



საქართველოს  
მეცნიერებათა  
აკადემია

524  
1984

ISSN—0132—1447

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

**მოაზა**

**СООБЩЕНИЯ**

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

**BULLETIN**

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 115 ტომ

№ 2

აპრილი 1984 ავგუსტი

თბილისი • Tbilisi • Tbilisi

524  
1984  
საქართველოს  
მეცნიერებათა  
აკადემია

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

გზაგადასასრული

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 115 ტომ

№ 2

აგვისტო 1984 ავგუსტ



ს ა რ მ ე ლ ა მ ც ი ო უ კ ო ლ ე მ ე ნ ი ა

- ე. ანდრონიკაშვილი, ა. აფაქიძე, ა. ბიწაძე, ლ. ვაბუნია (მთავარი რედაქტორის მოადგილე),  
თ. გამყრელიძე, ი. გვერდწითელი, ა. გუნია, ს. დურმიშიძე, ა. თავხელიძე, ე. კუპრაძე  
(მთავარი რედაქტორის მოადგილე), გ. მელიქიშვილი, ე. ოკუჯავა, ა. ღრანგიშვილი,  
ა. ცაგარელი, გ. ციციშვილი, ა. ძიძიგური, შ. ძიძიგური, გ. ხარატიშვილი,  
ე. ხარაძე (მთავარი რედაქტორი), ნ. ჭავჭავაძე, გ. ჯიბლაძე

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- Э. Л. Андрикошвили, А. М. Апакидзе, А. В. Бицадзе, Л. К. Габуния (заместитель  
главного редактора), Т. В. Гамкредидзе, И. Г. Гвердцители, А. Л. Гуния,  
Н. А. Джавахишвили, Г. Н. Джибладзе, А. А. Дзидзигури, Ш. В. Дзидзи-  
гури, С. В. Дурмишидзе, В. Д. Купрадзе (заместитель главного ре-  
дактора), Г. А. Меликишвили, В. М. Окужава, А. С. Прагишвили,  
А. Н. Тавхелидзе, Е. К. Харадзе (главный редактор), Г. В.  
Харатишвили, А. Л. Цагарели, Г. В. Цицишвили

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

გადაეცა ასაწყობად 15.8.1984; ხელმოწერილია დასაბეჭდად 29.11.1984; შეკვ.  
№ 2537; ანაწყობის ზომა 7×12<sup>3</sup>/<sub>4</sub>; ქალაქის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცე-  
ლი 14; სააღრიცხვო-საგამომცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 19,6;  
უე 09295; ტირაჟი 1400; ფასი 1 მან 90 კაპ.

Сдано в набор 15.8.1984; подписано к печати 29.11.1984; зак. № 2537; размер  
набора 7×12<sup>3</sup>/<sub>4</sub>; размер бумаги 70×108; физический лист 14; уч. издатель-  
ский лист 18,5; печатный лист 19,6; УЭ 09295; тираж 1400;  
цена 1 руб. 90 коп.

• • •

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

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

17.835

შინაარსი

მათემატიკა

- \*ზ. კანტურია. აბსოლუტური კრებდობის მამრავლების შესახებ 242
- \*შ. ხელაძე. ფურიეს მწკრივთა კრებდობის შესახებ 248
- \*ი. ჯვარშიეშვილი. ფრეჟეს ერთი სივრცის შესახებ 251
- \*ლ. ზონენაშვილი. ნაწილაკთა საშუალო რიცხვის ასიმპტოტური ყოფაქცევის შესახებ განსტობებალ პროცესში 256

დრეკადობის თეორია

- \*ლ. დობოჯანიძე. დრეკადობის თეორიის არაწრფივი ამოცანა გამონამუშევრის მქონე მთის მასივში დაძაბული მდგომარეობის განსაზღვრის შესახებ 260

ფიზიკა

- \*ა. უშვერიძე. შეშფოთების თეორიის მწკრივების ასიმპტოტიკის გამოთვლის ახალი მეთოდი 263
- \*მ. ჯიბლაძე, გ. მშველიძე, რ. ერიქაშვილი, ზ. ესიაშვილი. შეღებვის ცენტრების გამჭვირვალობა მიწის ბოქოვან ლაზერში 268
- \*თ. ქლენტი. გეომეგნიტური ველის იმპულსური მოდულაცია 270

გეოფიზიკა

- \*ი. ფელდშტეინი, ც. ფორჩხიძე.  $D_{st}$ -ინდექსის ათვლის დონის შესახებ 275
- \*გ. მალრაძე. დრუბლის ნაწილაკის გვირგვინოვანი განმუხტვის ველში იონების რიცხვის შეფასება 280

ბნალეზური ძივნი

- \*ი. შათირიშვილი, ბ. ჩერნიავა. ლვინომასალათა შედგენილობის ანალიზის ქრომადისტილაციური მეთოდი 283

ზოგადი და არაორბანული ძივნი

- \*ლ. გოგიჩაძე, თ. მანლაძე. ქალკობირიტის კონცენტრატისა და კალციუმის შემცველი ნედლეულის ერთობლივი გამოწვის პროცესის თერმოგრაფიემეტრული გამოკვლევა 288
- \*ა. შველაშვილი, კ. ამირხანაშვილი, ა. სობოლევო, მ. ცქიტიშვილი, თ. ვარდოსანიძე. სულფადიმეზინთან სპილენძის (II) ეთილენდიამინიანი კომპლექსნაერთის სინთეზი და აღნავობა 292

\* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

კ. ვარქსის სახ. საქ. სახელმწიფო ბიბლიოთეკა

## ორბანული ძივია

- \*ლ. მელიქაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ე. უშარაული, ლ. კორტავე, ზ. კუპრაშვილი, შ. ბარაბაძე. ნეთობის ფისოვან-ასფალტენური ნერთების არომატული ფრაგმენტების შესწავლისათვის 296
- \*რ. გახოკიძე, ა. სურმავეა. 3-0-მეთილ-D-გლუკოზის მკავეური იზომერიზაცია 299

## ფიზიკური ძივია

- \*გ. ციციშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი), დ. ბარნაბიშვილი, ც. ოქროპირიძე. არალის მონტმორილონიტური თიხის მოდიფიცირებული ფორმების აღსორბციული და ქრომატოგრაფიული თვისებები 304
- \*ვ. ბერიოზკინი, თ. ანდრონიკაშვილი, (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი), ლ. ლაფერაშვილი, ