSAY OF BACILLARY AND FUNGOUS α -AMYLASE AND BACILLARY ALKALINE PROTEASE

Summary

Spectrophotometric (SPM) and electrochemical (ECM) methods of marker-peroxidase detection have been compared with a view to obtaining a sandwich-like structure of enzyme immunoassay of α -amylase and alkaline protease of *Bacillus subtilis* and α -amylase of *Aspergillus niger*. Graphite electrode ensures 300 assays with the marker minimum detection limit of 1-2 ng/ml and the throughput of 120 assays per hour. Both methods are characterized with practically similar ranges of determination. Relative error of measurement amounts to 3.1-6.2% and 8.3-12.9 for SPM and ECM, respectively.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Enzyme-mediated immunoassays. Ed. by T. T. Ngo, H. M. Lenhoff, New York: Plenum Press, 1985, 489.
2. Б. Б. Дзантиев, А. М. Егоров. Журнал ВХО им. Д. И. Менделеева, т. 27, № 4, 1982, 442—449.
3. Д. М. Ивницкий, М. Ф. Юлаев, Д. М. Аrentьев и др. А. с. 1205913 (СССР), БИ, № 3, 1986.
4. А. В. Жердев, Б. Б. Дзантиев, И. С. Қорчагина и др. Биотехнология, т. 3, № 1, 1987, 98—105.
5. А. В. Жердев, Б. Б. Дзантиев, Г. Г. Орлова и др. Тез. симпозиума «Выделение, очистка и анализ биологически активных веществ». Сухуми, 1987.



Т. Г. ЗАРДИАШВИЛИ, Т. Д. ЧИГВИНАДZE, Т. Ф. МИРУАШВИЛИ

НИТРАТРЕДУКТАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ ПРОРОСТКОВ ЧУМИЗЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. Н. Нупубидзе 15.5.1987)

Одним из факторов, определяющих количество и качество урожая, является обеспеченность растений азотом. Поскольку ассимиляция азота в высших растениях начинается с восстановления нитрата до нитрита, считают, что фермент нитратредуктаза (1.6.6.1), катализирующий это восстановление, является «ключевым» ферментом азотного обмена, а его активность связывают с урожайностью и накоплением белка в растениях [1—5].

Содержание белка в зерне служит важнейшим показателем для зерновых культур. В связи с этим определенный интерес представляло изучение активности нитратредуктазы и ее связи с содержанием белка в зерне различных форм и гибридов чумизы, как одного из представителей зерновых, культивация которого активно возобновляется в Грузинской ССР.

Объектами исследования служили дикие, полудикие и культурные виды рода *Setaria* (L.) Beauv., произрастающие в Грузии, а также растения того же рода, культивируемые в различных географических зонах (Средняя Азия, Китай, Корея). Особую группу составляли гибриды, полученные путем скрещивания сотрудником Института ботаники АН ГССР И. И. Маисая.

Растения выращивали в почве на делянках теплицы Института биохимии растений АН ГССР при температуре $+20-25^{\circ}\text{C}$ и обычной смене дня и ночи. В листьях и корнях 15-дневных проростков определяли активность нитратредуктазы *in vivo* по методу Мульдера с сотр. [6]. В семенах этих растений, полученных в конце вегетации, определяли содержание суммарного белка модифицированным методом Кьельдаля [7] с использованием реактива Несслера.

Сравнение нитратредуктазной активности листьев и корней отечественных разновидностей чумизы с активностью фермента в растениях, произрастающих в различных географических зонах, показало, что нитратредуктазная активность у растений грузинских разновидностей выше по сравнению с китайской, корейской и среднеазиатской чумизой. Кроме того, у грузинской чумизы восстановление нитратов преобладает либо в корнях, либо в листьях в зависимости от сорта. У сортов китайской и корейской чумизы восстановление нитратов идет с одинаковой интенсивностью в обоих органах растений (рис. 1).

При сравнении полученных результатов с содержанием белка в семенах чумизы (табл. 1) обнаруживается тесная взаимосвязь между общим уровнем нитратредуктазной активности и содержанием белка в семенах. Интересно, что положительная корреляция между активностью нитратредуктазы и содержанием белка в зерне ранее была отмечена и у растений кукурузы [3, 8].

Известно, что нитратредуктаза является генетически обусловленным ферментом и ее активность наследуется [9—11]. В связи с этим было проведено исследование активности нитратредуктазы у гибридов и родительских форм чумизы.



Результаты показали существование различного характера наследования активности фермента (рис. 2). Как видно из рисунка, культурные разновидности чумизы (1, 2, 4, 7) отличаются повышенной нит-

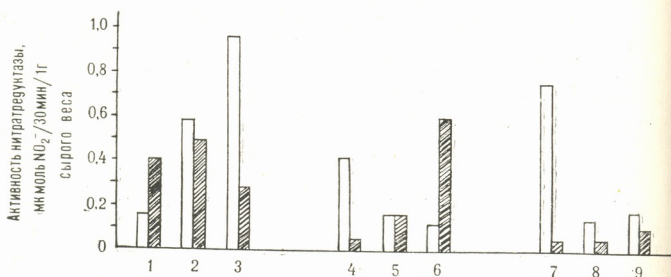


Рис. 1. Активность нитратредуктазы в листьях и корнях проростков различных сортов чумизы:

□ — листья, ▨ — корни

1. *S. italica* cv. *iberica*, Dek. et Kasp. f. *cylindrica*
2. *S. italica* cv. *dissecta* Dek. et Kasp. f. *acuminata*
3. *S. italica* cv. *Maisaia* et Gorgidze f. *cylindrica*, f. *acuminata*
4. *S. italica* cv. *aurea* Men. et Er. f. *cylindrica*
5. *S. italica* cv. *macrochaeta* Körn f. *acuminata*
6. *S. italica* cv. *alba* Tachen. f. *acuminata*
7. Китайская «Шаньси»
8. Корейская черная
9. Среднеазиатская с красной чешуей

ратредуктазной активностью в основном в листьях, в то время как у дикого предшественника — щетинника активность фермента невелика

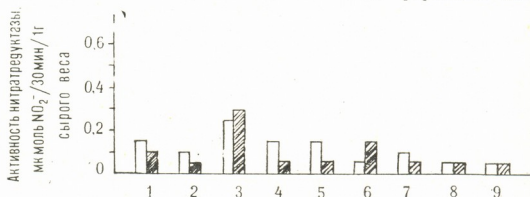


Рис. 2. Активность нитратредуктазы в листьях и корнях проростков чумизы родительских форм и их гибридов:

□ — листья, ▨ — корни

1. *S. italica* cv. *luteosperma* f. *clavata* Men. et Er.
2. *S. italica* cv. *longiseta* f. *acuminata* Döll.
3. Гибрид (1×2)
4. *S. italica* cv. *leucosperma* f. *acuminata* Men. et Er.
5. *Setaria viridis* (L.) Beauv (щетинник)
6. Гибрид (4×5)
7. *S. italica* cv. *luteosperma* f. *cylindrica* Men. et Er.
8. *S. mocherica* (Alef.) Men. et Er. (морар)
9. Гибрид (7×8)

и одинакова в корнях и листьях. Интересно, что щетинник характеризуется самым низким содержанием белка в семенах (табл. 2). Скрещивание щетинника с культурной чумизой *Setaria italica* cv. *leucosperma* f. *acuminata* Men. et Er. (груз.) способствует повышению активности фермента ($\cong 4$ раза) в корнях гибрида (рис. 2).

Таблица 1

Содержание суммарного белка в семенах различных сортов чумизы (%)

1. <i>Setaria italica</i> cv. <i>iberica</i> , Dek. et Kasp. f. <i>cylindrica</i> (груз.)	11,5
2. <i>S. italica</i> cv. <i>dissecta</i> Dek. et Kasp. f. <i>acuminata</i> (груз.)	22,2
3. <i>S. italica</i> cv. <i>vulgata</i> Maisaia et Gorgidze, f. <i>cylindrica</i> , f. <i>acuminata</i> (груз.)	24,8
4. <i>S. italica</i> cv. <i>aurea</i> Men. et Er. f. <i>cylindrica</i> (груз.)	17,6
5. <i>S. italica</i> cv. <i>macrochaeta</i> Körn f. <i>acuminata</i> (груз.)	10,8
6. <i>S. italica</i> cv. <i>alba</i> Tschchen. f. <i>acuminata</i> (груз.)	21,1
7. Китайская «Шаньси»	9,1
8. Корейская черная	13,9
9. Среднеазиатская с красной чешуей	9,1

Таблица 2

Содержание суммарного белка в семенах чумизы родительских форм и их гибридов (%)

1. <i>S. italica</i> cv. <i>luteosperma</i> f. <i>clavata</i> Men. et Er. (груз.)	19,5
2. <i>S. italica</i> cv. <i>longiseta</i> f. <i>acuminata</i> Döll. (груз.)	17,7
3. Гибрид (1 \times 2)	18,5
4. <i>S. italica</i> cv. <i>leucosperma</i> f. <i>acuminata</i> Men. et Er. (груз.)	11,7
5. <i>Setaria viridis</i> (L.) Beauv (щетинник)	6,3
6. Гибрид (4 \times 5)	20,4
7. <i>S. italica</i> cv. <i>luteosperma</i> f. <i>cylindrica</i> Men. et Er. (груз.)	24,5
8. <i>S. mocherica</i> (Alef.) Men. et Er. (могар)	18,1
9. Гибрид (7 \times 8)	16,0

Таким образом, проведенные исследования позволили выявить определенную взаимосвязь между нитратредуктазной активностью и содержанием белка в семенах чумизы. Эта связь наиболее четко прослеживается в грузинских сортах.

Академия наук Грузинской ССР
Институт биохимии растений

(Поступило 4.6.1987)

ბიოლოგია

თ. ზარდიაშვილი, თ. ჩიღვინაძე, თ. მიჩუაშვილი

ლომის ნაზარდების ნიტრატრედუქტაზული აქტივობა

რეზიუმე

შესწავლილია ქართული ლომის და განსხვავებული გეოგრაფიული გარემოების მქონე სახესხვაობებისა და ჰიბრიდული ნაზარდების ნიტრატრედუქტაზული აქტივობა. ნაჩვენებია, რომ არსებობს გარკვეული კავშირი ნაზარდებში ნიტრატრედუქტაზულ აქტივობასა და თესლში ცილის საერთო შემცველობას შორის, რაც უფრო მკვეთრად შეინიშნება ქართულ სახესხვაობებში. კულტურული ლომის ძურწასთან შეგვარებისას ფერმენტის აქტივობა ფესვებში იზრდება ~4-ჯერ.

T. G. ZARDIASHVILI, T. D. CHIGVINADZE, T. F. MIRUASHVILI

THE NITRATE-REDUCTASE ACTIVITY OF THE CHUMIZA SEEDLINGS

Summary

A study has been made of the nitrate-reductase activity of the Georgian species of chumiza (*Setaria italica* (L.) PB Beauv.) as well as of the varieties from other geographical regions and their hybrid seedlings. A certain relationship exists between the nitrate-reductase activity of seedlings and the content of protein in the seeds, which is most clearly manifested in the Georgian varieties.

The crossing of the cultured chumiza with wild species (*Setaria viridis* (L.) Beauv.) results in a four-fold increase of the enzyme activity in hybrid seedling roots.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. L. Deckard, R. I. Lambert, R. H. Hageman. *Crop. Sci.* 13, 3, 1973, 343—350.
2. R. H. Duffield, L. I. Croy, E. L. Smith. *Agron. Y.*, 64, 2, 1972, 249—251.
3. А. Ф. Сысоев, Е. И. Имшенецкий. *Науч.-техн. бюлл. Всесоюз. сел.-ген. ин-та*, вып. 26, 1976, 41—43.
4. Л. П. Воронова, А. А. Пешкова, Ф. Э. Реймерс, Х. Фауст, Э. Е. Хазкин. *ДАН СССР*, 241, № 5, 1978, 1210—1213.
5. L. Beevers, R. H. Hageman. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 20, 1969, 495—522.
6. E. G. Mulder, R. Voxma, W. Van Veen. *Plant and Soil*, 10, 1959, 335—355.
7. Методы белкового и аминокислотного анализа растений (методические указания), Л., 1973.
8. Т. Ф. Марченко. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1984.
9. L. W. Gallagher, K. M. Soliman, C. O. Qualset, R. C. Huffaker, D. W. Rains. *Crop. Sci.*, 20, 6, 1980, 717—721.
10. Б. И. Токарев, В. К. Шумный. *Генетика*, т. 17, № 5, 1981, 852—857.
11. Б. И. Токарев, В. К. Шумный. *Генетика*, т. 12, № 3, 1976, 141—152.

МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

Л. А. ДАНДУРИДZE, Д. Т. ПАТАРАЯ, Г. Н. ПРУИДZE

ИЗУЧЕНИЕ МИКРОФЛОРЫ ЧАЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. Н. Нуцубидзе 22.6.1987)

Чай является важным пищевым продуктом и содержит полезные для организма вещества.

С целью изучения микрофлоры чая чайные образцы были взяты с фабрик разных субтропических районов Грузии.

Для выявления микроорганизмов были отобраны следующие питательные среды: мясо-пептонный бульон, картофельный и сусло-агар, пептонно-кукурузный агар, Гаузе II — и модифицированы разные среды, в состав которых входили БВК (белково-витаминный комплекс, хитин и ил [1, 2]). Настой чая готовили в стерильных условиях. В 100 мл горячей стерильной воды вносили 1 г сухого чая. В чашках Петри на твердые питательные среды наносили чайный настой 0,05 мл и растирали шпателем. Чашки инкубировали при температуре 27—30°C. Через определенное время производили учет микроорганизмов, выделяли чистые культуры и изучали морфолого-культуральные свойства.

Таблица 1

Микрофлора чая на разных средах
 (количество микроорганизмов в 1 мл)

Сорт чая	Время инкубации, час	Бактерии	Дрожжи	Грибы	Актиномицеты
II категория высшего сорта	24	1420	260	—	—
	48	2000	180	2000	60
	72	2400	440	18000	120
I сорт	24	3160	—	1800	20
	48	8320	340	2200	60
	72	12600	2000	5000	120
I категория II сорта	24	1440	1400	2500	40
	48	3000	1480	4000	80
	72	2800	2000	5000	160
II категория II сорта	24	2000	260	12000	40
	48	6000	880	10000	180
	72	8000	980	10280	240

В табл. 1 представлены данные о микрофлоре черного чая Цхалтубской чайной фабрики: высшего сорта, I сорта, II сорта.

Как видно из таблицы, количество бактерий через 24 часа инкубации составляет во всех пробах 1420—3160, грибов — 260—340, дрожжей — 1800—2500, актиномицетов — 20—40. После 48 часов инкубации общее количество микроорганизмов возрастает и наступает порча чая. Выявляется определенная закономерность в зависимости от качества



чая. При ухудшении качества чая увеличивается количество микроорганизмов (табл. 2).

Таблица 2

Микрофлора разных сортов черного чая
Цхалтубской чайной фабрики

Сорт чая	Бактерии	Грибы	Дрожжи	Актиномицеты
II категория высшего сорта	1940	293	6666	60
I сорт	3027	780	3000	67
I категория II сорта	3413	1626	3833	93
II категория I сорта	5333	7060	10760	153

Изучена изменчивость рН чайного настоя в зависимости от времени. Чайный настой выдерживали в термостате при температуре 27—30°C в течение 7—8 дней. Через определенные промежутки времени определяли рН. Как видно на рисунке, рН чая изменяется от 4,9 до 5,2. В чайном настое начиналось обильное развитие грибов и дрожжей на 7-е сутки, когда рН колебался от 4,2 до 4,7.

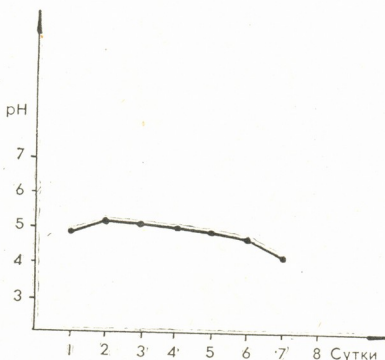


Рис. 1. Изменчивость рН чайного настоя в зависимости от времени

Следовательно, микрофлора чая представлена грибами, дрожжами, бактериями актиномицетами. При ухудшении качества чая увеличивается количество микроорганизмов. В течение 48 часов инкубации чайного настоя выявляются сапрофитные микробы в таких количествах, которые не вызывают порчу чая.

По нашему мнению, основной причиной порчи чайного настоя является увеличение количества разных представителей как грибов, так и дрожжей.

ლ. დანდურიძე, დ. პატარაია, გ. ფრუიძე

ჩაის მიკროფლორის შესწავლა

რეზიუმე

ჩატარებულია ცდები ჩაის ნაყენის მიკროფლორის შესასწავლად. ცდების შედეგად გამოყოფილია მიკროორგანიზმების ოთხი ძირითადი ჯგუფი: ბაქტერიების, სოკოების, საფუვრებისა და აქტინომიცეტების. აღმოჩნდა, რომ ჩაის ნაყენის გაფუჭებაში მთავარ როლს ასრულებენ საფუვრები და სოკოები.

ჩაის ნაყენის ამჟავება გაპირობებულია ჩაის დაბინძურების ხარისხით.

MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

L. A. DANDURIDZE, D. T. PATARAIA, G. N. PRUIDZE

THE STUDY OF TEA INFUSION MICROFLORA

Summary

Based on the study of tea microflora, four main groups of microorganisms have been determined: bacteria, fungi, yeasts and actinomycetes.

It can be concluded that yeasts and fungi are the principal factors responsible for tea spoiling. Tea infusion souring depends on the degree of its soiling.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. В. Аристовская, М. Е. Владимирская, М. М. Гэлмбарх и др. Большой практикум. М., 1962.
2. Ф. Герхарт и др. Методы общей бактериологии. М., 1983.

ПАРАЗИТОЛОГИЯ И ГЕЛЬМИНТОЛОГИЯ

Г. А. КИКНАДЗЕ, Т. С. ЭЛИАШВИЛИ

НОВЫЙ ВИД НЕМАТОДЫ *NOTHOTYLENCHUS MONTANUS*
SP. NOV. (NEMATODA: TYLENCHIDA) ИЗ СУБАЛЬПИЙСКОГО ПОЯСА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. Э. Курашвили 12.6.1987)

При изучении нематодного населения почвы высокогорного березняка в Казбегском районе (северные склоны горы Самеба близ села Гергети) было обнаружено несколько нематод из рода *Nothotylenchus* (Tylenchida: Neotylenchoidea), которые оказались представителями нового для науки вида, описываемого ниже.

Nothotylenchus montanus sp. nov. Kiknadze et Eliashvili, 3♀: L=1,022—1,072 мм; a=33,2—48; b=5,4—5,9; c=12,1—12,3; v=80—80,3%; стилет—12—14 мкм. Голотип: L=1,072 мм; a=48; b=5,9; c=12,3; v=80,3%; стилет—14 мкм.

Тело довольно стройное, суживающееся к обоим концам. Кутикула на протяжении всего тела слабо кольчатая, очень тонкая, размер колец 1,25—1,75 мкм. Боковое поле занимает одну четверть диаметра тела, несет шесть линий, внешние из них слабо ареолированы. Головная капсула широко округлая, не выделена от контуров тела. Стилет слабый, вдвое длиннее головной ширины, его проксимальный конец остро отточен, а на дистальном конце имеются слабо, но отчетливо развитые головки. Средний (метакорпальный) бульбус удлинено-овальный, слабо развит, без клапана. Кардинальный бульбус железистый, удлиненный, в 2 раза больше диаметра тела; ядра желез хорошо видны; пищевод резко отделен от переднего конца кишечника. Экскреторная пора открывается на уровне проксимальной части кардиального бульбуса. Нервное кольцо неразлично. Максимальная ширина тела—31,3 мкм, хвост конусовидный, удлиненный, в 5 раз больше анального диаметра; терминус заостренный. Яичник непарный, длинный; задняя матка занимает немного меньше половины расстояния до ануса. Расстояние вульва-анус равно 1,12 длины хвоста.

Дифференциальный диагноз: *Nothotylenchus montanus* sp. nov. по общему виду, форме головы и хвоста, наличию шести линий в боковом поле и относительной величиной матки близок к *N. buckleyi* Das, 1960 [1], но отличается от него следующими признаками: тело крупнее, приблизительно вдвое длиннее (у *N. buckleyi* L=0,43 мм) и более стройное—индекс «а» несколько больше. Вульва у *N. montanus* расположена более позади (v=80%), чем у *N. buckleyi* (v=71,2%); экскреторная пора расположена у начала кардиального бульбуса, в отличие от *N. buckleyi*, у которого она открывается на уровне начала истмуса.

N. montanus sp. nov. относится к числу наиболее крупных видов [2] рода (*N. major*, *N. similis*, *N. tuberosus*, *N. attenuatus* и др.), отличающаяся от них комбинацией признаков—количеством линий в боковом поле,

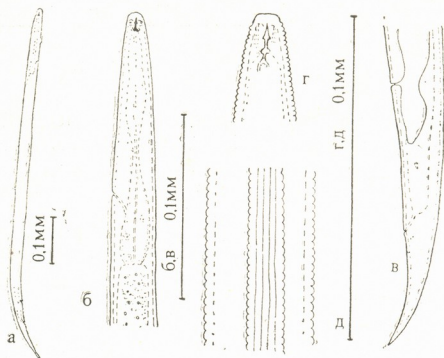


Рис. 1. *Nothotylenchus montanus* sp. nov.: а—общий вид, б—передний конец тела, в—хвост, г—головной конец тела, д—боковое поле

заостренным хвостом, длиной задней матки, величиной стилета, расположением экскреторной поры.

Препараты хранятся в Институте зоологии АН ГССР под шифром TN-3 (голотип), TN-4 (паратипы).

Академия наук Грузинской ССР
 Институт зоологии

Тбилисский государственный университет

(Поступило 4.9.1987)

პარაზიტოლოგია და ჰელმინთოლოგია

ბ. კიკნაძე, ტ. ელიაშვილი

ნემატოდის ახალი სახეობა *NOTHOTYLENCHUS MONTANUS* SP. NOV.
 (NEMATODA: TYLENCHIDA) ცენტრალური კავკასიონის
 სუბალპური სარტყლიდან

რეზიუმე

აღწერილია ნემატოდის ახალი სახეობა *Nothotylenchus montanus* sp. nov. ყაზბეგის რაიონიდან (სამების მთის ჩრდილო კალთები სოფ. გერგეთის მახლობლად). აღწერილი სახეობა შედარებულია ამ გვარის ადრე ცნობილ ერთ სახეობასთან (*N. bucklei* Das, 1960), მოცემულია დიფერენციალური დიაგნოზი, განაზომები და ნახატები.

G. A. KIKNADZE, T. S. ELIASHVILI

A NEW SPECIES OF THE NEMATODE *NOTHOTYLENCHUS*
MONTANUS SP. NOV. (NEMATODA: TYLENCHIDA) FROM THE
SUBALPINE ZONE OF THE CENTRAL CAUCASUS

Summary

A new species of the nematode *Nothotylenchus montanus* sp. nov. found in the birch-wood soil of the Kazbegi region is described.

The new species resembles *Nothotylenchus buckleyi* Das, 1960. It differs from *N. buckleyi* in a longer body and the excretory pore and vulva position.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. V. M. Das. Zeit. f. Parasitenkunde, 19, № 6, 1960.
2. Н. И. Суменькова. Нематоды растений и почвы. Неотиленхоидеа. М., 1975.



К. Н. БАРАБАДЗЕ

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ЭНДОКРИННОЙ ЧАСТИ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ПРИ ГОЛОДАНИИ

(Представлено академиком Н. А. Джавахишвили 11.3.1988)

Изучение структурных изменений островковой ткани поджелудочной железы (ПЖ) в условиях заболевания и повреждения различных органов, а также при воздействиях на организм различных химических веществ и физических агентов [1—7] имеет определенное значение в понимании нарушения обмена веществ при патологических состояниях, тем более что большая роль островковой ткани в процессе углеводного обмена и в адаптации и компенсации несомненна [8—13].

В ранее выполненных нами работах по изучению компенсаторно-приспособительной реакции островковой части ПЖ после резекции тощей кишки [14], ожоговой болезни [15], повреждения надпочечников [16], в условиях ранения сердца [17] и слизистой оболочки десны [18] было установлено наличие количественного сдвига в ее строении. В настоящей работе мы заинтересовались компенсаторно-приспособительной реакцией этой части органа в условиях двухнедельного голодания.

В работе использованы кролики-самцы весом 2000—2600 г. 25 подопытных (после 14-дневного полного голодания) и столько же контрольных животных забивали путем декапитации (по 5) спустя 1, 7, 14, 30 и 90 дней. Материал фиксировали по Карнуа. Парафиновые срезы окрашивали гематоксилин-эозином. Зарисовывали контуры ядрышек, ядер и цитоплазмы островковых клеток с препаратом ПЖ и определяли площадь зарисованных структур путем их взвешивания. В островковых клетках подсчитывали митотический индекс (МИ) и индекс отмирания ядер (ИО). Определение параметров производили по 50—100 измерениям и подсчетам.

Нижеприведенные данные статистически достоверны.

Как видно из таблицы, в ответ на 14-дневное полное голодание островковые клетки кроликов реагируют в течение 7—30 дней опыта. В начале опыта (1-й день) нет никаких изменений. На 7-й день опыта площадь островковой клетки уменьшается на 30% за счет цитоплазмы (на 29%) и ядра (на 37%). Через 14 и 30 дней опыта площадь островковой клетки увеличивается на 25—34% за счет увеличения цитоплазмы (на 17—20%) и увеличения ядра (на 53—84%). Интересно, что площадь ядрышка также уменьшается на 7-й день голодания на 33% и в последующие 14 (на 27%) и на 30 (на 20%) дней после опыта. МИ снижается через 7 дней после опыта на 67% и на всем протяжении срока наблюдения на 50—73%. ИО также снижается через 7 дней пос-

Изменения величины островковых клеток поджелудочной железы и ее структурных элементов, МИ и ИО в условиях голодания у кроликов ($M \pm m$)

Сроки наблюдения и группы животных (О—опытные, К—контрольные)	П л о щ а д ь, мкм ²				МИ % ₀	ИО % ₀
	клеток	цитоплазмы	ядра	ядрышка		
1 день	О	$89 \pm 0,0$	$70 \pm 0,0$	$19 \pm 0,0$	$3,0 \pm 0,0$	$0,3 \pm 0,0$
	К	$89 \pm 0,0$	$70 \pm 0,0$	$19 \pm 0,0$	$3,0 \pm 0,0$	$0,3 \pm 0,0$
7 дней	О	$62 \pm 0,0$	$50 \pm 0,0$	$12 \pm 0,0$	$2,0 \pm 0,0$	$0,1 \pm 0,0$
	К	$89 \pm 0,0$ +	$70 \pm 0,0$ +	$19 \pm 0,0$ +	$3,0 \pm 0,0$ +	$0,3 \pm 0,0$ +
14 дней	О	$119 \pm 0,0$	$84 \pm 0,0$	$35 \pm 0,0$	$2,2 \pm 0,0$	$0,08 \pm 0,0$
	К	$89 \pm 0,0$ +	$70 \pm 0,0$ +	$19 \pm 0,0$ +	$3,0 \pm 0,0$ +	$0,3 \pm 0,0$ +
30 дней	О	$111 \pm 0,0$	$82 \pm 0,0$	$29 \pm 0,0$	$2,4 \pm 0,0$	$0,12 \pm 0,0$
	К	$89 \pm 0,0$ +	$70 \pm 0,0$ +	$19 \pm 0,0$ +	$3,0 \pm 0,0$ +	$0,3 \pm 0,0$ +
90 дней	О	$89 \pm 0,0$	$70 \pm 0,0$	$19 \pm 0,0$	$3,0 \pm 0,0$	$0,15 \pm 0,0$
	К	$89 \pm 0,0$	$70 \pm 0,0$	$19 \pm 0,0$	$3,0 \pm 0,0$	$0,3 \pm 0,0$ +

* Различия между опытом и контролем статистически достоверно.



ლე голодания на 33% и на всем сроке наблюдения на 53—70%. К концу срока наблюдения (90 дней) все вышеуказанные показатели нормализуются, кроме МИ и ИО, которые остаются уменьшенными по сравнению с аналогичными показателями в контроле.

Анализ полученных данных показал, что выявленная компенсаторно-приспособительная реакция островковой части ПЖ проявляется не сразу с начала голодания. Вслед за уменьшением величин структур наступает увеличение площади островковой клетки, ее цитоплазмы и ядра, чего нельзя сказать о ядрышке. В период перестройки ядрышко остается уменьшенным, что указывает на ослабление процесса метаболизма клетки. Это положение подкрепляется ослаблением гиперплазии. Правда, одновременно с уменьшением МИ снижается и ИО, но этот показатель снижается в меньшей степени. Одновременное изменение МИ и ИО указывает на перевес деструкции над пролиферацией, что связано, видимо, с продолжительностью процесса деструкции.

Островковая часть ПЖ кролика в ответ на 14-дневное полное голодание реагирует компенсаторно-приспособительной реакцией, выражающейся процессом атрофии с последующей гипертрофией.

Академия наук Грузинской ССР
Институт экспериментальной морфологии
им. А. Н. Натишвили

(Поступило 11.3.1988)

ჰისტოლოგია

ბ. ბარაბაძე

პანკრეასის ენდოკრინული ნაწილის სტრუქტურული ცვლილებების რადიონომოგრაფი ანალიზი შიმშილობის დროს

რეზიუმე

სრული შიმშილი 14 დღის განმავლობაში იწვევს კურდღლების პანკრეასის კუნძულოვან ნაწილში სტრუქტურული ელემენტების ოდენობისა და მიტოზური და კვდომის ინდექსების ცვლილებებს.

ცვლილებები ვლინდება ერთი კვირის შემდეგ და გრძელდება ერთი თვის განმავლობაში ჯერ ატროფიისა და შემდეგ ჰიპერტროფიის პროცესების სახით, რაც ასახავს ორგანოს კომპენსატორულ-შეგუებითი რეაქციის ხასიათს.

HISTOLOGY

K. N. BARABADZE

QUANTITATIVE ANALYSIS OF STRUCTURAL CHANGES IN THE PANCREATIC ENDOCRINE SITE UNDER STARVATION CONDITIONS

Summary

Changes in the size of the structural elements in the insular part of the pancreas, and mitotic and atrophy indices of their cells following a two-week starvation were studied on the 1st, 2nd, 14th, 30th and 90th days.



The rearrangement of the pancreatic endocrine site is revealed on the 7th day and persists for 30 days of the test. Initially this rearrangement shows itself as atrophy with subsequent hypertrophy, which reflects the compensatory and adaptive character of the organ reaction.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Я. М. Кабак, Г. Позе. Бюлл. эксп. биол. и мед., № 8, 1962, 10.
2. Л. Н. Кулетова. Бюлл. эксп. биол. и мед., № 5, 1962, 94.
3. Я. А. Лазарис, Е. В. Науменко. Уч. зап. Карагандинского мед. ин-та, 2, № 9, 1962, 55.
4. А. И. Медведкова, Анисимова, В. В. Александрова. Пробл. эндокрин. и гормонотер., № 2, 1966, 82.
5. С. А. Степанов. Пробл. эндокрин. и гормонотер., 12, № 6, 1966, 109.
6. В. В. Цветкова. Автореферат канд. дисс. Харьков, 1962.
7. T. Nilquist Gosta. Acta anat., 60 № 2, 1965, 193.
8. В. Я. Батунина. Автореферат докт. дисс. Горький, 1963.
9. С. Г. Генес. Совр. вопр. эндокрин., 2, 1963.
10. Л. Е. Соболев. Дисс. СПб, 1901.
11. J. Brachet. Biochemical Cytology, 1957, 515.
12. T. Caspersson. Cell Growth and Cell Function 1, 1950.
13. W. S. Vincent. Intern. Rev. Cytol., 4, 1955, 269.
14. К. Н. Барабадзе. Бюлл. эксп. биол. и мед., № 7, 1975, 112.
15. Г. Г. Самсонидзе, С. А. Кемоклидзе, К. Н. Барабадзе. Сообщения АН ГССР, 60, № 2, 1970, 481.
16. Г. Г. Самсонидзе, К. Н. Барабадзе. Сообщения АН ГССР, 87, № 3, 1977, 713.
17. К. Н. Барабадзе. Материалы конф., посвя. 60-летию Великой Октябрьской социалистической революции. Тбилиси, 1977, 10.
18. Г. Г. Самсонидзе, К. Н. Барабадзе. Сообщения АН ГССР, 104, № 1, 1981, 185.

С. Д. КЕШЕЛАВА

ВЛИЯНИЕ ХРОНИЧЕСКОЙ АЛКОГОЛЬНОЙ ИНТОКСИКАЦИИ НА УЛЬТРАСТРУКТУРУ НЕЙРОЦИТОВ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА

(Представлено академиком Н. А. Джавахишвили 15.5.1987)

Изучение нейроцитов головного мозга при алкогольной интоксикации является важной задачей, решение которой во многом может способствовать выявлению тонких механизмов, связанных с формированием цитопатологической структуры ЦНС при алкоголизме [1].

Изучена динамика структурных и ультратонких изменений нейроцитов F, Fp полей (по карте В. М. Светухиной) [2]. Экспериментальное исследование было проведено на 60 белых крысах-самцах, которые ежедневно начиная с 3-месячного возраста вместо воды получали 35° спирт. Материал для исследования брался спустя 5, 20, 60, 120, 240 суток от начала эксперимента. Препараты для гистологических исследований окрашивались по методу Ниссля и Миагава—Александровской, электронно-микроскопические исследования проводились по методике, принятой в лаборатории ультраструктуры Института мозга АМН СССР [3].



Рис. 1. Гиперплазия внутриклеточного сетчатого комплекса в околоядерной цитоплазме клеток в слое II—III коры больших полушарий спустя 5 суток интоксикации алкоголем.

Ув. 16.000

Детальный анализ полученных данных показал, что на ранней стадии (5 суток) изменения нейроцитов в основном были ограничены перераспределением вещества хроматина около ядерной мембраны, набуханием митохондрий, ядра и ядрышка, редукцией гранулярных ком-

понентов на периферии цитоплазмы, гиперплазией пластинчатого комплекса. В синаптических контактах отмечались увеличение размера пресинаптических отростков и скопление в кучки синаптических везикул. Подобные изменения являются обратимыми, неспецифическими сдвигами ультраструктуры ЦНС и имеют место при разных функциональных состояниях организма (рис. 1).

В дальнейшем этаноловая интоксикация приводила к усугублению изменений ультраструктуры нервных клеток. Наблюдалась выраженная редукция полисом, деформация элементов пластинчатого комплекса и появление многочисленных лизосом и вакуолей в цитоплазме. Указанные изменения сочетались с уменьшением или увеличением осмиофильности основного вещества цитоплазмы. Некоторые синаптические контакты подвергались частичной деструкции: при этом одна часть контакта сохраняла обычную структуру пре- и постсинаптической мембраны и определенное количество синаптических пузырьчков, другая часть того же синапса разрушалась. Подобные признаки деструкции нервных клеток начинали проявляться спустя 20 суток с начала интоксикации и неуклонно нарастали на протяжении всего эксперимента, что приводило к выраженной дистрофии нейроцитов. На более поздних стадиях хронического алкогольного отравления (120—240 суток) происходили деформация ядер, фрагментация ядрышка, исчезновение скоплений цистерн цитоплазматической сети, деструкция большинства митохондрий, образование вакуолей, появление мембранных включений и миелоноподобных тел (рис. 2).



Рис. 2. Гибнущий нейроцит слоя II—III коры больших полушарий спустя 240 суток алкогольной интоксикации.

Ув. 4.100

Была выявлена разная степень развития патологических изменений в нервной ткани. В ранний период интоксикации нейроны поверхностных слоев коры претерпевали более выраженные патоморфологические изменения, чем нервные клетки глубоких слоев. Различия реактивности верхних и нижних слоев коры, видимо, обусловлены их морфофункциональной неоднородностью.

Более позднее созревание в онтогенезе и более раннее вовлечение в патологический процесс клеток верхних слоев неокортекса и раннее созревание в онтогенезе и позднее вовлечение в патологический процесс клеток нижних слоев можно объяснить тем, что в пер-

ვუი იჩერედი პორაჟაიუნთა თე სისტემა, კორეთე ვი იონტოგენეტიკურ სურე პოჟე ფორმირუიუნთა ვი ირგანიზმე. პრი პროდოჟიტელური ალკოგოლური ინტოქსიკაციი ნაჩინაი ს 60 სუტოქ პროიხოდოჟი პროგრესიური ნარასტანი პორაჟენი ვნუტრიკლეთური სისტემა ვი ვსეხ სლოჟი კორე, ი, სლედოვარული, კი კონკუ ექსპერიმენტი იმელო მესო რავიუნთა გლობუკი დისტროფიკური დესტრუქტიური იზენიე კლეთოქ.

ვესემა ვაჟიური ხარაქტერიი ჭრეთი მარერიალი ივლიესი პლიმორფიზმი გისტოლოგიკური დესტრუქტური იზენიე კორე ბოლშიხი პოლუშარიი. ნაბოლდია დინამიკი მორფოლოგიკური სდვიგოქ, მი სტოქნუილსი ს ფაქტოქ, ჭო დელიკო ნე ვსე ელემენტი ბილი იზენიე, ჭაწი ნერვიური კლეთოქ დოსტატოქი ხოროშო სოქრანიესი დო კონკი ექსპერიმენტი. კრემე თოგო, ვი კადოქ იზუჩენიურ პერიოდე ინტოქსიკაციი ნაბოლდალესი ირდელენიერი ნერავნოერნოე სტენიერი ხარაქტერი პოვრეჟენი ირდელენიერი იბოვანიე ნე თოლკო ვი რავილური ნეიროციტოქ, ნო ი ვ ირდელენიერი თოქ ნეიროციტე. უსუგუბლენი ინტოქსიკაციი პრივოდილო კი უსილენიერი პოლიმორფიზმი ნარუშენიერი ულტრასტრუქტურე.

პო ნაშემა მნიენიერი, პოლიმორფური ხარაქტერი იზენიე ულტრასტრუქტურე მოჟო რასმარირავი კაკი პრისპოზიტიური რეაქციი ნერვიური სისტემა ნი ხრონიკური დეიქტიური ალკოგოლი, იბესპეჩიავოიური ირდელენიერი ხოროშო მორფოფუნქციონალური სოქრანიეოე გოლოვიური მოჟი დი ვსეიერი ნერვიური დეიქტიური დეჟე პრი ნაჩინიერი პათოლოგიკური იზენიერი.

აკადემია ნაუკი გურიკური სსრ
ინსტიტუტი ექსპერიმენტალური
მორფოლოგიი
ი. მ. ა. ნ. ნატიშვილი

(პოსტუნილო 15.5.1987)

ციტოლოგია

ს. კეშელავა

ვირთავიკას თავის ტვინის ქერქის ნეიროციტების
ულტრასტრუქტურული ცვლილებები გამოწვეული ქრონიკული
ალკოჟოლური ინტოქსიკაციის გავლენით

რეზიუმე

შესწავლილია ვირთავიკას თავის ტვინის ქერქის წინა ნაწილის (F, F_p ველების) ნეიროციტების ულტრასტრუქტურის ცვლილებები დინამიკაში ქრონიკული ალკოჟოლური ინტოქსიკაციის პირობებში. გამოვლენილია ნეიროციტების ცალკეული ორგანელების პათოლოგიური ცვლილებები, რომლებიც ღრმადედა ინტოქსიკაციის ხანგრძლივობასთან ერთად.

CYTOLOGY

S. D. KESHELAVA

ULTRASTRUCTURAL CHANGES OF RAT CEREBRAL CORTEX
NEUROCYTES UNDER CHRONIC ALCOHOLIC
INTOXICATION

Summary

A study has been made of the dynamics of ultrastructural changes in the rat frontal cerebral cortex (F, F_p fields) neurocytes under chronic alcoholic intoxication.



Several damages of neurocyte organelles have been found, which deteriorate as intoxication persists, leading to pathological changes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. Г. Ворониц, Э. Н. Попова, К. А. Никольская, В. Б. Полянский, Ш. К. Сагимбаева, С. Д. Кешелава. Успехи физиол. наук, т. 12, вып. 3, 1982, 22—44.
2. В. М. Светухина. Арх. анат. гист. и эмбр., т. 42, № 2, 1962, 31—45.
3. Н. Н. Боголепов. Методы электронно-микроскопического исследования мозга. М., 1976.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

А. Г. ЦИМАКУРИДЗЕ, Т. И. ЭЛИАВА, М. М. ДАНИЕЛОВ

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ МИОКАРДА ПРИ
ТРАВМАТИЧЕСКОМ ШОКЕ И ЕГО РОЛЬ В ФОРМИРОВАНИИ
НЕОБРАТИМЫХ ИЗМЕНЕНИЙ

(Представлено академиком Н. А. Джавахишвили 15.6.1987)

Несмотря на большое число работ, посвященных изучению патогенеза травматического шока, в литературе имеются разногласия в оценке как степени ишемического поражения миокарда, так и роли развивающейся при этой сердечной недостаточности в формировании необратимых изменений. В ряде работ [1—4] отмечаются значительное поражение сердечной мышцы и как следствие этого рано наступающая сердечная недостаточность, которой часть авторов [3—5] отводит ведущую роль в патогенезе шока. В то же время, по мнению других авторов [6—8], централизация кровообращения, своеобразная регуляция тонуса коронарных сосудов и специфика тканевого метаболизма предохраняют миокард от ишемических повреждений, несмотря на значительное ухудшение системной гемодинамики.

В данной работе на экспериментальной модели травматического шока изучено функциональное состояние миокарда в динамике шокового процесса и вскрыты некоторые механизмы снижения производительности сердца.

Исследование проведено на 12 беспородных собаках. Экспериментальный травматический шок воспроизводили по описанной ранее методике [9]. Объем циркулирующей крови (ОЦК) определяли методом разведения меченого ¹³¹I сывороточного альбумина. Для регистрации артериального давления (АД) катетеризировали бедренную артерию. Сердечный индекс (СИ) оценивали методом тетраполярной реографии. Временные интервалы сердечного цикла определяли по методике поликардиографии [10]. Статистическую обработку результатов проводили на ЭВМ СМ1803.04 по ранее описанной методике [11] с использованием t-критерия Стьюдента.

Показатели центральной гемодинамики и сократимости миокарда в динамике шокового процесса приведены на рис. 1. Реакция организма на травму проявляется в виде активации симпатико-адреналовой системы, что приводит к мощному выбросу катехоламинов [12]. Вазопрессорное действие последних позволяет поддержать системное артериальное давление, частично компенсируя значительное уменьшение сердечного выброса повышением ОПС. Одновременно активация симпатико-адреналовой системы стимулирует сердечную деятельность, что проявляется в значительном учащении сердечных сокращений (ЧСС более 200 уд/мин) и некотором повышении сократимости миокарда на ранних стадиях травматического шока. Однако ожидаемого увеличения производительности сердца не наблюдается (СИ и РЛЖ снижены более чем на 65%), что на ранних стадиях шока обусловлено не столько дефицитом ОЦК (всего 7%), сколько значительным укорочением диастолы вследствие чрезмерной тахикардии. На фоне даже незначительного дефицита ОЦК укорочение времени диастолического наполнения желудочков заметно уменьшает конечно-диастолический объем сердца. В результате отмечается значительное уменьшение ударного



объема, которое не компенсируется даже выраженной тахикардией. Кроме того, снижение пресистолического напряжения миокарда по ме-

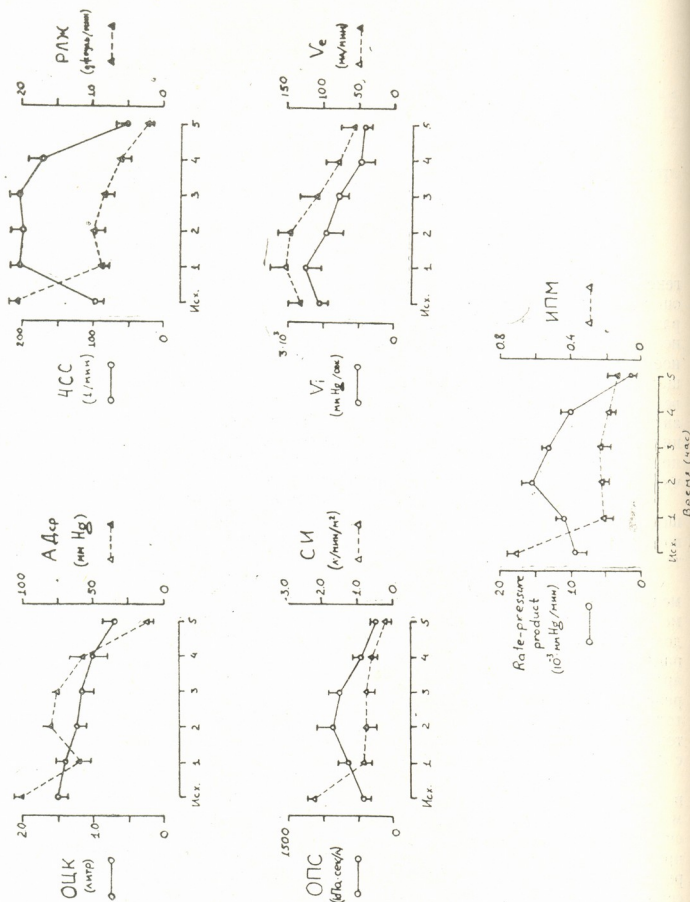


Рис. 1. Показатели центральной гемодинамики и сердечной деятельности в динамике экспериментального травматического шока: ОЦК — объем циркулирующей крови, АД_{ср} — среднее артериальное давление, ОПС — общее периферическое сопротивление, СИ — сердечный индекс, ЧСС — частота сердечных сокращений, РЛЖ — работа левого желудочка за минуту, V₁ — скорость нарастания внутрижелудочкового давления, V_e — скорость изгнания ударного объема, Rate-pressure prod. — индекс энергозатрат миокарда и ИПМ — индекс перфузии миокарда



ხანიზმუ Франка—Старлинга ведет к уменьшению силы сокращений, что несколько нивелирует положительный инотропный эффект катехоламинов.

Таким образом, наблюдаемое уже на ранних стадиях шока выраженное снижение производительности сердца не связано с ухудшенном функционального состояния миокарда, а обусловлено в основном ненормальным режимом работы при значительной тахикардии.

При дальнейшем развитии шокового процесса наблюдается дальнейшее повышение ОПС, что усиливает централизацию кровообращения и тем самым позволяет несколько повысить АД (до 86 ± 3 мм Hg). Однако это достигается за счет крайнего ухудшения периферической перфузии. Вазоконстрикция вызывает замедление кровотока и стаз крови в капиллярах, что приводит к выключению крови из циркуляции и нарастанию дефицита ОЦК, который к моменту гибели животных достигает 80,3% ($p < 0,01$).

Длительная и мощная нейро-гормональная стимуляция сердечной деятельности вызывает не повышение производительности, а значительное и продолжительное возрастание энергозатрат миокарда (до 172,8%) на фоне чрезмерного укорочения диастолы и неадекватной коронарной перфузии. Подобное несоответствие перфузионно-метаболического обеспечения с возросшими энергозатратами приводит к прогрессирующему ухудшению функционального состояния миокарда, снижению сократимости.

Таким образом, несмотря на мощную нейро-гормональную стимуляцию сердечной деятельности и значительное увеличение энергозатрат миокарда, выполняемая сердцем работа на протяжении всего шокового процесса крайне низка. Если на ранних стадиях травматического шока это не обусловлено плохим функциональным состоянием миокарда, то на последующих стадиях и особенно в терминальной фазе снижение сократимости в условиях прогрессирующей сосудистой недостаточности, дефицита ОЦК и метаболических нарушений играет одну из ведущих ролей в развитии необратимых изменений в организме.

Академия наук Грузинской ССР

Институт экспериментальной морфологии

им. А. Н. Натишвили

(Поступило 30.10.1987)

მახარებლობითი მადლობა

ა. ციხაძემ, ბ. ელიავა, მ. დანიელი

მიოკარდიუმის ფუნქციური მდგომარეობა ტრავმული შოკის დროს და მისი როლი შემსწავლადი ცვლილებების ფორმირებაში

რეზიუმე

ტრავმული შოკის ექსპერიმენტულ მოდელზე შესწავლილია მიოკარდიუმის ფუნქციური მდგომარეობა. გამოვლენილია, რომ მიუხედავად გულის ძლიერი ნეიროჰორმონული სტიმულაციისა და მიოკარდიუმის ენერგობარჯვის მნიშვნელოვანი ზრდისა, შოკური პროცესის განმავლობაში გულის მუშაობა ძალიან მცირეა. თუ შოკის საწყის სტადიაში ეს არ არის გაპირობებული მიოკარდიუმის ფუნქციური მდგომარეობის გაუარესებით. შემდგომ სტადიაზე და განსაკუთრებით ტერმინალურ ფაზაში გულის კუმულატიური ინოცენიის დაქვეითება შეუქცევადი ცვლილებების განვითარებაში სისხლძარღვოვანი უკმარისობის გამოწვევას.



სობის გაღრმავებასთან, ცირკულაციაში არსებული სისხლის მოცულობის დეფიციტსა და მეტაბოლურ დარღვევებთან ერთად თამაშობს ერთ-ერთ წამყვან როლს.

EXPERIMENTAL MEDICINE

A. G. TSIMAKURIDZE, T. I. ELIAVA, M. M. DANIELOV

MYOCARDIUM FUNCTIONAL STATE DURING TRAUMATIC SHOCK AND ITS INVOLVEMENT IN THE FORMATION OF IRREVERSIBLE CHANGES

Summary

Myocardium functional state has been studied on the experimental model of traumatic shock. It is found that in spite of a strong neuro-hormonal stimulation of the heart and a significant increase of myocardium energy expenditure cardiac output is extremely low. It is not caused by a poor functional state of the myocardium at the initial stages of traumatic shock, but at the subsequent stages and, in particular, in the terminal phase contractility decline plays a leading role in the development of irreversible changes in parallel with the blood volume deficiency, progressing vascular insufficiency, and metabolic disorders.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. D. B. Hackel. Proc. Soc. Exp., Biol., v. 113, 1963, p. 534.
2. J. W. Crowell, A. C. Guyton. Am. J. Physiol., v. 201, 1961, p. 893.
3. J. W. Crowell, A. C. Guyton. Am. J. Physiol., v. 203, 1962, p. 248.
4. H. M. Albert *et al.* Am. J. Surg., v. 34, 1968, p. 48.
5. F. E. Weale. Lancet, v. 7288, 1963, p. 973.
6. A. Bing. Ann. N. Y. Acad. Sci., v. 35, 1952, p. 367.
7. R. D. Culpepper *et al.* Surg., v. 77, 1975, p. 126.
8. A. V. N. Goodyear. Am. J. Physiol., v. 212, 1967, p. 444.
9. М. М. Даниелов, Ц. М. Сумбадзе, И. И. Коркия, М. О. Джохия. Тез. докл. Первого республиканского съезда гематологов и трансфузиологов Грузии. Тбилиси, 1983.
10. В. Ф. Кубышкин. Кардиодинамические фазовые синдромы. Киев, 1982.
11. М. М. Даниелов, Э. И. Элиава, Н. В. Козлова, А. А. Козлов. Сб. «Актуальные вопросы медицины». Тбилиси, 1983.
12. Y. Kinoshita *et al.* Jap. Circulat., v. 28, 1964 p. 100.



А. М. ГАГА, Л. Л. ГУГУШВИЛИ, В. П. ДЕМИХОВ, В. М. ГОРЯИНОВ

ПЕРЕСАДКА ДОНОРСКОЙ ПЕЧЕНИ С ПОМОЩЬЮ ПОДКЛЮЧЕНИЯ К БЕДРЕННО-ПОДКЛЮЧИЧНЫМ АРТЕРИОВЕНОЗНЫМ ШУНТАМ РЕЦИПИЕНТА

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. К. Пагава 8.10.1987)

Известен способ пересадки печени путем забора ее у донора. Однако такой способ малоэффективен, так как в условиях длительной ишемии и отсутствия нормального кровообращения в печени во время пересадки, какими бы ни были перфузионные растворы, после консервации нельзя достичь ее естественного кровоснабжения.

Целью настоящей работы является сохранение естественного кровообращения и кровоснабжения в печени (т. е. в трансплантате).

Нами было произведено 30 ортотопических пересадок печени. Экспериментальными животными были собаки (всего 60).

С целью разработки оптимального способа ортотопической пересадки печени (полной замены органа) мы провели три серии опытов.

В первых двух сериях экспериментов не было достигнуто оптимальной жизнеспособности трансплантата (пересаживаемого органа), что проявлялось в длительном преходящем торможении функции пересаженного органа, сопровождающемся значительным нарушением метаболизма с резким выбросом в кровоток недоокисленных продуктов обмена, резко снижающим функциональную способность печени.

Все это побудило нас приступить к разработке новой методики ортотопической пересадки печени. В третьей серии опытов по новой методике трансплантат переносили к реципиенту без нарушения кровообращения трансплантата. В результате этих опытов был разработан новый способ ортотопической пересадки печени с экстра- и интракорпоральным шунтированием сосудов.

Предложенный способ ортотопической пересадки печени осуществляли следующим образом: центральные концы подключичной (1) и подвздошной (2) артерий реципиента при помощи силиконовой трубки диаметром 0,4—0,5 см и длиной около 60 см соединяли, создавая таким образом экстракорпоральный артерио-венозный шунт (3). Артериальное давление измеряли ртутным манометром (4), соединенным при помощи тройника (5) с артерио-артериальным шунтом. Таким же образом создавали экстракорпоральный вено-венозный шунт (6), соединяя центральные концы подключичной (7) и подвздошной (8) вен такой же силиконовой трубкой. Венозное давление измеряли ртутным манометром (9), который при помощи тройника (10) соединен с венозным шунтом.

Затем начинали операцию по забору печени у донора. Производили мобилизацию крупных сосудов: сначала выделяли воротную вену (11), затем печеночную артерию (12) и наддиафрагмальный (13) и подпеченочные (14) отделы нижней полой вены. После пересечения воротной вены центральный конец ее через тройник (15) подключали к вено-венозному шунту (6) реципиента. Далее при помощи тройника (16) восстанавливали артериальное кровообращение печени, соединяя ее аорту, выделяющуюся одним блоком вместе с печеночной артерией (12), с артерио-артериальным шунтом реципиента (рис. 1).



Благодаря подключению донорской печени к артериальному шунту реципиента, она включается в кровообращение реципиента как вторая дополнительная печень задолго до полного удаления собственной печени реципиента.

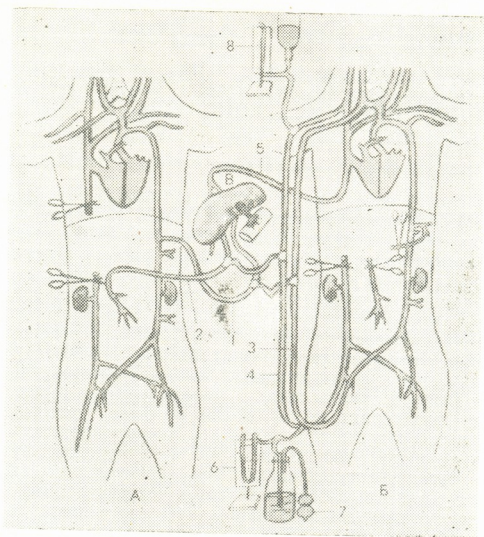


Рис. 1. Сущность собственного метода ортотопической пересадки печени в условиях предупреждающих действие ишемии на трансплантат и исключающих «беспеченочный» период у реципиента: А—донор, Б—реципиент, В—трансплантат печени, 1—шунт между чревной артерией донора, его аортой и бедренно-подключичным шунтом реципиента, 2—шунт между концами пересеченной воротной вены донора и бедренно-яремным шунтом реципиента, 3—экстракорпоральный шунт между подключичной и бедренной артериями реципиента, 4—экстракорпоральный шунт между яремной и бедренной венами реципиента, 5—шунт между наддиафрагмальными нижними полыми венами трансплантата и реципиента, 6—ртутный манометр для определения артериального давления у реципиента, 7—резервуар Боброва, 8—аппарат для измерения венозного давления в системе верхней полой вены реципиента

На следующем этапе операции у реципиента при управляемом дыхании пересекали наддиафрагмальные части и подпеченочные отделы нижней полой вены, печеночную артерию, воротную вену и печень удаляли. После этого трансплантат переносили на место удаленной печени реципиента и производили соединение сосудов с помощью сосудосвязывающих канюль (ребристых колец В. П. Демихова). Сначала соединяли и фиксировали лигатурой предварительно разбортованные при помощи сосудосвязывающих канюль и принявшие вид манжет концы сосудов подпеченочной части нижних полых вен печени донора и реципиента. Затем таким же образом соединяли и фиксировали концы сосудов наддиафрагмальной части нижних полых вен печени донора и реципиента. После восстановления ретроградного притока крови к



печени через печеночные вены снимали тройник с воротной вены, конец ее разбортовывали на канюле и соединяли с концом воротной вены реципиента. Затем таким же образом восстанавливали артериальный кровоток (см. рис. 1).

Желчный проток вшивали в двенадцатиперстную кишку реципиента.

В результате ортотопической трансплантации печени по нашей методике были получены параметры, указывающие на сохранение оптимальной жизнеспособности трансплантата. Так, после пересадки печени трансплантат сразу же равномерно наполнялся кровью, увеличивался в объеме, становился блестящим, а орган — мягким и эластичным. Через 30 мин объемная скорость составляла $1,05 \pm 0,06$ мл/г ткани печени в 1 мин (исходная $0,7 \pm 0,07$, $p < 0,02$), артерио-венозная разница по кислороду — $27,3 \pm 1,7$, температура печени $36,5 \pm 0,5$, выделенная органом желчь — $0,9 \pm 0,3$ мл. Парциальное давление кислорода и рН в его ткани колебались в пределах нормы и составляли соответственно $66,5 \pm 1,83$ мм рт. ст. (исходное $37,5 \pm 3,14$, $p < 0,001$) и $7,38 \pm 0,01$ ед. (исходный $7,33 \pm 0,02$, $p < 0,05$).

Параметры были стабильными в течение 3 часов после пересадки печени, затем в связи с отказом от реанимационных мероприятий постепенно снижались.

Исходя из вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Предлагаемая нами операция по сравнению с известными методами пересадки печени обладает рядом принципиальных преимуществ: а) исключает деструктивное действие циркуляторной ишемии на трансплантат, б) позволяет подключить донорскую печень к реципиенту еще до удаления его собственной печени, в) упрощает технику операции, г) создает возможность управления артериальным давлением у реципиента воздействием на большой круг кровообращения через подключично-бедренный шунт, д) исключает необходимость консервации трансплантата.

2. Разработанный нами метод пересадки печени представляет собой биологический способ консервации ее во время забора, пересадки и до включения пересаженного органа в кровообращение реципиента, и фактически трансплантат не лишается собственного кровообращения, что исключает опасность не- или труднопривлечения пересаженного органа в кровообращение реципиента после пересадки печени.

3. Наш метод весьма ценен и потому, что исключает необходимость предварительного определения уровня жизнедеятельности трансплантата, ведь, определив уровень жизнедеятельности трансплантата, можно либо отказаться от его пересадки, либо применить соответствующее лечение.

4. Для обеспечения эффективного желчеотделения в желудочно-кишечный тракт мы пользовались методом, основанным на принципе сохранения фатерова соска, что предупреждает опасность восходящей инфекции.

5. При трансплантации печени особое внимание уделяли восстановлению связочного аппарата, ибо плохо фиксированная пересаженная печень ротируется, что способствует нарушению кровообращения в трансплантате, тромбообразованию и развитию других осложнений

НИИ экспериментальной и
клинической хирургии
им. К. Д. Эристави
МЗ ГССР

НИИ скорой помощи
им. Н. В. Склифосовского
МЗ РСФСР

ა. ბაგუა, ლ. გუგუშვილი, ვ. დემიხოვი, ვ. გორაინოვი

ღვიძლის გადანერგვა დონორის ღვიძლის მიერთებით რეციპიენტის ლავიწკვამუხარძაყის არტერიო-ვენოზურ უშნტთან

რეზიუმე

ავტორების მიერ მოწოდებული ღვიძლის გადანერგვის ახალი მეთოდის პრინციპული უპირატესობა დღემდე მოწოდებულ მეთოდებთან შედარებით შემდეგში მდგომარეობს: 1) გადასანერგი ორგანოს (ტრანსპლანტატის) სიცოცხლისუნარიანობა მისი გადანერგვის ოპერაციის მთელ მანძილზე შენარჩუნებულია. 2) ტრანსპლანტატის ტროფიკის დარღვევის შემთხვევაში შესაძლებელია მისი კორექტირება ლავიწკვამუხარძაყის უშნტის დახმარებით. 3) თავიდან აცილებულია გადასანერგი ორგანოს კონსერვაციის ნაკლებ ეფექტური საშუალებების გამოყენება. 4) გამარტივებულია მეტად რთული ოპერაციის ტექნიკა და სხვ.

EXPERIMENTAL MEDICINE

A. M. GAGUA, L. L. GUGUSHVILI, V. P. DEMIKHOV, V. M. GORYAINOV

DONOR LIVER TRANSPLANTATION BY A GRAFT IMPLANTED TO FEMORAL-SUBCLAVIAN ARTERIO-VEIN SHUNTS OF THE RECIPIENT

Summary

A method has been developed for orthotopic transplantation involving the use of extra- and intracorporal shunts, which permits the graft transfer from donor to recipient without any disturbance of circulation in the recipient's circulation system. As a result the functional viability of the transplant is preserved, and the operation is simplified.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. M. Gaგუა. Сообщения АН ГССР, 87, № 2, 1977, 481—484.
2. A. M. Gaგუა, L. L. Gugushvili. Сообщения АН ГССР, 94, № 2, 1979, 477—481.
3. A. M. Gaგუა. Трансплантация органов и тканей. Тбилиси, 1979, 212.
4. A. M. Gaგუა. Изв. АН ГССР, сер. биол., т. 7, № 3, 1981, 197—202.
5. A. M. Gaგუა. Сб. «Хирургическая патология органов брюшной полости». Тбилиси, 1982, 88—96.
6. A. M. Gaგუა. Сб. «Хирургическая патология органов брюшной полости». Тбилиси, 1983, 188—192.
7. A. M. Gaგუა, L. L. Gugushvili. Сообщения АН ГССР, 123, № 3, 1986, 637—640.
8. ა. ბაგუა. მეცნიერება და ტექნიკა, № 9, 1984, 39—41.
9. A. M. Gaგუა, L. L. Gugushvili. Сообщения АН ГССР, 123, № 3, 1986, 637—640.
10. A. M. Gaგუა, L. L. Gugushvili. Сообщения АН ГССР, 122, № 3, 1986, 633—635.
11. A. M. Gaგუა, L. L. Gugushvili. Сообщения АН ГССР, 124, № 1, 1986, 185—188.
12. A. M. Gaგუა. Сообщения АН ГССР, 122, № 2, 1986, 417—420.
13. A. M. Gaგუა *et al.* The way liver transplantation.—Abstracts Hepato—Pancreatico—Biliary Surgery. First World Congress. Lund, Sweden, June 9—13, 3—3.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Ц. В. ЧИНЧАЛАДЗЕ, К. Д. ЦАКАДЗЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОГО РИСКА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ
 ОСТРЫМИ ЛЕЙКОЗАМИ И ПРЕДЛЕЙКОЗНЫМИ
 СОСТОЯНИЯМИ ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММЫ,
 СОСТАВЛЕННОЙ ДЛЯ МИКРОКАЛЬКУЛЯТОРОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Чанишвили 1.4.1988)

Показатель риска заболеваний характеризует условную вероятность возникновения болезни при наличии определенного фактора (или факторов). Риск заболевания не является независимой величиной, он всегда связан с конкретным фактором и может быть оценен с помощью различных аналитических приемов. Для определения уровня относительного риска, маркируемого различными признаками, наиболее распространенной в медицинских исследованиях при использовании метода «случай-контроль» является так называемая таблица «2×2»:

Группы	Есть признак	Нет признака	
Наблюдения	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a+b</i>
Сравнения	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>c+d</i>
	<i>a+c</i>	<i>b+d</i>	<i>N</i>

В четырех ячейках таблицы размещают числа членов каждой из групп, обладающих и не обладающих изучаемым признаком. Относительный риск (ОР) вычисляют так: $OP = \frac{ad}{bc}$. Статистическую значимость оценивают с помощью критерия χ^2 :

$$\chi^2 = \frac{\left(|ad-bc| - \frac{N}{2} \right)^2 N}{(a+c)(b+d)(a+b)(c+d)}$$

В соответствии с табличными значениями критерия (при одной степени свободы) суждение о наличии связи заболевания с признаком можно принять с вероятностью 95% при $\chi^2 \geq 3,84$ и с вероятностью 99% при $\chi^2 \geq 6,63$.

В связи с огромным объемом данных вычисление χ^2 вручную для всего материала является трудоемким и утомительным. Существенно упрощается положение применением программируемых микрокалькуляторов, которые имеют все необходимые параметры для осуществления программы вычисления χ^2 «2×2».

№	Код	Операция	№	Код	Операция	№	Код	Операция
01	6—	$P \rightarrow xA$	16	61	$P \rightarrow x1$	31	6—	$P \rightarrow xA$
02	6└	$P \rightarrow xB$	17	12	\times	32	6└	$P \rightarrow xD$
03	10	+	18	62	$P \rightarrow x2$	33	12	\times
04	41	$x \rightarrow P1$	19	12	\times	34	66	$P \rightarrow x6$
05	6—	$P \rightarrow xA$	20	63	$P \rightarrow x3$	35	11	—
06	6└	$P \rightarrow xC$	21	12	\times	36	22	Fx^2
07	10	+	22	44	$x \rightarrow P4$	37	21	$F \vee$
08	42	$x \rightarrow P2$	23	60	$P \rightarrow x0$	38	65	$P \rightarrow x5$
09	6└	$P \rightarrow xB$	24	02	2	39	11	—
10	6└	$P \rightarrow xD$	25	13	\div	40	22	Fx^2
11	10	+	26	45	$x \rightarrow P5$	41	64	$P \rightarrow x4$
12	43	$x \rightarrow P3$	27	6└	$P \rightarrow xB$	42	13	\div
13	6└	$P \rightarrow xC$	28	6└	$P \rightarrow xC$	43	60	$P \rightarrow x0$
14	6└	$P \rightarrow xD$	29	12	\times	44	12	\times
15	10	+	30	46	$x \rightarrow P6$	45	50	C/P

Предлагаемая нами программа написана для микрокалькуляторов МК-54, МК-56, МК-72. При работе с микрокалькулятором БЗ-34 следует заменить обозначения следующих клавиш:

«B» на «└», «→» на \overrightarrow{xy} , « $P \rightarrow x$ » на «СП», « $x \rightarrow P$ » на «П».

Порядок работы с микрокалькулятором следующий:

- 1) Включить микрокалькулятор, нажать клавиши «F», «ПРГ».
- 2) Ввести программу, следуя табл. 1.
- 3) Нажать клавиши «F», «АВТ», «В/О».
- 4) Ввести исходные данные N, a, b, c, d в ячейках o, a, b, c, d соответственно.
- 5) Нажать клавишу «C/P».

Через некоторое время на индикаторе появится значение χ^2 .

Перед вводом новых исходных данных следует нажать на клавиши «C», «F», АВТ, «В/О».

Проверку введенной программы можно произвести, вводя, например, следующие данные: a=47, b=37, c=11, d=72, N=167. Для таких значений при правильно введенной программе получается $\chi^2=31,6$.

Предложенную программу использовали для определения относительного риска острых лейкозов и предлейкозных состояний в связи с различными группами факторов в сопоставлении с контрольной группой. Всего под нашим наблюдением находилось 1256 больных и 1044 контрольных лиц. Все расчеты для определения χ^2 во всех этих случаях были проведены в минимальный срок, а полученные результаты с высокой статистической достоверностью выявили характерный набор признаков, имеющих значение в формировании заболеваемости различными формами острых лейкозов и предлейкозных состояний.

Научно-исследовательский институт
гематологии и переливания крови
им. акад. Г. М. Мухадзе
МЗ ГССР

ც. ჩინჩალაძე, ძ. წაკაძე

მწვავე ლეიკოზებისა და ლეიკოზისწინა მდგომარეობათა ავადობის უეფარდობითი რისკის განსაზღვრა მიკროკალკულატორებისათვის უეფანილი პროგრამის გამოყენებით

რეზიუმე

მრავალი დაავადების განვითარება ხშირად გაპირობებულია გარკვეული ფაქტორების ზემოქმედებით. სხვადასხვა რისკ-ფაქტორის ფარდობითი მნიშვნელობის დასადგენად მკვლევარები იყენებენ „შემთხვევა-კონტროლის“ მეთოდს, რომელსაც საფუძვლად უდევს „ცხრილი 2x2“. შედეგის სტატისტიკურ სარწმუნოებას აფასებენ χ^2 კრიტერიუმის გამოთვლით. დასამუშავებელი მასალის დიდი მოცულობის შემთხვევაში, შრომატევადობისა და დროის შემცირების მიზნით შემუშავებულია χ^2 კრიტერიუმის გამოსათვლელი პროგრამა, დაწერილი მიკროელექტრონულ-გამომთვლელი მანქანებისათვის.

EXPERIMENTAL MEDICINE

Ts. V. CHINCHALADZE, K. D. TSAKADZE

DETERMINATION OF THE RELATIVE RISK OF ACUTE LEUKEMIAS AND PRELEUKEMIC STATES APPLYING THE PROGRAMMES FOR MICROCALCULATORS

Summary

The present study has worked out a programme for microcalculators that helps to carry out the statistics for a large amount of epidemiologic data.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Н. К. БОХУА, В. И. БАХУТАШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР),
А. В. ЧОМАХИДЗЕ, Э. О. ТАЛАКВАДЗЕ, А. В. БАХУТАШВИЛИ

ХАРАКТЕРИСТИКА СВЕЖЕВЫДЕЛЕННЫХ И
КУЛЬТИВИРОВАННЫХ ЭНДОТЕЛИАЛЬНЫХ КЛЕТОК
БЕСПОРОДНЫХ СОБАК С ПОМОЩЬЮ ПОТОЧНОЙ
ЦИТОМЕТРИИ

Покрытие культивированными эндотелиальными клетками внутренней поверхности различных сосудистых заменителей придает им атромбогенные свойства. Экспериментально доказано улучшение непосредственных послеоперационных результатов при протезировании кровеносных сосудов с применением таких артериальных и венозных протезов [1, 2].

Вместе с тем, наши исследования показали, что естественная эндотелизация синтетических протезов и биологических трансплантатов является недостаточной [3].

Одной из важных проблем в создании эндотелизированных протезов является получение чистой, функционально активной культуры эндотелиальных клеток (ЭК). Существующие методы выделения ЭК не позволяют получать чистую культуру клеток, содержание в ней гладкомышечных клеток достигает 10% и более в зависимости от методики. Трудоемки и недостаточно эффективны также методы идентификации, которые не позволяют оперативно оценивать методы выделения и культивации ЭК.

Уникальные возможности по оценке размера, гранулярности, флюоресценции клеток и их сортировке по этим параметрам предоставляет поточная цитометрия [4]. По нашему мнению, эти возможности не полностью используются в оценке нативных клеток. Принцип метода основан на регистрации и последующей компьютерной обработке рассеивания падающего на поток суспензии клеток лазерного излучения и возникающей при этом флюоресценции клеток. Мы попытались охарактеризовать с помощью этого метода как свежeweделенные, так и культивированные ЭК из бедренной вены собаки с целью выяснения возможностей метода в идентификации и сортировке этих клеток.

ЭК из бедренной вены беспородных собак выделяли по следующей методике: после забора венозного сегмента у наркотизированных животных сосуд помещали в охлажденный р-р Хенкса с пенициллином (1000 ед/мл) и стрептомицином (1000 мкг/мл). От забора до начала обработки сегмента проходило не более часа. Вену промывали р-ром Хенкса с антибиотиками до полного удаления остатков крови, после этого заполняли р-ром коллагеназы 2 мг/мл (0,75 ед/мг, «Serva», ФРГ) на р-ре версена 0,02% и инкубировали в течение 10 мин при 37°C. Выделенные клетки сливали в центрифужную пробирку и вену промывали трижды р-ром Хенкса. Все порции элюента объединяли и центрифугировали 10 мин на скорости 800 об/мин. Клетки 2 раза отмывали в среде Игла с 10% сывороткой крупного рогатого скота и ресуспендировали в питательной среде Игла с добавлением бычьей сыворотки до концентрации 20%, пенициллина 100 ед/мл, стрептомицина 100 мкг/мл, глутамина 2 мМ, гепарина 100 мкг/мл. Суспензию клеток высевали в чашки Кареля. Клетки для анализа снимали 0,02% р-ром версена.

Цитометрический анализ культуры и свежeweделенных ЭК осуществляли на поточном цитометре EPICS-C фирмы «Coultronics» (США).

Цитометрический анализ свежeweделенной суспензии показал наличие двух основных пиков — двух разновидностей клеток. По гранулярности они почти не отличаются друг от друга, однако имеется разница в размере клеток. Первый пик, более 70% содержанием, состоит

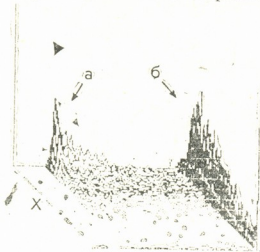


Рис. 1. Гистограмма свежeweделенной суспензии клеток: а — пик эндотелиальных клеток, б — пик гладкомышечных клеток

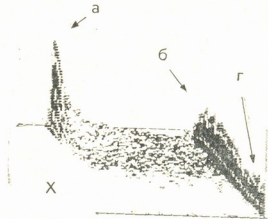


Рис. 2. Гистограмма культуры на 7-е сутки культивирования: а — пик эндотелиальных клеток, б — пик гладкомышечных клеток, г — пик гладкомышечных клеток с высокой гранулярностью

из клеток меньшего размера, чем второй, состоящий из более крупных клеток (рис. 1). На рисунке абсцисса соответствует величине рассеивания лазерного луча под прямым углом и характеризует гранулярность клеток, а ордината — рассеивания под малым углом и характеризует величину клеток. Высота пиков соответствует количеству клеток.

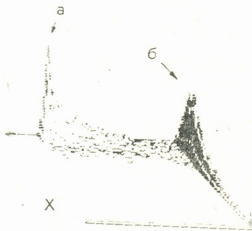


Рис. 3. Гистограмма неприкрепленной фракции культуры на 7-е сутки культивирования: а — пик эндотелиальных клеток, б — пик гладкомышечных клеток

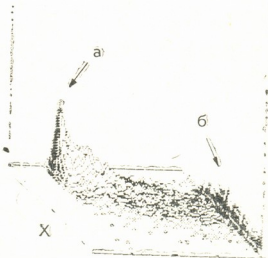


Рис. 4. Гистограмма культуры на 22-е сутки культивирования: а — пик эндотелиальных клеток, б — пик гладкомышечных клеток

Использование вышеуказанной техники, по данным литературы [5], позволяет получить в основном только ЭК, при этом загрязнение выделенной суспензии гладкомышечными клетками составляет до 10% [1]. Исходя из этого, а также в связи с тем, что ЭК являются более мелкими, можно сделать вывод, что пик, расположенный ближе к абсциссе, является пиком ЭК, а пик, состоящий из более крупных клеток, соответствует гладкомышечным. Между ними располагается

зона остальных разновидностей клеток, присутствующих в сосудистой стенке. Это фибробласты, тучные клетки и др. Культура может быть загрязнена также небольшим количеством форменных элементов крови.

При культивировании наблюдалось увеличение количества клеток с высокой гранулярностью в обоих пиках клеток, которое достигало своего максимума на 7—8-е сутки (рис. 2). Нужно полагать, что это связано с увеличением количества клеток в фазе деления и ростом культуры. Такого явления не наблюдалось в неприкрепленной фракции клеток (рис. 3), что подтверждает вышесказанное соображение. Вместе с тем, с началом культивирования отмечалось уменьшение процентного соотношения гладкомышечных клеток, т. е. отставание темпа роста этих клеток от ЭК. Этот процесс продолжался во время всего культивирования. К 20—25-м суткам пик гладкомышечных клеток достигал своего минимума, и к этому времени около 90% клеток составляли ЭК (рис. 4).

Угнетение роста гладкомышечных клеток должно быть результатом действия гепарина. Как известно, гепарин ингибирует пролиферацию гладкомышечных клеток и является стимулятором роста ЭК [6].

Таким образом, цитометрической оценкой выделенной из бедренной вены беспородных собак клеточной суспензии можно идентифицировать две основные разновидности клеток — гладкомышечные и ЭК. Они составляют соответственно 30 и 70% общего количества клеток. В процессе культивирования темп роста гладкомышечных клеток заметно отстает от темпа роста ЭК, что приводит к уменьшению количества гладкомышечных клеток и позволяет получить культуру с 90% содержанием ЭК.

В заключение нужно отметить, что поточная цитометрия является информативным методом оценки состава клеточной культуры и дает возможность оперативно характеризовать эффективность способов выделения и культивирования ЭК.

Академия наук Грузинской ССР
 НИИ экспериментальной
 морфологии
 им. Н. А. Натишвили

Республиканский центр ангиологии
 НИИ экспериментальной
 и клинической хирургии
 им. К. Д. Эристави

(Поступило 26.5.1988)

მახპარიმენტული მიღწინა

ბ. გოზუა, მ. ბახუტაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),
 ა. ჩომახიძე, მ. თალაკვაძე, ა. ბახუტაშვილი

უჯიშო ძალღების ახლადგამოყოფილი და კულტივირებული
 ენდოთელიალური უჯრედების შეფასება ნაკადური ციტომეტრიით

რ ე ზ ი მ ე

სტატიაში მოცემულია უჯიშო ძალღების ბარძაყის ვენიდან ახლადგამოყოფილი და კულტივირებული ენდოთელიალური უჯრედების შეფასება ნაკადური ციტომეტრიის საშუალებით. ენდოთელიალურ უჯრედებს გამოვყოფდით კოლაგენაზის საშუალებით და ციტომეტრულ ანალიზს ვაწარმოებდით ფირმა Coultronics-ის ნაკადურ ციტომეტრზე EPICS-C (აშშ). გამოკვლევის შედეგებმა გვიჩვენეს ახლადგამოყოფილ სუსპენზიაში უჯრედების ორი ძირითადი ტიპის არსებობა — ენდოთელიალურისა (70%) და გლუვკუნთოვანის (30%). კულტივაციის პროცესში ენდოთელიალური უჯრედების შემცველობა



იზრდებოდა და 20—25 დღის შემდეგ აღწევდა 90%. აქედან დავასკვნით, რომ ნაკადური ციტომეტრია არის ენდოთელიალური უჯრედების გამოყოფისა და კულტივაციის მეთოდების შეფასების ეფექტური ხერხი.

EXPERIMENTAL MEDICINE

N. K. BOKHUA, V. I. BAKHUTASHVILI, A. V. CHOMAKHIDZE,
E. O. TALAKVADZE, A. V. BAKHUTASHVILI

ASSESSMENT OF FRESHLY ISOLATED AND CULTIVATED
ENDOTHELIAL CELLS OF MONGREL DOGS USING
FLOW CYTOMETRY

Summary

The paper deals with the assessment of freshly isolated and cultivated endothelial cells from the femoral vein of mongrel dogs using flow cytometry. The cells were isolated by collagenase, and cytometric analysis was carried out using flow cytometer EPICS-C (Coultronics, USA). The results obtained demonstrated the presence of two main types in the freshly isolated suspension—endothelial cells (70%) and smoothmuscular cells (30%). In the process of cultivation the content of endothelial cells increased to reach 90% in 20—25 days. It is concluded that flow cytometry is an informative method for prompt assessment of techniques for the isolation and cultivation of endothelial cells.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. L. M. Graham *et al.* Surgery, v. 91, No 5, 1982, p. 550.
2. B. E. Jarrell *et al.* Surgery, v. 100, No. 2. 1986. p. 392.
3. H. K. Б о х у а. Автореферат докт. дисс. Тбилиси, 1980.
4. K. A. Muirhead *et al.* Bio/Technology, v. 3, No. 4, p. 337.
5. F. M. Booyse *et al.* Haemostasis, v. 11, 1982, p. 49.
6. S. C. Thon-ton *et al.* Science, v. 222, No. 11, 1983, p. 623.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

М. М. ШАНИДЗЕ, Г. А. ВАДАЧКОРИЯ, К. М. МАРДАЛЕИШВИЛИ

МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СЛИЗИСТОЙ
 ОБОЛОЧКИ ПОЛОСТИ РТА ПОСЛЕ ПРИМЕНЕНИЯ
 CO₂ ЛАЗЕРА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Деканосидзе 14.9.1988)

До настоящего времени не установлены оптимальные параметры и глубина воздействия лазерного излучения на слизистую оболочку полости рта в соответствии с режимом аппарата. Отсутствуют сведения о репаративных процессах после лазерного воздействия, что и послужило основанием для наших исследований.

Экспериментальное исследование проведено на половозрелых кроликах породы шиншилла весом 2,5—3 кг.

Таблица 1
 Зависимость глубины воздействия лазерного луча от режима лазерной аппаратуры

Мощность, % (N)	Экспозиция, (t)	Расстояние, см	Глубина воздействия лазерного луча (l), мкм
20	5 сек	1	750
20	5 сек	3	600
20	1 мин	1	850
20	1 мин	3	650
40	5 сек	1	1250
40	5 сек	3	1100
40	1 мин	1	1300
40	1 мин	3	1100
60	5 сек	1	2000
60	5 сек	3	1750
60	1 мин	1	2300
60	1 мин	3	1900
80	5 сек	1	2850
80	5 сек	3	2500
80	1 мин	1	3000
80	1 мин	3	2650
100	5 сек	1	3300
100	5 сек	3	3000
100	1 мин	1	3400
100	1 мин	3	3100

Применялся лазер «Скальпель-1» максимальной мощностью излучения на выходе световода 35 вт. В экспериментальных условиях оценивали действие 20, 40, 60, 80 и 100% мощности лазерной установки на слизистую щеки кролика при длительности воздействия 5 сек и 1 мин на расстояние до слизистой оболочки 1 и 3 см.



Материал брали сразу после окончания эксперимента, на 5-е и 30-е сутки. Контролем служила слизистая щеки 3 кроликов, не подвергшихся облучению. Исследуемый материал фиксировался в 12%-ном формалине и после соответствующей обработки препараты окрашивались гематоксилином и эозином по методам Ван-Гизона и Маллори. Глубину пораженного участка измеряли окуляр-микрометром.

При исследовании щечной ткани сразу же после облучения обнаруживается дефект слизистой оболочки полости рта, содержащий коагулированную ткань и некротические массы. В соседних участках реактивного воспаления не наблюдается, однако нарушены тинкториальные свойства и дезорганизованы мышечные и эластические волокна. Хорошо выявляются небольшие участки кровоизлияний, распространяющиеся до дермы и стазы в кровеносных сосудах.

Результаты измерения глубины пораженной ткани в зависимости от мощности лазерного излучения, расстояния до слизистой оболочки и экспозиции приводятся в табл. 1.

На 5-е сутки дефектный участок содержит некротические массы, отграниченный лейкоцитарным инфильтратом, распространяющиеся на всю толщу щечной ткани. Подслизистый слой отечен. Часто корневые влагалища волос резко расширены по всей длине и в просвете обнаруживаются кровоизлияния.

Таблица 2

Зависимость глубины воздействия лазерного луча от экспозиции при мощности 60 % и расстоянии 3 см

t сек	l мкм
3	1250
5	1750
10	1800
15	1800
60	1900

К 15-му дню в слизистой оболочке вокруг некротизированного участка наблюдается разрастание грануляционной соединительной ткани. На периферии дефектного участка хорошо выражено наполнение вновь образованной слизистой оболочки от периферии к центру с явлениями погружения.

Через 30 суток в щечной ткани со стороны слизистой оболочки на месте лазерного воздействия макроморфологически некротические массы не наблюдаются. Грануляционная ткань полностью заполняет дефект, содержит меньшее количество кровеносных сосудов, а на периферии наблюдается хорошо выраженное вращение коллагеновой и эластической ткани. Поверхность полностью покрыта многослойным плоским эпителием.

Проведенное исследование показало, что глубина воздействия лазерного луча зависит от условия облучения. В частности, увеличение мощности и уменьшение расстояния увеличивает глубину, ширину воздействия и степень поражения. А зависимость глубины от экспозиции является более сложной.

Результаты проведенных исследований приведены в виде таблиц 1, 2 и графика рис. 1.

Из таблиц, а также по графику видно, что при малых экспозициях глубина зависит от времени. А при увеличении экспозиции t темп роста глубины l уменьшается и когда $t \geq 5$, наступает «насыщение ткани» — образующаяся коагуляционная пленка фактически не про-



пускает лазерный луч и при дальнейшем увеличении t , l уже фактически не меняется.

Для оптимального проведения лечения следует работать с экспозицией не менее чем 5 сек, так как в этом случае повторное (неконтролируемое) облучение ткани фактически не приведет к каким-либо дополнительным изменениям уже обработанного участка. Из вышесказанного также целесообразно применять экспозицию 5—6 сек.

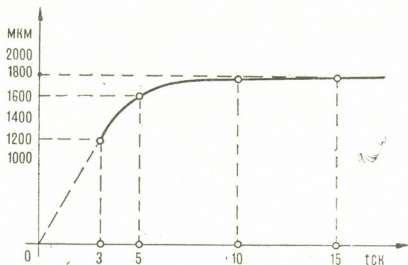


Рис. 1 График №1 - Зависимость глубины воздействия лазерного луча (l) от экспозиции (t) мощность № = 60%.

Полученная информация даст возможность корректировать режим лечения лазером «Скальпель-1» при различных заболеваниях слизистой оболочки полости рта.

Онкологический научный центр
МЗ ГССР

(Поступило 22.9.1988)

ქვეყნიერების მედიცინა

ა. ზანიძე, ბ. მაღაპორია, ძ. მარდალიშვილი

პირის ღრუს ლორწოვანი გარსის მორფოლოგიური გამოკვლევა
CO₂ ლაზერის მოქმედების შედეგად

რეზიუმე

ჩატარებულმა ექსპერიმენტულმა გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ პირის ღრუს ლორწოვანი გარსის ქსოვილებში CO₂ ლაზერის სხივის ჩასვლის სიღრმე დამოკიდებულია აპარატის მუშაობის რეჟიმზე, კერძოდ, ლაზერის სიმძლავრის გაზრდა და სხივისა და ლორწოვან გარსს შორის მანძილის შემცირება ზრდის ლაზერის სხივის მოქმედების სიღრმეს. განისაზღვრა დამოკიდებულება ლაზერის სხივის ზემოქმედებასა და ექსპოზიციას შორის. მიღებული შედეგები აისახა ცხრილებში და გრაფიკებში.



M. M. SHANIDZE, G. A. VADACHKORIA, K. M. MARDALEISHVILI

MORPHOLOGICAL STUDY OF THE ORAL CAVITY MUCOUS
MEMBRANE FOLLOWING THE APPLICATION OF CO₂ LASER

Summary

Experimental investigation shows that the depth of CO₂ laser rays penetration depends upon the irradiation conditions. In particular, an increase in the power of the laser and a decrease in the distance between the laser and the mucous membrane enhances the effects of CO₂ laser irradiation. Dependence between the action of laser irradiation and the exposure has been determined. The results obtained are adduced in tables and diagrams.



Э. В. КВАВДЗЕ

СОДЕРЖАНИЕ ПРИВНОСНОЙ ПЫЛЬЦЫ ДРЕВЕСНЫХ В СУБФОСИЛЬНЫХ СПОРОВО-ПЫЛЬЦЕВЫХ СПЕКТРАХ КАВКАЗА И КАРПАТ

(Представлено академиком Л. К. Габуния 2.3.1987)

При изучении голоценовой истории развития растительности горных стран важным является установление положения верхней границы распространения лесного пояса в различные периоды голоцена, так как известно, что в высокогорьях лесная граница, как и снеговая линия, чутко реагируя на изменившиеся климатические условия, быстро меняет свое положение, соответственно смещаясь книзу или поднимаясь вверх.

Палинологическое изучение голоценовых и современных отложений высокогорий Кавказа и Карпат показало ряд существенных затруднений, связанных с присутствием в пыльцевых спектрах альпийского и субальпийского поясов значительного количества пыльцы древесных пород, приносимых из нижележащих поясов растительности. Об участии пыльцы древесных в субфоссильных спорово-пыльцевых спектрах верхнегорий Карпат и Кавказа неоднократно отмечалось многими исследователями [1—7]. В связи с этим для палеогеографических построений в высокогорьях прямая интерпретация пыльцевых спектров исключена. Становится необходимым проведение специальных исследований методического порядка. Важно установить отличительные особенности субфоссильных спектров лесного, субальпийского и альпийского поясов в исследуемых районах, выявить наиболее существенные характеристики спектров каждого отдельно взятого пояса.

На Кавказе нами исследованы современные отложения в различных районах отрогов Бзыбского, Триалетского, Месхетского, Кодорского и Чхалтинского хребтов, в Карпатах — отложения Полонинского хребта, а также современные осадки горной группы Черногора. Заложено несколько продольных профилей по бассейнам р. Амткел, Малый Ходжал, от Ворохтянской базы «Заросляк» до Водораздельного хребта (рис. 1—2).

Характерной особенностью для субфоссильных спорово-пыльцевых спектров субальпийского и альпийского поясов в исследуемых районах Кавказа является присутствие большого количества пыльцы сосны и ольхи. По долине р. Аданге на высоте 2300—2500 м в почвах, болотных и озерных отложениях содержание привносной пыльцы ольхи достигает 50—60%, а количество пыльцы сосны в альпийском поясе превышает 40—50%. В окрестностях оз. Окроцкали также много пыльцы ольхи (до 50%) и сосны (до 55%). В районе перевала Цхра-цкаро (высота 2500 м) сосны в спектрах содержится до 64%. Значительно возрастает количество пыльцы сосны и ольхи в альпах и субальпах окрестностей горы Бахмаро. Пыльца других древесных пород отмечается в незначительном количестве: ель — до 6%, пихта — до 4%, липа — до 5%, граб — до 4%, каш-



тан — до 6%, дуб — до 2%. Отмечены единичные зерна бука, вяза, грецкого ореха, клена.

Совершенно иная картина наблюдается при рассмотрении субфоссильных пыльцевых спектров Карпат. Из привносной пыли в альпийском и субальпийском поясах (1500—1750 м) среди древесных явно доминирует пыльца бука (до 40%), который отделен от альпийской зоны обширным поясом еловых лесов, в то время как на Кавказе пыльца бука практически не переносится в вышележащие пояса даже там, где буковые леса непосредственно примыкают к субальпийским и альпийским лугам (рис. 1).

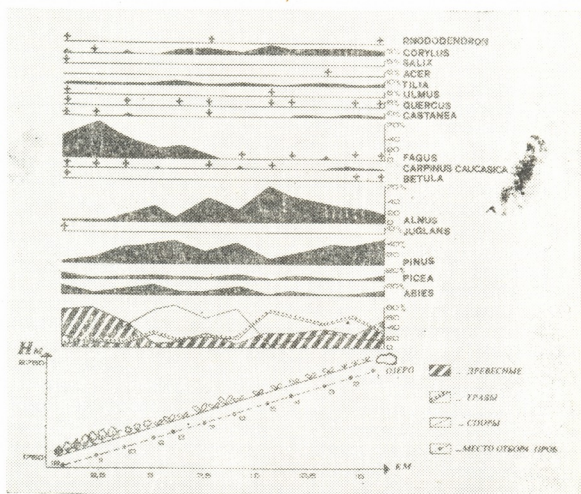


Рис. 1. Спорово-пыльцевая диаграмма современных отложений по долине р. Аданге

В пыльцевых спектрах Карпат много пыли и таких древесных пород, как ель, липа, граб, дуб, вяз, а вот количество пыли ольхи, произрастающей тут же в субальпийском поясе, составляет лишь 20—40%. Еще удивительнее, что содержание в спектрах пыли сосны, которая также образует огромные заросли у верхней лесной границы, не превышает 5—23%. В почвах непосредственно под зарослями соснового стланика количество пыли сосны едва составляет 18—23%, в то время как на Кавказе содержание ее превышает 80—90%. По всей вероятности, кустарниковая форма сосны продуцирует мало пыли по сравнению с деревьями. Аналогичная картина наблюдается и при рассмотрении спектров под зарослями рододендрона кавказского, дающего намного больше пыли (50%), чем рододендрон Кочи, содержание пыли которого в Карпатах не превышает 2—4% (рис. 2), что также возможно зависит от различий в величине их кустов и цветков.

Исходя из изложенного можно заключить, что на Кавказе, где рельеф сильно расчленен и места интенсивной аккумуляции совре-

менных отложений обрамлены высокими хребтами, препятствующими проникновению ветров из соседних ущелий, спорово-пыльцевые спектры в большей степени отображают локальную и узколокальную растительность, рельеф Карпат же отличается более сглаженными формами небольшой высоты. Поэтому здесь нет особых преград воздушным течениям и субфоссильные спектры верхнегорий в большей

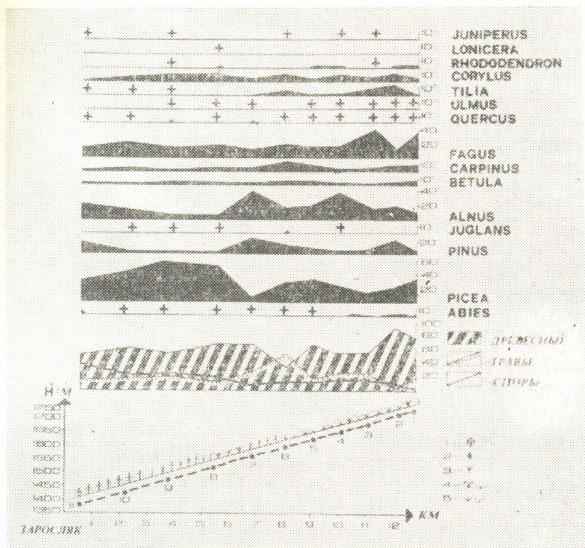


Рис. 2. Спорово-пыльцевая диаграмма современных проб, отобранных по продольному профилю от базы «Заросляк» до гребня Водораздельного хребта (1 — еловый лес; 2 — сосновый стланик; 3 — заросли из можжевельника; 4 — субальпийские луга; 5 — альпийские луга)

степени отображают региональную и общерегиональную растительность.

Следует отметить, что, несмотря на присутствие большого количества привносной пыли древесных, субфоссильным спектрам субальпийских и альпийских лугов исследуемых регионов все-таки присущи характерные черты, которые существенно отличают их от лесных спектров. Однако это в большей степени относится к Кавказу, нежели к Карпатам.



მ. შვაბაძე

კავკასიისა და კარპატების მაღალმთიანი ზოლის სუბფოსილურ სპოროპოლენ-მტვრინულ სპექტრებში ქარის მიერ მოტანილ მერქნის მცენარეთა მტვრის უმადგენლობა

რეზიუმე

კავკასიისა და კარპატების მაღალმთიანი ზოლის პოლოცენური და თანამედროვე ნალექების პალინოლოგიურმა შესწავლამ გვიჩვენა, რომ ორივე რეგიონის ალპურ და სუბალპურ სარტყლებში დიდი რაოდენობით გვხვდება ქვედა-სარტყლებში განლაგებული მერქნიანი ჯიშების ქარის მიერ მოტანილი მტვრი.

PALAEOBIOLOGY

E. V. KVAVADZE

THE CONTENT OF INTRODUCED ARBOREAL POLLEN IN SUBFOSSIL SPORO-POLLEN SPECTRA OF THE CAUCASUS AND CARPATHIAN HIGH MOUNTAINS

Summary

Palynological studies of Holocene and recent sediments of highmountain regions of the Caucasus and Carpathians have revealed a number of serious problems associated with the fact that in the pollen spectra of the alpine and subalpine zones there is a sufficient amount of arboreal pollen transferred from lower vegetation zones by the mountain and valley winds. The subalpine and alpine subfossil pollen spectra of the Caucasus are characterized by a large amount of the pine and alder pollen (up to 50-64%), while those of the Carpathians reflect a considerable amount of the beech (up to 40%), spruce, lime-tree, oak, and other arboreal species pollen.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. Я. Арап. VI изд. Укр. бот. т-ва. Киев, 1977.
2. Э. В. Квавадзе, Л. П. Рухадзе, П. Р. Третьяк, Л. В. Петренко. Сообщения АН ГССР, 125, № 2, 1987.
3. Н. Б. Клопотовская. Основные закономерности формирования спорово-пыльцевых спектров в горных районах Кавказа. Тбилиси, 1973.
4. Н. С. Мамацашвили. Сообщения АН ГССР, 68, № 1, 1972.
5. Н. А. Маргалитадзе, К. Р. Кимеридзе. Труды Тбл. бот. ин-та, XXIII. Тбилиси, 1964.
6. С. И. Паришкура. Укр. бот. ж., т. 23, № 4, 1966.
7. E. Pop, N. Boscanin, F. Ratin. Revue. Roumane de Biologie Bot., vol. 10, № 3, 1965.



А. К. ВЕКУА, В. М. ТРУБИХИН*

НОВОЕ МЕСТОНАХОЖДЕНИЕ ИСКОПАЕМЫХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В ВОСТОЧНОЙ ГРУЗИИ

(Представлено академиком Л. К. Габуния 5.6.1987)

В Гаре-Кахети (Восточная Грузия) несколько лет тому назад во время проведения палеомагнитных наблюдений В. М. Трубихин открыл новое местонахождение ископаемых позвоночных, сразу же привлечшее к себе внимание своим богатством и разнообразием. Здесь на правом берегу р. Иори, к югу от известного местонахождения акчагыльских позвоночных Квабеби [1], в местности Дзедзтахеви на южном склоне небольшой возвышенности обнажаются довольно мощные отложения ширакской свиты, представленные чередованием алевроитов, песков, песчанистых алевроитов и песчаников. Разрез представляет собой моноклиналь с элементами залегания — азимут падения 22° , угол падения 21° . Разрез заканчивается базальными конгломератами акчагыла, с перерывом перекрывающими отложения ширакской свиты, в верхней части которой, в плотных алевроитах, и были обнаружены гнездообразные скопления костей наземных позвоночных, почти исключительно млекопитающих. В захоронении попадаются почти целые черепа и нижние челюсти; встречаются также кости конечностей в естественном сочленении, что, несомненно, свидетельствует о первичном залегании ископаемых остатков.

По предварительным определениям, здесь встречаются *Gomphotheriidae* gen., *Grocuta* (*Percrocuta*) *eximia* Roth et Wagner, *Felis attica* Wagner, *Dicerorhinus* sp., *Hipparion* ex gr. *elegans* Grom., *Microstonyx* cf. *erymanthius* (Roth et Wagner), *Gazella* cf. *deperdita* (Gerv), *Tragocerus* sp., *Tragelaphinae* gen., *Karsimatherium* aff. *bazalethicum* Mel., *Cervidae* gen.

По составу млекопитающих дзедзтахевская фауна приближается скорее всего, к позднему гиппарионовому фаунам Евразии. В первую очередь об этом свидетельствует гиппарион, который, судя по строению метаподий, представляет собой едва ли не самую стройную форму среди известных нам представителей *Hipparion*. В этом отношении он, по мнению Л. К. Габуния (устное сообщение), обнаруживает довольно близкое сходство с *H. elegans*, описанным В. И. Громовой [2] из известного местонахождения «Гусиный перелет» близ г. Павлодара.

В целом эта фауна приближается к фаунам ископаемых млекопитающих из Аркнети и Базалети, датируемым соответственно позднемиоценом и понтическим временем [3—6], а также к фаунистическим комплексам из Тудорова и Черевичного (Украина), но несколько моложе фаун из Гребеников и Таракли.

Коснемся вкратце некоторых представителей фауны Дзедзтахеви.

Хищные в фауне представлены двумя формами. При этом если одна из них, *Grocuta* (*Percrocuta*) *eximia*, легко определяется по фрагменту верхней челюсти с P^3 — P^4 , то этого нельзя сказать о мелкой кошке, резцовая часть верхней челюсти которой характеризуется до-



вольно длинным клыком, при относительно мелких размерах самой челюсти и резцов. С некоторой долей условности эту кошку можно

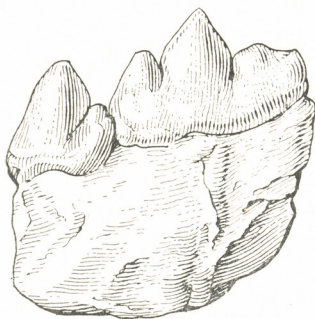


Рис. 1. *Crocuta* (*Percrocuta*). Фрагмент верхней челюсти

сблизить с *Felis attica*, известной из Мараги, Самоса, Пикерми, Тараклии и других местонахождений позднегиппарионовых фаун.

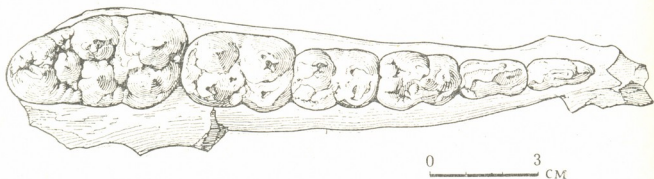


Рис. 2. *Microstonyx* cf. *erymanthius*. Нижние коренные зубы

Носорогу принадлежат немногочисленные обломки верхнекоренных зубов, особенности которых позволяют отнести их предположительно к роду *Dicerorhinus*.

От гиппариона сохранились изолированные верхние и нижние коренные зубы, нижние челюсти с зубами, фрагменты костей конечностей и одна целая пястная кость. Гиппарион из Дзедзтахеви характеризуется относительно крупными молярами, при средних размерах премоляров, средней степени складчатости эмали, средней высотой коронок зубов, наличием глубокой выемки двойной петли на нижних коренных зубах и сильно развитыми у них дополнительными (парастилид, гиностилид, эктостилид) элементами, а также необычной стройностью метаподий (индекс ширины проксимального конца пястной кости к длине 13,9, то же ширины дистального конца — 12,6, то же ширины диафиза 9,9).

Совокупность таких признаков, как сильное развитие дополнительных элементов на нижних коренных зубах и весьма стройные метаподии, указывает на адаптацию этого гиппариона к относительно сухим степям.

Парнокопытные представлены более разнообразной фауной. От *Microstonyx* cf. *erymanthius* имеется полный ряд верхних и нижних

коренных зубов, почти не отличимых по строению и размерам от соответствующих зубов типичного вида.

Довольно много в коллекции остатков сиватеринн (верхние и нижние коренные зубы, нижние челюсти, кости конечностей), напоминающих нам карсиматерия (*Karsimatherium bazaethicum*), описанного Г. К. Меладзе [7] из предположительно понтических отложений Базалети (Восточная Грузия).

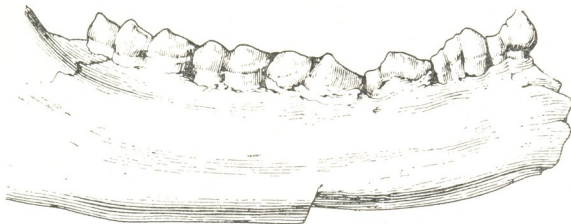


Рис. 3. *Karsimatherium* aff. *bazaethicum*. Нижняя челюсть

Заслуживает внимания какая-то своеобразная антилопа, представленная в местонахождении фрагментом черепа с хорошо сохранившимися роговыми стержнями. Это форма средних размеров, с гетеронимно скрученными в один полный оборот роговыми стержнями. По характеру строения лобной части черепа и скрученности роговых стержней животное напоминает винторогих антилоп трибы *Tragelaphini*, от которых она все же заметно отличается по ряду других признаков.

Палеомагнитные исследования, проведенные в Дзедзвтахеви, указывают, скорее всего, на эоценовый возраст костеносных слоев. В частности, согласно этим данным, нижняя часть разреза (около 50 м) Дзедзвтахеви сложена обратномагнитическими породами. Выше по разрезу располагается мощная зона прямой полярности, внутри которой, в интервале 120—180 м от кровли, выявлен горизонт обратномагнитических пород. Корреляция палеомагнитных данных разреза Дзедзвтахеви с данными по более полным разрезам ширакской свиты других регионов позволяет отнести нижнюю обратномагнитическую часть разреза Дзедзвтахеви к верхам зоны № 6 магнитохронологической шкалы, а пряномагнитическую верхнюю часть—к зоне прямой полярности № 5 той же шкалы. Следовательно, обратномагнитический интервал рассматриваемого разреза будет соответствовать горизонту обратной полярности эпохи прямой полярности № 5. Так как положение этого эпизода в эпохе прямой полярности № 5 отвечает, скорее, верхам эоцена, то можно говорить о принадлежности костеносных слоев, залегающих непосредственно выше эпизода обратной намагниченности, к самым верхам эоцена, что вполне согласуется с фаунистическими данными.

ა. ვეკუა, ვ. ტრუბიხინი

ნამარხი ძუძუმწოვრების ახალი ადგილსაპოვებელი
აღმოსავლეთ საქართველოში

რეზიუმე

აღმოსავლეთ საქართველოში, მდ. იორის მარჯვენა ნაპირზე ძეძვთახევის მიდამოებში აღმოჩენილია ნამარხი ძუძუმწოვრების ახალი ადგილსაპოვებელი, რომელსაც დიდი მნიშვნელობა აქვს ნეოგენური ნალექების დათარიღებისათვის. დღეისათვის აქ დაღვნილია Comphotheriidae gen., *Crocota (Percrocota) eximia*, *Felis attica*, *Dicerorhinus* sp., *Hipparion* ex gr. *elegans*, *Microstonyx* cf. *erymanthus*, *Gasella* cf. *deperdita*, *Tragocerus* sp., *Tragelaphinae* gen., *Karsimatherium* aff. *bezaethicum*, *Cervidae* gen.

შესწავლილი ფაუნის მიხედვით ძეძვთახევის ადგილსაპოვებელი მეოტი-სად თარიღდება. ამასვე ადასტურებს ძვლების შემცველი ქანების პალეომაგნიტური გამოკვლევა.

PALAEOBIOLOGY

A. K. VEKUA, V. M. TRUBIKHIN

ABOUT A NEW LOCATION OF FOSSIL MAMMALS IN
EASTERN GEORGIA

Summary

A new location of fossil mammals has been discovered in the region of Dzedzvtakhevi, in eastern Georgia, on the right bank of the Iori river. The fauna of Dzedzvtakhevi contains: *Gomphotheriidae* gen., *Crocota (Percrocota) eximia*, *Felis attica*, *Dicerorhinus* sp., *Hipparion* ex gr. *elegans*, *Microstonyx* cf. *erymanthus*, *Gazella* cf. *deperdita*, *Tragelaphinae* gen., *Tragocerus* sp., *Karsimatherium* aff. *bazaethicum*, *Cervidae* gen.

By the composition of mammals this fauna is dated as the Meotis, which is in good agreement with the data of paleomagnetic investigations of the deposits in this location.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. K. Vekua. Квабеская фауна ачкагельских позвоночных. М., 1972.
2. В. И. Громова. Гиппарионы (род *Hipparion*). М., 1952.
3. Л. К. Габуния. Сообщения АН СССР, XIII, № 5, 1952.
4. Л. К. Габуния. К истории гиппарионов. М., 1959.
5. Г. К. Меладзе. Гиппарионовая фауна Арктики и Базалети. Тбилиси, 1937.
6. Г. К. Меладзе. Обзор гиппарионовых фаун Кавказа. Тбилиси, 1985.
7. Г. К. Меладзе. Труды Ин-та палеобиологии АН СССР, т. VII. Тбилиси, 1962.



И. Б. БОЧОРИШВИЛИ

ЕЩЕ РАЗ О БАСКСКИХ ЧИСЛИТЕЛЬНЫХ 8, 9: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМАТИКА СРАВНИТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ

(Представлено академиком Ш. В. Дзидзури 1.7.1987)

1. История и некоторые итоги сравнительного изучения баскских числительных *zortzi* «8» и *bederatzi* «9» были предметом нашей предыдущей работы [1], а эту работу посвящаем современному состоянию соответствующих вопросов. Несмотря на отмеченные уже нами достижения работы [2], содержащаяся здесь попытка этимологизировать *zortzi* и *bederatzi* как «два к десяти, один к десяти» за счет допущения в них форманта направительного падежа -га «к» не представляется нам приемлемой: этот формант должен был бы стоять не после *+zor* «2» и *+bad* «1», а после *+(a) tzi* «10» (ср. *etxe*-га «к дому» от «дом»), и в целом мы при наличии этого форманта должны были бы иметь структуры типа *etxe*-га (*doa*-n) *gizona* «к дому (идущий) человек», т. е. *++(a) tzi-ra zor* «8», *++(a) tzi-ra bed* «9». По этой же причине при послелого *aitzi*, *aintzin* «перед», который обычно сравнивается с груз. *cin* «перед», число 8 как «два перед десятью» должно было бы выражаться через *+zor+10+aitzi*, а число 9 «один перед десятью» — через *+bad+10+aitzi*. Если же 10 здесь лишь подразумевалось, то *zortzi* «8» должно буквально значить при этом же послелого просто «два епереди», *bederatzi* — «один епереди».

Разумеется, баскские числительные второй пятерки возникли в достаточно отдаленное время, и в принципе допустимо, что некогда даже форманты баскского склонения, будучи чем-то еще самостоятельным, препозировались к присоединяющемуся их имени, однако все это, очевидно, принадлежит такой глубокой древности, что исключает какие-либо допущения о препозитивном га в составе указанных числительных или вне их. И вряд ли здесь что-либо может измениться в зависимости от разных вариантов того же направительного форманта, наличного в виде га и в тюркских языках с их стабильной постпозицией формантов (ср. [3, с. 412]).

Если присутствие в тех же двух числительных компонентов *+zor* «2», *+bad* (era) «1», согласно изложенному в [1], представляется достаточно вероятным, а наличие компонента *+(a)tzi* «10» — возможным, то сам принцип соединения этих компонентов остается до сих пор неясным, и он может остаться таким навсегда, так как подразумеваемым в обоих числительных могло быть не имя в значении «10», а тот или иной формант, связывавший компоненты. Несмотря на это, в силу достаточной определенности самих компонентов и с учетом обычной типологии числительных для «8», «9» мы сможем считать, что



баск. *zortzi* и *bederatzi* в том или ином виде содержит в себе модель типа «без одного десять, без двух десять».

2. В настоящее время баскскому языку для 2 известно только числительное *bi*, которое в составе *berrogei* «40» = «две двадцатки», имеет вариант *be*. Несмотря на сходство с лат. *bis* «2», это числительное является очень старым и, скорее всего, исконным, как на это указывают образования *biga* «двое», *biḡa* «по два», *berrogei* «40», а также постпозиция *bi* к именам в силу вероятного в прошлом предикатного характера этого числительного (см. ниже). В работе [2] допущение латинского происхождения *bi* противоречило допущению той же работы и его предикатном (следовательно, древнем) характере: в настоящее время автор этой работы [2], по его устному сообщению, отказывается от первого допущения ввиду того факта, что, помимо латинского и баскского, числительные вида *mi*, *wi*, *bi* «2» имеются в ряде языков мира, включая африканские, ср. также шум. *miḡa* «2» и даже сван. *jeḡ-bi* «2», где, уже *jeḡ* значит само по себе «2» (*arm bi* значит «1»).

В связи с реконструкцией *+zog* «2» возникает вопрос о его отношении к *bi* «2». Если оба в баскском языке исконны, то так объяснить их парность, их семантическое соотношение в прошлом? В отличие от остальных числительных, но подобно *bat* «1», баск. *bi* «2» в части диалектов, особенно западных, ныне постпозируется к имени: [4, 5] (ср., однако, такие исключения, как *bi bider* «два раза» всех диалектов). Это говорит о том, что исконно баск. *bi* «2», возможно, всегда ставилось после существительного и имело какие-то особые функции по сравнению с другими числительными, которые всегда препозировались, включая и *+zog* «2». В таком случае позднее имело место обобщение *bi* «2» с его частичным выходом в препозицию и с вытеснением *+zog* «2». Это вполне согласуется с образованием от баск. *bi* «2» такого числительного второго десятка, как баск. *amabi* «12» (не *+amazog*) при образовании более древнего числительного первого десятка *zortzi* «8» еще от *+zog* «2».

В работе [2] особые синтаксические функции баск. *bi*, равно *bat* (в прошлом) интерпретируются как предикатные, поскольку это подсказывается типологией: числительные для 1 и 2 в некоторых языках мира имеют особые лексические разновидности, выступающие в функции предикатов с соответствующими синтаксическими особенностями и с близостью к прилагательным или глаголам — см. примеры в [6]. Хотя баск. *hamag* «10», тоже в конечном счете обобщилось, вытеснив баск. *+(a)tzi* «10», но оно является, как показал Товар [7], не менее исконным и древним, чем любое другое баскское числительное (ср. [8]), и поэтому наряду с *zortzi* «8» вполне могли в свое время существовать такие образования, как *+zog-hamag* «8», хотя рядом с *amabi* «12» образования типа *+atz-bi* «12» и *+ama-zog* «12» могли быть уже совершенно исключены в связи не только с вытеснением к этому времени *+(a)tzi* «10», но и обобщением *bi* в значении «2» за счет *+zog* «2».

3. Наряду с *bat* «1» в баскском языке ранее имелось, по всей вероятности, и другое числительное для 1: *+ika*, восстанавливаемое из *ama-ika* «11»; сомнения Товара [7] по поводу этой реконструкции, на наш взгляд, убедительно рассеяны в [2]. Но это означает, что для обоих первых чи-



сел (1 и 2), а не только для 2, баскский язык имел в прошлом парные разновидности числительных, что особенно напоминает ситуацию в тех языках, где существуют наряду с обычными предикатные разновидности или предикатные формы числительных (см. выше). Кроме того, для 10 мы тоже имеем пару *ama* и *+(a) tzi*, хотя и совершенно иного характера, т. е. без всякого отношения к синтаксису.

Вслед за [2] можно, следовательно, и в данном случае допускать, что *+ika* «1» было некогда в баскском обычным числительным для 1, употреблявшимся перед именами, *bat* же существовало наряду с *+ika*, как предикатная форма с тем же значением, близкая и прилагательному и глаголу, и что синтаксически *bat* в отличие от *+ika* и других числительных постпозировалось: это подтверждается и его избирательным жестким постпозированием [4] по сей день, ср. также статус груз. *marto* «одинокий», с которым баск. *bat* сравнивается в [2] и которое является именно прилагательным. В своей истории баск. *+bat* «одинокий, отдельный» тоже должно было, таким образом, выйти когда-то на место *+ika* «один» (пусть оставаясь постпозитом) и, вытеснив последнее, обобщиться в значении количественного числительного для 1.

Если так, то для 9 мы должны были бы, казалось, иметь образование от *+ika* «1» *+ikatzi* «9», а для 11 *+amabat* от *bat* (ср. аналогичную ситуацию с образованиями от 2: *zortzi* и *amabi*), но в действительности мы имеем наоборот: *bederatzi* «9» от *+bad* «1», *amaika* «11» от *+ika* «1», на что обратил внимание еще Лафон [9]. Для изложенных допущений это — очевидное препятствие, но оно не кажется непреодолимым, что должно быть, впрочем, рассмотрено отдельно.

Первая часть в составе *bederatzi* «9», думаем, не может быть отождествлена с *bedera* «каждый», и для семантизации этой части форма *bedera* ничего не дает; зато в этом смысле все дает нам форма *bat* «1» < *+bad*, но последнее оставляет открытым вопрос об элементе *-ga* (вновь этом же элементе) в той же части, и здесь стоит вспомнить о реконструкте *+bard* «1» № у Ю. В. Зыцаря [2]: *+bardatzi* могло, как мы думаем, дать *+badratzi* (метатеза) > *bedratzi* (реально существует в диалектах и есть у Лейсараги) [10] > *bederatzi* с разделительным (e) между (d) и (r). Вторичность глухого (t) в *bat* «1» не требует доказательств уже в виду наличия (d) в *bedera* «по одному», «на каждого» явно от *+bad* «1», *+ga* (в данном случае действительно направительное). Вопрос же об *obat* в группе *vana* «по одному», *bakar* «одинокий», *bakoitz* «отдельный», кажется столь же интересным, сколько и неразработанным. Данные образования, как и *biga* «двое», *bina* «по два», при всем возможном их возрасте не производят впечатления столь древних, как образования от *+zog* «2» или *+erdi* «другой».

Тбилисский государственный
педагогический институт
иностранных языков
им. И. Чавчавадзе

ი. ბოჩორიშვილი

კიდევ ერთხელ ბასკური ენის რიცხვითი სახელის 8 და 9
 შესახებ: თანამედროვე მდგომარეობა და მათი შედარებითი
 შესწავლის კომპლექსი

რეზიუმე

განხილულია ბასკური რიცხვითი სახელების — 8 და 9 შედარებითი შესწავლის პრობლემა, მათი თანამედროვე მდგომარეობა, აგრეთვე დაწყვილების პრობლემა ისეთი ბასკური რიცხვითი სახელებისა როგორცაა 1 და 2 და მათი როლი სხვა რიცხვითი სახელების წარმოებაში.

LINGUISTICS

I. B. BOCHORISHVILI

ONCE MORE ABOUT THE BASQUE NUMERALS "8" AND "9":
 THEIR PRESENT-DAY STATE AND THE PROBLEM OF
 THEIR COMPARATIVE STUDY

Summary

The paper deals with the problem of comparative study of the Basque numerals 8 and 9, their present-day state as well as with the problem of forming in pairs of such Basque numerals as 1 and 2 and their role in the formation of other numerals.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Б. Бочоришвили. Сообщения АН ГССР, 125, № 1, 1987.
2. Yu. VI. Zytzar. Iker 2, Bilbo, 1983, 709—730.
3. С. С. Uhlenbeck. RIEV, VI (1912), 412—414.
4. P. Lafitte. Fontes Linguae Vasconum, 12 (1972), 293—298.
5. Kintana *et al.* Hiztegia 80, Bilbo, 1980.
6. М. П. Чхаидзе. Язык и мышление, V, 1935, 79—92.
7. А. Тоуар. Etymologica. W. von Wartburg zum 70 Geburs. Tubingen, 1958, 831.
8. Ш. В. Дзидзигури, Ю. В. Зыцарь. Изв. АН ГССР, № 2, 1983, 136—147.
9. R. Lafon. RIEV, XXIV, 1933, 1—23.
10. R. Lafon. Eusko Jakintza, VI, 1972, 16—18.



УДК 491.71.499.962.1

ფილოლოგია

ი. ნაღარავიძელი

ტიქსტების უმდარეგით-სტატისტიკური ანალიზის საფუძველზე
 „ინდო-ხატაელთა ამბის“ იდენტიფიკაცია „ვეფხისტყაოსანთან“

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ს. ცაიშვილმა 26.11.1987)

„ინდო-ხატაელთა ამბის“ „ვეფხისტყაოსანთან“ იდენტიფიკაციის პრობლემის გადასაწყვეტად გამოვიყენეთ ტექსტის სტატისტიკურად შეფასების მეთოდი, რომლის მართებულობა შემოწმდა ცნობილ ტექსტებზე. შევიმუშავეთ ტექსტების კოდირების წესები მათი მანქანაში წარმოსადგენად და შევადგინეთ სტატისტიკური მახასიათებლების გამოსათვლელი პროგრამა [1].

ტექსტების იდენტიფიკაციისათვის გამოვიყენეთ სტატისტიკური მახასიათებელი s , რომელიც ტექსტს ახასიათებს სიხშირული სტრუქტურის მიხედვით, ადგენს შესადარებელი ტექსტების ერთგვაროვნება-არაერთგვაროვნების ხარისხს და წყვეტს საკითხს ეკუთვნის თუ არა ორი ტექსტი ერთ ავტორს [2]. s მახასიათებელი გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$s = \frac{P_1 - P_2}{\sqrt{\frac{P_1}{N} \frac{P_2}{N}}}$$

სადაც P_1 არის შესადარებელი ტექსტებიდან ერთ-ერთი ტექსტის რომელიმე ელემენტის სიხშირე, ხოლო P_2 არის მეორე ტექსტის იგივე ელემენტის სიხშირე, ე. ი. სრულდება ორი ტექსტის გადამკვეთ ელემენტთა სიხშირული ანალიზი.

რადგან შესადარებელი იყო სიხშირეთა ბევრი წყვილი და საჭირო იყო ამ წყვილების ერთი სიდიდით შეფასება, შემოვიღეთ სიდიდე \bar{s} , რომელიც ასე გამოითვლება:

$$\bar{s} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n s_i$$

სადაც n არის შესადარებელ სიხშირულ წყვილთა რაოდენობა.

იმისათვის, რომ ორი შესადარებელი ტექსტის ელემენტების სიხშირეებს შორის სხვაობა არ იყოს სტატისტიკურად ღირებულები, უნდა შესრულდეს შემდეგი პირობა:

$$|\bar{s} - 1| \leq t_{\beta} \cdot \sigma_{\bar{s}} \quad \text{ანუ} \quad \bar{s} - t_{\alpha} \sigma_{\bar{s}} \leq 1,$$

სადაც $\sigma_{\bar{s}}$ არის \bar{s} -ს საშუალო კვადრატული გადახრა და განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$\sigma_{\bar{s}} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left(\sum_{i=1}^n (s_i^2 - \bar{s}^2) \right)}$$



როდესაც ორი ტექსტი სტატისტიკურად იდეალურად ერთგვაროვნადაა \bar{s} -ის მათემატიკური მოლოდინი უდრის ერთს და დასაშვები ინტერვალის ქვედა საზღვარი ნაკლებია ან უდრის ერთს.

ტექსტის სიხშირული ანალიზისათვის საჭიროა ავიღოთ ისეთი ერთეულები, რომელთა ფარდობითი სიხშირე არც ძალიან დიდია და არც ძალიან მცირე, რადგან ექსპერიმენტულად დადგინდა, რომ \bar{s} -ის ფორმულა სასურველ შედეგს იძლევა არა მთელი სპექტრისათვის, როგორც ზემოთ მითითებულ ნაშრომში [2] გვაქვს, არამედ საშუალო სიხშირის სპექტრისათვის. გავანალიზეთ ისეთი ერთეულები, რომელთა აბსოლუტური სიხშირე არ იყო ნაკლები 5-ზე ან 10-ზე. დასათვლელ ერთეულებად აღებული იყო სიტყვების მორფოლოგიური კატეგორიები: არსებითი სახელი, ზედსართავი სახელი და ა. შ. ყოველ მეტყველების ნაწილს ეწერებოდა ციფრული კოდები 1-დან 9-მდე წინასწარ შემუშავებული კოდირების წესების მიხედვით; მაგ., კაცი მიდის, ასე ჩაიწერებოდა მანქანაში: SB21 VB21, რაც ნიშნავს იმას, რომ გვაქვს არსებითი სახელი მხლებლის გარეშე და ის არის მარტივი, ხოლო ზმნა საშუალო გვარისაა და თხრობით კილოშია. მანქანა ითვლიდა ორსიტყვიან და სამსიტყვიან კომბინაციებს როგორც ციფრული კოდით, ისე მის გარეშე. გაანალიზებულ იქნა შემდეგი ტექსტები:

1. „ინდო-ხატაელთა ამბავი“, რომლის ავტორობა დასადგენია.

2. „ვეფხისტყაოსნის“ ძირითადი ტექსტიდან ერთ-ერთი თავი

„ტარიელისაგან ხატაეთს წასვლა და დიდი ომი“.

3. „ინდო-ხვარაზმელთა ამბავი“, რომლის შესახებ ცნობილია, რომ ის ნამდვილად არ ეკუთვნის რუსთაველს. ეს ტექსტი ჟანრით და სტილით ვეფხისტყაოსნის მსგავსია და ამიტომ გამოყენებულ იქნა როგორც დასაპირისპირებელი ტექსტი.

ყოველი ტექსტის მოცულობა გაიყო შუაზე და ჩატარდა შედარებით-სტატისტიკური ანალიზი ტექსტების შიგნითაც. ტექსტების მოცულობა განისაზღვრა „ინდო-ხატაელთა ამბის“ მოცულობის მიხედვით.

ჩამოვთვლით ამ შემოკლებულ დასახელებებს, რომლებსაც ვიყენებდით გამოთვლელ მანქანაში:

1. „ინდო-ხატაელთა ამბის“ I და II ნაწილი აღინიშნებოდა IND1IND2-ით, ხოლო მათი გაერთიანება IND3-ით.

2. „ტარიელისაგან ხატაეთს წასვლა და დიდი ომის“ I და II ნაწილი აღინიშნებოდა XAT1 XAT2-ით, ხოლო მათი გაერთიანება — XAT3-ით.

3. „ინდო-ხვარაზმელთა ამბის I და II ნაწილი აღინიშნებოდა XBR1 XBR2-ით, მათი გაერთიანება — XBR3-ით.

მოვიყვანთ გაანალიზებული ტექსტების სტატისტიკური მახასიათებლების ცხრილს, როცა $F \geq 5$. ასეთივე შედეგები იქნა მიღებული, როცა $F \geq 10$.

მოცემულ ცხრილში D არის ორსიტყვიანი კომბინაცია, D¹ — ორსიტყვიანი კომბინაცია ერთი ციფრული კოდით, D² — ორსიტყვიანი კომბინაცია ორი ციფრული კოდით, T — სამსიტყვიანი კომბინაცია. \bar{s} არის სტატისტიკური მსგავსების ხარისხის მახასიათებელი, რომლის მნიშვნელობა ტექსტების სტატისტიკურად მსგავსების შემთხვევაში ნაკლებია ან უდრის ერთს

როგორც ცხრილიდან ვხედავთ, ამ მახასიათებლების მიხედვით სტატისტიკურად ერთგვაროვანია, მსგავსია, ე. ი. ეკუთვნის ერთ ავტორს შემდეგი ტექსტები:

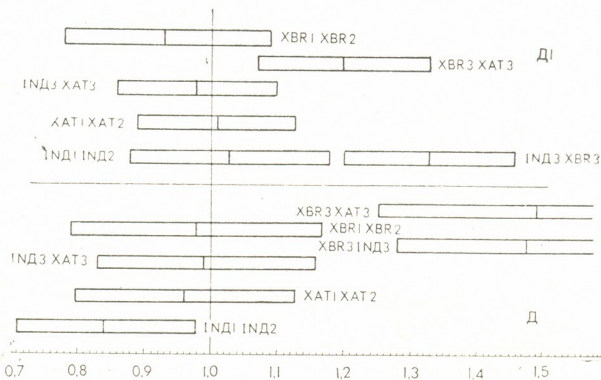
IND 1—IND 2, XAT 1—XAT 2 XBR 1—XBR 2, IND 3—XAT 3,

		IND 1 IND 2	XAT 1 XAT 2	IND 3 XAT 3	XBR 1 XBR 2	XBR 3 XAT 3	XBR 3 IND 3
D	\bar{x}	0,84	0,96	0,99	0,98	1,49	1,48
	SIG—	0,71	0,80	0,83	0,79	1,25	1,28
	SIG+	0,98	1,13	1,16	1,17	1,73	1,68
D 1	\bar{x}	1,03	1,01	0,98	0,93	1,20	1,32
	SIG—	0,88	0,89	0,86	0,78	1,07	1,19
	SIG+	1,18	1,13	1,10	1,09	1,33	1,46
D 2	\bar{x}	0,99	0,91	1,05	1,06	1,27	1,35
	SIG—	0,88	0,83	0,95	0,90	1,15	1,23
	SIG+	1,11	0,99	1,16	1,21	1,40	1,47
T	\bar{x}	0,97	0,83	1,06	0,97	1,24	1,24
	SIG—	0,84	0,77	0,95	0,83	1,13	1,13
	SIG±	1,09	1,00	1,18	1,10	1,36	1,36

ზოლო სტატისტიკურად არაერთგვაროვანია, არ ეკუთვნის ერთ ავტორს შემდეგი ტექსტები:

XAT 3—XBR 3 და IND 3—XBR 3.

მიღებული შედეგების თვალსაჩინოებისათვის ცხრილის ზოგიერთი მონაცემი წარმოვადგინეთ გრაფიკულად, რომელიც ასე წაიკითხება: თუ \bar{x} -ს მნიშვნელობა აბსცისის ღერძზე ძევს ერთის მარცხნივ, მაშინ ორი შესაძარე-



სურ. 1.

ბელი ტექსტი სტატისტიკურად მსგავსია, ერთგვაროვანია და, მაშასადამე, ერთი ავტორისაა, წინააღმდეგ შემთხვევაში ორი შესაძარებელი ტექსტი სხვადასხვა ავტორისაა.

\bar{x} -ის მნიშვნელობა არის ჩვენი მართკუთხედის შუა ხაზი.



ჩვენი სტატისტიკური მონაცემების მიხედვით „ინდო-ხატაელთა ამბავი“ ეკუთვნის რუსთაველს, ხოლო „ინდო-ხვარაზმელთა ამბავი“ რუსთაველს არ ეკუთვნის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
მართვის სისტემების ინსტიტუტი

(შემოვიღა 26.11.1987)

ФИЛОЛОГИЯ

И. Ш. НАДАРЕИШВИЛИ

ИДЕНТИФИКАЦИЯ «СКАЗА ОБ ИНДО-ХАТАЙЦАХ» С ПОЭМОЙ
«ВИТЯЗЬ В БАРСОВОЙ ШКУРЕ» МЕТОДОМ СРАВНИТЕЛЬНО-
СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ТЕКСТОВ

Резюме

Методом сравнения частот сочетаний морфологических элементов делается вывод о большом статистическом сходстве спорного «Сказа об индо-хатайцев» с основным текстом поэмы Руставели, чем со взятым для контроля «Сказом об индо-хорезмийцах», забедомо не принадлежащем Ш. Руставели.

PHILOLOGY

I. Sh. NADAREISHVILI

IDENTIFICATION OF THE "TALE ABOUT INDOKHATAITZES"
WITH THE POEM "THE KNIGHT IN THE PANTHER'S SKIN"
BY THE METHOD OF COMPARATIVE STATISTICAL ANALYSIS
OF THE TEXTS

Summary

By the method of comparing the combination frequencies of morphological elements, a conclusion is drawn on a greater statistical similarity of the debatable "Tale about Indokhataitzes" with the text of "The Knight in the Panther's Skin" by Rustaveli, than with the "Tale about Indokhorezmiztes" which obviously does not belong to Sh. Rustaveli, and was taken for control.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ш. Надарейшвили. Сб. «Квантитативные аспекты системной организации текста». Тбилиси, 1987.
2. Г. Г. Аласания, Ю. К. Орлов. Мацне, сер. История, археология, этнография и история искусств, № 2, 1983.



УДК 902.6(47.922)

არქეოლოგია

ბ. ნიკოლაიშვილი, ზ. გიუნაშვილი, კ. ხიზიაშვილი

მზის ტაძრის ბამოსახულების აღმოჩენა მცხეთაში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ა. აფაქიძემ 24.8.1987)

გვიანანტიკური ხანის მცხეთის სიძველეებს 1986 წ. ახალი საინტერესო ძეგლი შეემატა. ბაიათხევში, სამთავროს ცნობილი სამაროვნის ჩრდილოეთით, ხევის მარცხენა სანაპიროზე, გამოვლინდა რომაული ხანის ნამოსახლარის ნაშთები და სამაროვანი, რომელიც ძირითადად ახ. წ. III საუკუნისა და IV საუკუნის I ნახევრისათვის დამახასიათებელ კომპლექსებს შეიცავდა.

ზემოაღნიშნული ნამოსახლარი დაუზიანებია უფრო გვიან გამართულ სამარხებს, რომელთა შორის 18 კრამიტსამარხია, 7 — ქვის ფილებით გადახურული ორმოსამარხი, 6 — ქვასამარხი და 4 — თიხის ფილასამარხი, ე. ი. სულ 35 სამარხი გაითხარა. ყველა სამარხი ინდივიდუალური აღმოჩნდა, გარდა ერთისა (№ 18), სადაც ორი მიცვალებული დაუკრძალავთ. მიცვალებულები გულადმა გამოტილ მდგომარეობაში დაუსვენებიათ (გარდა ერთი გამოჩაკლისისა — № 33), ძირითადად აღმოსავლური ორიენტაციით.

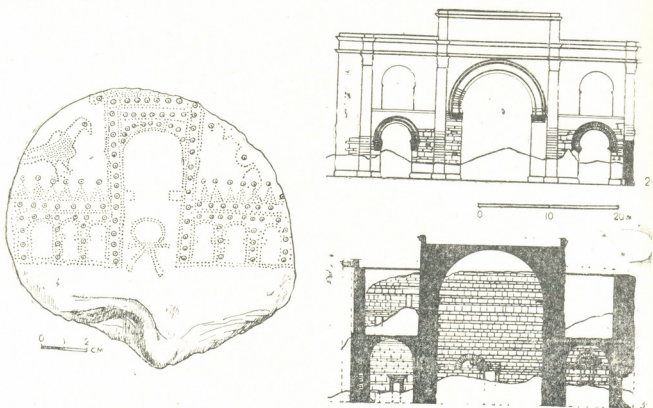
სამარხებში აღმოჩნდა მრავალრიცხოვანი და მრავალფეროვანი ინვენტარი: თიხის და მინის ჭურჭელი, ოქრო-ვერცხლის სამკაული, გემები; პართული და რომაული მონეტები; სხვადასხვა მასალისა და ფორმის მძივები და სხვა. მათ შორის დიდი ინტერესი გამოიწვია მე-18 ქვასამარხში აღმოჩენილმა კომპლექსმა. სამარხი მიწის აწინდელი ზედაპირიდან 1 მ სიღრმეზე აღმოჩნდა. იგი მოყვითალო ფერის თიხნარში გაუმართავთ (განაზომები: $2,0 \times 1,10 \times 0,9$ მ — გარედან; $1,75 \times 0,73 \times 0,65$ მ — შიგნიდან). მორთუბო ფერის ქვიშაქვის კარგად ნათალ-ნაკოდი ფილებით ნაგები ბანურსახურავიანი ქვასამარხი, წაგრძელებული მართკუთხედის ფორმისა. სამარხის კედლები ოთხი ფილაქვით არის ნაგები, სახურავად სამი ფილა გამოუყენებიათ, ხოლო იატაკზე ორი ფილაქვა ეწყობო. სამარხისათვის სიმტკიცის მისაცემად, განივ კედლებში სიგრძეზე ნარიბანდები ამოუჭრიათ, რომლებშიც მჭიდროდ იყო ჩადგმული გრძივი კედლების ლოდები.

სამარხში ორი მიცვალებული დაუკრძალავთ. 45—50 წლის მამაკაცის ჩონჩხის ძვლები სამარხის დასავლეთ კუთხეში მიუხვეტიათ, ხოლო 25—30 წლის მამაკაცის ჩონჩხი ცენტრალურ ნაწილში ესვენა, გულადმა გამოტილი, თავით აღმოსავლეთისაკენ. სამარხ-აკლდამაში აღმოჩნდა:

მინის იისფერი, ფიგურული სანელსაცხებლები; ოქროს სხვადასხვაგვარი, მრავალრიცხოვანი კილიტები და დილები; ვერცხლის თვლიანი ბეჭდები; სხვადასხვა ფორმის მინის, ქალცედონის, საფირონის, გიშრის, ვერცხლის მძივებო და მძივსაკიდები; ვერცხლის მრგვალი სარკის ნაწილები; ბრინჯაოს დაწახნაგებული რკინისენიანი ზარაკი და ფერუმარილის სასრესი ნიჟარა, რომელზედაც წერტილოვანი ტექნიკით არქიტექტურული კომპლექსია გამოსახული (სურ. 1: 1 და 2: 1—27).

ზემოჩამოთვლილი ინვენტარის დიდი ნაწილის მსგავსი მასალები ფართოდაა ცნობილი დიდი მცხეთის გვიანანტიკური ხანის არქეოლოგიურ ძეგლებზე და მის ფარგლებზე გარეთ [1]. ნაწილი ნივთებისა (მაგალითად, მინის სანელსა-

ცხებლები) სირიულ იმპორტს უნდა წარმოადგენდეს და სწორედ ახ. წ. III—IV სს. ჩანს გავრცელებული [2]. გასათვალისწინებელია აგრეთვე დაკრძალვის წესი — ქართლის ძეგლებზე ახ. წ. IV საუკუნიდან ჩნდება საოჯახო სამარხები. გვიანანტიკური ხანის აღმოსავლეთთან სავაჭრო თუ კულტურული ურთიერთობის შედეგად ჩანს შემოტანილი ზემოდასახელებული ფერუმარლის სასრესი ნიჟარა.



სურ. 1

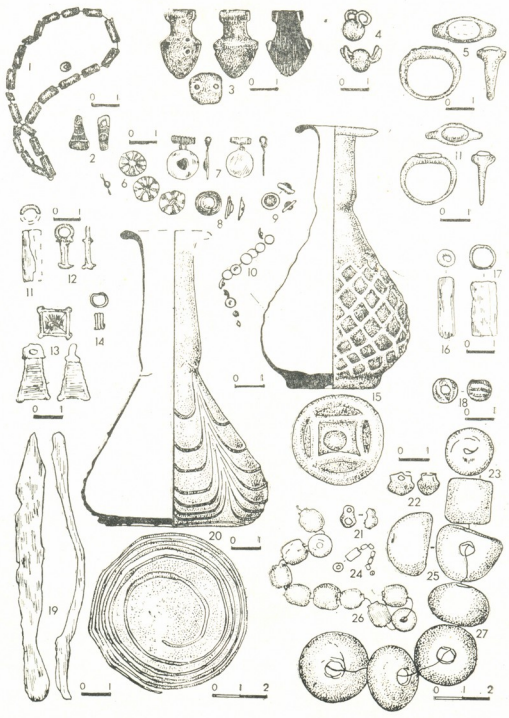
ნიჟარის (დმ — 13 სმ) ცენტრალურ ნაწილში გამოსახული ნაგებობას ფასადი (სურ. 1₁) სამნაწილიანია: ცენტრალური ნაწილი გვერდით სათავსებთან შედარებით ორჯერ მაღალია — გვერდითი ნაწილები სამმაგი თაღედის საშუალებით გამოდის ფასადზე. გვერდითი ნაწილების თავზე მარცხნივ და მარჯვნივ ფრინველებია (არწივები) გამოსახული, ხოლო ფასადზე, ქვევით — რგოლი, შემკული ბაფთებით. სახეზეა მზის კულტთან დაკავშირებული სიმბოლიკა: არწივები, რომლებიც საღვთო ფრინველებს წარმოადგენდენ აღმოსავლეთში (სირიაში) და განასახიერებდნენ შამაშს — მზის ღვთაებას [3], აგრეთვე რგოლი ბაფთებით — მზის ემბლემა, რომელსაც სხივისანი ან ფრთოსანი დისკოთი გამოსახავდნენ უძველეს ხალხებში [4].

ნაგებობის ფასადი, იქ, სადაც სვეტები, კედლები და გადახურვის კონსტრუქცია იგულისხმება, შემკულია მცირე წრეებით, რომელთა ცენტრებში წერტილებია. გვერდით ნაწილების თაღედებში, სადაც თაღის ფუძეა, სქემატურად — ორ-ორი წერტილის საშუალებით მინიშნებულია კაპიტელები. გვერდითი ნაწილების სახურავი შემკულია სამკუთხედებით, რომლებიც წრეებითა და გვირგვინებული — ეს სამკუთხედები მერლონების სქემატური გამოსახულება უნდა იყოს. ფასადზე მცირე წრეები შესაძლოა იყოს მასკარონები, რომლებიც ძალზე დამახასიათებელია პართული ხუროთმოძღვრებისათვის.

მერლონების გვერდები შედგენილია ხუთ-ხუთი წერტილისაგან. ისინი მერლონის ხუთ საფეხურს შეესაბამებან, რაც დამახასიათებელია პართული პერიოდის სტუკოს მერლონებისათვის ურუკ-ვარკიდან, სელევკიიდან [5].

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, შეიძლება ითქვას, რომ ნიჟარაზე გაშოსახულია ე. წ. აიგნიანი (იგივე ლივანიანი) ნაგებობის ტიპი. იგი პართული ხუროთმოძღვრების პირამოა. ეს არქიტექტურული თემა გავრცელებულია ახ. წ. I საუკუნის შუა ხანებიდან და ჩაისახა ჩრდილოეთ მესოპოტამიაში.

ნიჟარაზე გამოსახული სიმბოლიკა საშუალებას გვაძლევს იცნოთ, რომ წარმოდგენილი ნაგებობა მზის ტაძარია. ამაზე მეტყველებს არქიტექტურულ-სივრცითი გადაწყვეტაც. ნიჟარაზე გამოსახული ნაგებობის პირდაპირი ანალოგია ჰათრას ტემენოსზე განლაგებული აივნები [6]. აღსანიშნავია, რომ ჰათრას აივნები ტაძრები დაკავშირებულია მზის ღვთაება „შამაშთან“. მსგავსი აივნები ნაგებობები ცნობილია საქართველოშიც, კერძოდ, უფლისციხეში და ახ. წ. II საუკუნეს განეკუთვნება [7]. შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ჩვენი მონაპოვარი დოკუმენტურად ადასტურებს: გვიანანტიკური ხანის საქარ-



სურ. 2

თველოში იცნობდნენ, თუ როგორი სახისა იყო, რა ხუროთმოძღვრული კანონებით იგებოდა მზის ღვთაებისადმი, მზისადმი მიძღვნილი აივნების ტაძრის ტიპი. ბაიათხევის აღმოჩენა მნიშვნელოვანია ზოგადად არქიტექტურის ისტორიისათვისაც: ეს კიდევ ერთი საბუთია, რომ აივნების ნაგებობები ტაძრებია და ისინი მზისადმი მიძღვნილი. ნიჟარაზე არსებული გამოსახულებით ზუსტად დგინდება, თუ როგორი აბრისი ჰქონდა აივნის ტაძრებს.

შემოაღნიშნული აღმოჩენა კიდევ ერთი დასტურია იმ გაცხოველებული სავაჭრო-ეკონომიკური თუ კულტურული ურთიერთობისა, რომელიც ჰქონდა



ქართლს (იბერიას) ანტიკური სამყაროს ქვეყნებთან და რაც მცხეთაზე გამავალი ცნობილი სავაჭრო მაგისტრალუბის მეშვეობით ხორციელდებოდა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ივ. ჯავახიშვილის სახ. ისტორიის, არქეოლოგიისა და ეთნოგრაფიის ინსტიტუტის არქეოლოგიური კვლევის ცენტრი

(შემოვიდა 25.9.1987)

АРХЕОЛОГИЯ

V. V. NIKOLAISHVILI, G. D. GIUNASHVILI, K. V. KHIMSHIASHVILI

ОТКРЫТИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ ХРАМА СОЛНЦА В МЦХЕТА

Резюме

В 1986 г. в Мцхета (Баятхеви) обнаружен могильник позднеримской эпохи (III в. — начало IV в. н. э.). Среди многочисленного и разнообразного инвентаря особого внимания заслуживает раковина для растирания благовоний, на которой выгравирован архитектурный комплекс и символы Солнца.

На основе архитектурного анализа можно заключить, что на раковине изображено т. н. здание с айванами (с ливанами), распространенное в Парфии с I в нашей эры. А символика (орлы и круг с бантом) дает основание предположить, что здание является храмом Солнца. Аналогом изображения на раковине является комплекс в Хатре (Парфия), который также связан с божеством Солнца Шамаш.

ARCHAEOLOGY

V. V. NIKOLAISHVILI, G. D. GIUNASHVILI, K. V. KHIMSHIASHVILI

DISCOVERY OF THE TEMPLE OF THE SUN IN MTSKHETA

Summary

In 1986 a burial ground dating from the 3rd-the beginning of the 4th c.c. A. D. was discovered in Mtskheta (Baiatkhevi). Among the numerous and diversified items of particular interest is the shell with an architectural complex engraved on it and the symbols of the Sun.

Architectural analysis warrants the conclusion that the shell depicts the type of the building with aiwans (livans), widespread in Parthia beginning from the 1st c. A. D., whereas the symbols (eagles and a cirde with a bow) suggest that the building represents the temple of the Sun—Samas.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. მცხეთა, ტ. I—III; V—VIII, თბილისი, 1955; 1978; 1980; 1981; 1983; 1985.
2. Ж. Д. Хачатрян. Гарни, V, Античный некрополь (результаты раскопок 1956—1972 гг.). Ереван, 1976.
3. И. Ш. Шифман. Вестник древней истории, № 2, 1985.
4. ვ. ბარდაველიძე. ქართველთა უძველესი სარწმუნოების ისტორიიდან (ლევანთა ბარ-ბარარ). თბილისი, 1941.
5. C. H o r k i n s. Topography and Architecture of Seleucia on the Tigris. Ann Arbor, 1972. p., 135.
6. Всеобщая история архитектуры, т. I. М., 1970, 321.
7. ვ. ხიმშიაშვილი. ძეგლის მეგობარი, № 3, 1986.



საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიაში В АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР

სესიები, კონფერენციები, თათვირები СЕССИИ, КОНФЕРЕНЦИИ, СОВЕЩАНИЯ



20—26 ივნისს თბილისში, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მართვის სისტემების ინსტიტუტში IFAC-ის (ავტომატური მართვის საერთაშორისო ფედერაცია) ხაზით თემაზე „არაწრფივი პროგრამირება და ოპტიმიზაცია მართვაში“ ჩატარდა მე-7 საერთაშორისო სემინარი.

სემინარი ჩატარდა სსრკ ნაციონალურმა კომიტეტმა ავტომატურ მართვაში (თავმჯდომარე — აკადემიკოსი ვ. ა. ტრაპეზნიკოვი) და ამ კომიტეტის საქართველოს ტერიტორიულმა ჯგუფმა (თავმჯდომარე — საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი მ. სალუქვაძე).

სემინარის მუშაობაში მონაწილეობა მიიღო 150 მეცნიერმა და სპეციალისტმა (მათ შორის 25 უცხოელმა) 9 ქვეყნიდან (სსრკ, ჩეხოსლოვაკია, პოლონეთი, გერმანია, უნგრეთი, აშშ, გერმანია, საფრანგეთი, ბრაზილია). სემინარზე მოსმენილ იქნა 8 პლენარული, 42 სექციური და 15 სტენდური მოხსენება, რომლებშიც განხილული იყო ოპტიმიზაციისა და არაწრფივი პროგრამირების თანამედროვე მათემატიკური მეთოდების გამოყენების აქტუალური პრობლემები ფართო დიაპაზონის მართვის პრაქტიკული ამოცანების ამოსახსნელად ეკონომიკაში, ტრანსპორტისა და ენერგეტიკის სისტემებში, საფრენ აპარატებსა და სხვა დარგებში.

სემინარზე წარმოდგენილი იყო აგრეთვე მოხსენებები ინგლისიდან, იტალიიდან, ჰოლანდიიდან, ინდოეთიდან, ჩინეთიდან და ვიეტნამიდან.

საბჭოთა და საზღვარგარეთის მეცნიერთა და სპეციალისტთა მოხსენებების მაღალმა დონემ განაპირობა სემინარის წარმატება. სემინარის მონაწილეებს საშუალება ჰქონდათ მოეხსენებინათ თავიანთი სამუშაოს შესახებ და გასცნობოდნენ ოპტიმიზაციისა და არაწრფივი პროგრამირების თანამედროვე მდგომარეობას, თეორიისა და პრაქტიკის განვითარების ტენდენციებს მსოფლიოს განვითარებულ ქვეყნებში.

სემინარის საბჭოთა მონაწილეებმა გამოავლინეს ჩვენს ქვეყანაში არაწრფივი პროგრამირებისა და ოპტიმიზაციის მეთოდების თეორიული დამუშავებისა და მათი პრაქტიკული გამოყენების მაღალი დონე.

სემინარის ყველა მონაწილემ აღნიშნა სემინარის ჩატარების არამარტო მაღალი სამეცნიერო, არამედ საუკეთესო ორგანიზაციული დონე.

უცხოელი მონაწილეების სახელით სემინარის მომწყობთ მაღლობა გადაუხადა IFAC-ის მართვაში მათემატიკური მეთოდების გამოყენების ტექნიკური კომიტეტის ვიცე-თავმჯდომარემ, პროფესორმა კ. ველმა (გერმანია) და დაპატივა საბჭოთა მეცნიერები 1989 წლის ივნისში მე-8 სემინარში მონაწილეობის მისაღებად, რომელიც განზრახულია ჩატარდეს საფრანგეთში.



С 20 по 26 июня в г. Тбилиси в Институте систем управления АН ГССР в рамках IFAC (Международная федерация по автоматическому управлению) был проведен 7-й Международный семинар на тему: «Применение нелинейного программирования и оптимизации в управлении», организованный Национальным комитетом СССР по автоматическому управлению (председатель—академик В. А. Трапезников) и его Грузинской территориальной группой (председатель — чл.-корр АН ГССР М. Е. Салуквадзе).

В работе семинара приняло участие более 150 ученых и специалистов (из них 25 зарубежных) из 9 стран (СССР, ЧССР, ПНР, ГДР, ВНР, США, ФРГ, Франция, Бразилия). На семинаре было заслушано 8 пленарных, 42 секционных и 15 стендовых докладов, в которых были рассмотрены актуальные проблемы применения современных математических методов оптимизации и нелинейного программирования при решении широкого круга практических задач управления в экономике, энергетике, транспортными системами, летательными аппаратами и др.

На семинаре были также представлены доклады из Англии, Италии, Голландии, Индии, Китая, Вьетнама.

Высокий уровень докладов советских и зарубежных ученых и специалистов определил успех семинара. Участники семинара получили возможность сообщить о своих разработках и ознакомиться с современным состоянием и тенденциями развития теории и практики оптимизации и нелинейного программирования в развитых странах мира.

Советские участники семинара продемонстрировали высокий уровень теоретических и практических разработок в области применения нелинейного программирования и оптимизации в управлении в нашей стране.

Все участники семинара, как советские, так и зарубежные, отметили не только высокий научный, но и отличный организационный уровень проведения семинара.

От имени зарубежных участников организаторов семинара поблагодарил вице-председатель Технического комитета IFAC по применению математических методов в управлении проф. К. Велл (ФРГ), пригласив советских ученых принять участие в 8-м семинаре, проведение которого намечено в июне 1989 г. во Франции.

21—23 სექტემბერს თბილისში ჩატარდა საერთაშორისო სემინარი ელემენტარული ნაწილაკების ფიზიკაში, მიძღვნილი გამოჩენილი საბჭოთა მეცნიერის, ლენინური პრემიის ლაურეატის გ. ჩიქოვანის ხსოვნისადმი (საორგანიზაციო კომიტეტის თავმჯდომარე — აკად. ე. ანდრონიკაშვილი).

სემინარის ძირითადი თემა იყო — ახალი მეთოდები და მიმართულებანი ნაწილაკთა ფიზიკაში.

სემინარში მონაწილეობდა 100-მდე წამყვანი მეცნიერი საბჭოთა კავშირის სამეცნიერო ცენტრებიდან (სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის პ. ლებედევის სახ. ფიზიკური ინსტიტუტი, მაღალი ენერგიების ფიზიკის ინსტიტუტი, თეორიული და ექსპერიმენტული ფიზიკის ინსტიტუტი, ბ. კონსტანტინოვის სახ. ლენინგრადის ბირთვული ფიზიკის ინსტიტუტი, თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიკის ინსტიტუტი), აგრეთვე დასავლეთევროპელი მეცნიერები (ევროპის ბირთვულ გა-

მოკვლევათა ევროპული ცენტრი (ვენევა, შვეიცარია), ბირთვულ გამოკვლევათა ცენტრი (ჰამბურგი, გფრ) მ. პლანკის სახ. ფიზიკის და ასტროფიზიკის ინსტიტუტი (მიუნხენი, გფრ); მილანის ბირთვული ფიზიკის ინსტიტუტი.

სემინარზე წაკითხული იყო 40 მოხსენება, აქედან 9 მოხსენება — საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიკის ინსტიტუტის და ოსუ-ს მაღალი ენერგიების ფიზიკის ინსტიტუტის თანამშრომლების მიერ.

С 21 по 23 сентября в Тбилиси проходил Международный семинар по физике элементарных частиц, посвященный памяти видного советского ученого, лауреата Ленинской премии Г. Е. Чиковани (председатель оргкомитета — академик Э. Л. Андроникашвили).

Основная тема семинара — новые методы и направления в физике частиц.

В семинаре приняло участие около 100 ведущих ученых и специалистов из научных центров Советского Союза (Физический институт им. П. Н. Лебедева АН СССР, Институт физики высоких энергий, Институт теоретической и экспериментальной физики, Ленинградский институт ядерной физики им. Б. П. Константинова АН СССР, Тбилисский государственный университет, Институт физики АН ГССР) и Европы — Европейский центр ядерных исследований (Женева, Швейцария), Центр ядерных исследований (Гамбург, ФРГ), Институт физики и астрофизики им. М. Планка (Мюнхен, ФРГ), Институт ядерной физики (Милан, Италия).

На семинаре было сделано 40 докладов, из них 9 докладов — сотрудниками Института физики АН ГССР и Института физики высоких энергий ТГУ.

30 სექტემბრიდან 4 ოქტომბრამდე თბილისში ჩატარდა სსრკ-აშშ სიმპოზიუმში კონდენსირებულ გარემოთა თეორიაში (ლოკალური კომიტეტის თავმჯდომარე — აკადემიკოსი გ. ხარაძე).

სიმპოზიუმში მიეძღვნა მაღალტემპერატურული ზეგამტარობის, თხევადი He^3 აქტუალურ პრობლემებს, კონდენსირებულ გარემოთა ფიზიკის მაგნიტურ და სხვა კვანტურ მოვლენებს. სიმპოზიუმში მონაწილეობდა 80-მდე წამყვანი მეცნიერი საბჭოთა კავშირის სამეცნიერო ცენტრებიდან (ლ. ლანდაუს სახელობის თეორიული ფიზიკის, პ. ლებედევის სახ. ფიზიკური, მყარი ტანის ფიზიკის, ი. კურჩატოვის სახ. ატომური ენერჯის, მოსკოვის საინჟინრო-ფიზიკური, ხარკოვის დაბალი ტემპერატურების, ფიზიკურ-ტექნიკური, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიკის ინსტიტუტები და სხვა) და 14 მეცნიერი აშშ სამეცნიერო ცენტრებიდან (კალიფორნიის, სტენფორდის, ილინოისის, იელის, რატგერსის უნივერსიტეტები, ლოს-ალამოსის, IBM, ბელის ლაბორატორიები).

С 30 сентября по 4 октября в Тбилиси проходил советско-американский симпозиум по теории конденсированного состояния (председатель локального оргкомитета — академик Г. А. Харაძე).

Симпозиум был посвящен актуальным проблемам высокотемпературной сверхпроводимости, жидкого He^3 , магнитным и другим кванто-

вым явлениям физики конденсированных сред. В симпозиуме приняли участие 80 ведущих ученых из научных центров Советского Союза (Институт теоретической физики им. Л. Д. Ландау, Физический институт им. П. Н. Лебедева, Институт физики твердого тела АН СССР, Институт атомной энергии им. И. В. Курчатова, Харьковский физико-технический институт низких температур, Институт физики АН ГССР) и 14 ученых из научных центров США (Калифорнийский, Стэнфордский, Иллинойский Йельский, Ратгерский университеты, Лос-Аламосская, «IBM», Белл лаборатории).





მეცნიერთა იუბილეები

ЮБИЛЕИ УЧЕНЫХ



აკადემიკოს ევგენი კირილეს ძე ხარაძეს შეუსრულდა 80 წელი.

Академику Е. К. Харадзе 80 лет.



მეცნიერების განვითარებაში, სამეცნიერო კადრების მომზადებაში დამსახურებისა და დაბადების ოთხმოც წელთან დაკავშირებით, სსრ კავშირის უმაღლესი საბჭოს პრეზიდიუმის 1987 წლის 29 ოქტომბრის ბრძანებულებით, აკადემიკოსი ევგენი კირილეს ძე ხარაძე დაჯილდოვდა ხალხთა მეგობრობის ორდენით.

ე. ხარაძე ცნობილი სპეციალისტია ასტრონომიის დარგში. მის საიუზოვებს ახასიათებს ღრმა და ყოველმხრივი მიდგომა განსახილველი სამეცნიერო პრობლემებისადმი. მან აჩვენა მზის ფრაუნჰოფერისეულ სპექტრში ბალმერის ხაზების პროფილის სივანის ვარიაციების დამოკიდებულება მზის აქტივობაზე; აგრეთვე აღმოაჩინა, რომ ვედის P ვარსკვლავის სპექტრში ხაზების ჩანაცვლება რომელიც ახასიათებს ამ ვარსკვლავის ზედაპირიდან ატომების გამოტყუარცნის სიჩქარეებს, დამოკიდებულია სათანდო ელემენტის იონიზაციის პოტენციალზე. ეს იყო პირველი მინიშნება განფენილ ატმოსფეროებში ელემენტების სტრატოფიკაციაზე. მან შეასრულა მრავალწლიანი სამუშაო გალაქტიკაში სხვადასხვა მიმართულებით გამოსხივების შთანთქმის შესასწავლად და მის გასათვალისწინებლად სტრუქტურულ ასტრონომიაში; განსაზღვრა შთანთქმის რიცხობრივი პარამეტრები. მანვე შეადგინა კაპტეინის არეებში ვარსკვლავთა ფერის სიჭარბეებისა და ფოტოფიზიკალური სიდიდეების პირველი მასობრივი კატალოგები, სტიმული მისცა მკრთალი ვარსკვლავების სპექტრებისა და ნათობის კლასების კატალოგთა შექმნას. მისი ხელმძღვანელობით აბასთუმნის ობსერვატორიაში დაინერგა ელექტროპოლარიმეტრული დაკვირვებების პრეციზიული მეთოდოლოგია, დამუშავდა ვარსკვლავების ორგანზომილებიანი სპექტრული კლასიფიკაციის საფუძველზე გალაქტიკაში სხვადასხვა ნათობის ვარსკვლავთა ფენებად დაყოფის, აგრეთვე ნათობის ფუნქციის აგების და ვარსკვლავთ ასტრონომიის სხვა ამოცანების გადასაწყვეტად.

უკანასკნელ წლებში იგი ხელმძღვანელობდა საქართველოში გარეატმოსფერული ასტროფიზიკური ექსპერიმენტების ორგანიზაციას, რასაც თეორიულთან ერთად დიდი გამოყენებითი მნიშვნელობა ენიჭება.



წლების მანძილზე ე. ხარაძე დიდ სამეცნიერო-საორგანიზაციო საქმიანობას ეწეოდა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდენტის პოსტზე, ძრავალი წლის განმავლობაში ხელმძღვანელობს მის მიერვე 1932 წელს დაარსებულ აბასთუმნის ასტროფიზიკურ ობსერვატორიას. იგი სსრ კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის ასტრონომიული საბჭოს ბიუროს და კომპლექსური პრობლემის „ასტრონომია“ გაერთიანებული საბჭოს წევრია.

დიდ ყურადღებას უთმობს იგი მაღალი კვალიფიკაციის მეცნიერული კადრების აღზრდას. თითქმის 50 წლის მანძილზე პედაგოგიურ მოღვაწეობას ეწეოდა თბილისის უნივერსიტეტში, ხოლო 1959—1965 წწ. იგი უნივერსიტეტის რექტორი იყო.

ე. ხარაძის მეცნიერულმა დამსახურებამ ფართო საერთაშორისო აღიარება მოიპოვა. იგი იყო საერთაშორისო ასტრონომიული კავშირის ვიცე-პრეზიდენტი, საერთაშორისო ჟურნალების სარედაქციო კოლეგიების წევრი.

ფართო და მრავალმხრივია მისი საზოგადოებრივი საქმიანობა როგორც საქართველოს კომპარტიის ცენტრალური კომიტეტის წევრის, სსრ კავშირის უმაღლესი საბჭოსა და საქართველოს სსრ უმაღლესი საბჭოს დეპუტატისა.

სსრ კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდენტმა მისასალმებელი აღრესი გაუგზავნა იუბილარს, რომელშიც აღნიშნა მისი დამსახურება, და უსურვა ბედნიერება, ჯანმრთელობა და ახალი მიღწევები.

გადმობეჭდილია „სსრ კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის ჟურნალ „ვესტნიკიდან“ № 3, 1988, გვ. 153.

За заслуги в развитии науки, подготовке научных кадров и в связи с 80-летием со дня рождения академик Евгений Кириллович Харадзе Указом Президиума Верховного Совета СССР от 29 октября 1987 г. награжден орденом Дружбы народов.

Е. К. Харадзе — известный специалист в области астрономии, чьи работы характеризует глубокий и всесторонний подход к рассматриваемым научным проблемам. Он указал на вариации ширины профилей бальмеровых линий в фраунгоферовом спектре Солнца, зависящие от солнечной активности, обнаружил, что в спектре Р Лебедя сдвиги линий, характеризующие скорости выброса атомов с поверхностей этой звезды, зависят от потенциала ионизации соответствующих элементов. Это было первым указанием на стратификацию элементов в протяженных атмосферах. Он провел многолетнюю работу по исследованию поглощения излучения в различных направлениях в Галактике и по его учету в структурной астрономии, вывел числовые параметры поглощения. Им составлены первые массовые каталоги избытков цвета и фотовизуальных звездных величин, звезд в Площадках Каптейна, стимулировано построение каталогов спектров и классов светимостей слабых звезд. Под его руководством в Абастуманской обсерватории внедрена прецизионная методика электрополяриметрических наблюдений. Им разработана методика применения данных о двумерной спектральной классификации относительно слабых звезд к исследованию расслоения звезд различных светимостей в Галактике, к определению функций светимостей и к другим задачам звездной астрономии.

В последние годы он руководил организацией внеатмосферных астрофизических экспериментов в Грузии, имеющих наряду с теоретическим большое прикладное значение.

На протяжении многих лет Е. К. Харадзе вел обширную научно-организационную работу на посту президента Академии наук Грузинской ССР, директора Абастуманской астрофизической обсерватории, основанной им в 1932 г. Он член бюро Астрономического совета АН СССР, Объединенного научного совета АН СССР по комплексной проблеме «Астрономия».

Много внимания уделял он подготовке научных кадров высшей квалификации. Почти 50 лет он вел педагогическую работу в Тбилиском университете, а в 1959—1965 гг. был ректором университета.

Научные заслуги Е. К. Харадзе получили широкое международное признание. Он был вице-президентом Международного астрономического союза, членом редколлегий международных журналов.

Широка и многогранна его общественная деятельность как члена ЦК КП Грузии, депутата Верховного Совета СССР, депутата Верховного Совета Грузинской ССР.

Президиум АН СССР направил юбиляру приветственный адрес, в котором отметил его заслуги и выразил пожелания счастья и новых успехов.

Перепечатано из «Вестника Академии наук СССР», № 3, 1988, стр. 153.



ა მ ტ ო რ თ ა ს ა ყ უ რ ა დ ლ ე გ ო ლ

1. ჟურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავენ 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 აკადემიოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიოსის ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბუქდალ 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 აკადემიოსი ან წევრ-კორესპონდენტი მოითხოვს 12-ზე მეტ წერილის წარდგენას, საკითხს წყვეტს მთავარი რედაქტორი. წარდგინების გარეშე შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია წარმოსადგენად გადასცემს აკადემიოსს ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (გარდა აკადემიოსისა 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 მიმართება, სადაც შესრულებულია ავტორის სამუშაო.

5. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბუქდალ საეგზეთი 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 მოკლეობა 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 თავში მხოლოდ ერთ წერილს.

6. აკადემიოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილში, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უპასუხებს ამ წესების 1 მუხლის მოთხოვნას.

7. წერილი არ უნდა იყოს 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 გამეორება წერილის ბოლოს.

8. წერილი ასე ფორმდება: თავში ზემოთ უნდა დაიწეროს ავტორის ინიციალები და ჯვარი, ქვემოთ — წერილის სიტაური. ზემოთ მარჯვენა მხარეს, წარმომდგენმა უნდა წააწეროს, თუ მეცნიერების რომელ დარგს განეკუთვნება წერილი. წერილის ძირითადი ტექსტის ბოლოს, მარცხენა მხარეს, ავტორმა უნდა აღნიშნოს იმ დაწესებულების სრული სახელწოდება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია შრომა.

9. ილუსტრაციები და ნახაზები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ორ ცალად კონვერტით. ამასთან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს კალკაზე შავი ტუშით. წარწერები ნახაზებს უნდა გაუკეთდეს კალიგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემცირების შემთხვევაშიც კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილი უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფიგურებისა და ნახაზების დაწებება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდებზე ფანქრით უნდა აღნიშნოს, რა ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისეთი

ცხრილი, რომელიც ყურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მელნით შეფიოდ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ეგზემპლარში, ბერძნულ ასოებს ქვემოთ გან უნდა გაეყვას 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 შემოიდარგლოს ნახევარწრით 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 საქურნალო შრომა, ვუჩვენოთ ყურნალის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი. თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ვუჩვენოთ მისი სრული სახელწოდება, გამოცემის ადგილი და წელი. თუ ავტორი საჭიროდ მიიჩნევს, ბოლოს შეუძლია გვერდების ნუმერაციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით, არამედ დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტსა ათუ შენიშვნებში კვადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენები უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა. არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც ტექსტში მითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის დამოწმება. დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს სად მუშაობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

11. „მომბეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერატულ ყურნალში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

12. ავტორს წასაკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებად 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

ხ ე მ მ ო წ ე რ ი ს პ ი რ ო ბ ე ბ ი: ერთი წლით 22 მან. 80 კაპ.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. В журнале «Сообщения АН ГССР» публикуются статьи академиков, членов-корреспондентов, научных работников системы Академии и других ученых, содержащие еще не опубликованные новые значительные результаты исследований. Печатаются статьи лишь из тех областей науки, номенклатурный список которых утвержден Президиумом АН ГССР.

2. В «Сообщениях» не могут публиковаться полемические статьи, а также статьи обзорного или описательного характера по систематике животных, растений и т. п., если в них не представлены особенно интересные научные результаты.

3. Статьи академиков и членов-корреспондентов АН ГССР принимаются непосредственно в редакции «Сообщений», статьи же других авторов представляются академиком или членом-корреспондентом АН ГССР. Как правило, академик или член-корреспондент может представить для опубликования в «Сообщениях» не более 12 статей разных авторов (только по своей специальности) в течение года, т. е. по одной статье в каждый номер, собственные статьи—без ограничения, а с соавторами—не более трех. В исключительных случаях, когда академик или член-корреспондент требует представления более 12 статей, вопрос решает главный редактор. Статьи, поступившие без представления, передаются редакцией академику или члену-корреспонденту для представления. Один и тот же автор (за исключением академиков и членов-корреспондентов) может опубликовать в «Сообщениях» не более трех статей (независимо от того, с соавторами она или нет) в течение года.

4. Статья обязательно должна иметь направление из научного учреждения, где проведена работа автора, на имя редакции «Сообщений АН ГССР».

5. Статья должна быть представлена автором в двух экземплярах, в готовом для печати виде, на грузинском или на русском языке, по желанию автора. К ней должны быть приложены резюме—к грузинскому тексту на русском языке, а к русскому на грузинском, а также краткое резюме на английском языке. Объем статьи, включая иллюстрации, резюме и список цитированной литературы, приводимой в конце статьи, не должен превышать четырех страниц журнала (8000 типографских знаков), или шести стандартных страниц машинописного текста, отпечатанного через два интервала (статья же с формулами—пяти страниц). Представление статьи по частям (для опубликования в разных номерах) не допускается. Редакция принимает от автора в месяц только одну статью.

6. Представление академика или члена-корреспондента на имя редакции должно быть написано на отдельном листе с указанием даты представления. В нем необходимо указать: новое, что содержится в статье, научную ценность результатов, насколько статья отвечает требованиям пункта 1 настоящего положения.

7. Статья не должна быть перегружена введением, обзором, таблицами, иллюстрациями и цитированной литературой. Основное место в ней должно быть отведено результатам собственных исследований. Если по ходу изложения в статье сформулированы выводы, не следует повторять их в конце статьи.

8. Статья оформляется следующим образом: сверху страницы в середине пишутся инициалы и фамилия автора, затем—название статьи; справа сверху представляющий статью указывает, к какой области науки относится она. В конце основного текста статьи с левой стороны автор указывает полное название и местонахождение учреждения, где выполнена данная работа.

9. Иллюстрации и чертежи должны быть представлены в двух экземплярах в конверте; чертежи должны быть выполнены черной тушью на кальке. Надписи на чертежах должны быть исполнены каллиграфически в таких размерах, чтобы даже в случае уменьшения они оставались отчетливыми. 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

миная 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 пишутся инициалы, а затем — фамилия автора. Если цитирована журнальная работа, указываются сокращенное название журнала, том, номер, год издания. Если автор считает необходимым, он может в конце указать и соответствующие страницы. Список цитированной литературы приводится не по алфавиту, а в порядке цитирования в статье. При ссылке на литературу в тексте или в сносках номер цитируемой работы помещается в квадратные скобки. Не допускается вносить в список цитированной литературы работы, не упомянутые в тексте. Не допускается также цитирование неопубликованных работ. В конце статьи, после списка цитированной литературы, автор должен подписаться и указать место работы, занимаемую должность, точный домашний адрес и номер телефона.

11. Краткое содержание всех опубликованных в «Сообщениях» статей печатается в реферативных журналах. Поэтому автор обязан представить вместе со статьей ее реферат на русском языке (в двух экземплярах).

12. Автору направляется корректура статьи в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или печатать ее без визы автора.

13. Автору выдается бесплатно 25 оттисков статьи.

(Утверждено Президиумом Академии наук Грузинской ССР 10.10.1968; внесены изменения 6.2.1969)

Адрес редакции: Тбилиси 60, ул. Кутузова, 19, телефоны: 37-22-16, 37-86-42, 37-85-61

Почтовый индекс 380060

Условия подписки: на год — 22 руб. 80 коп.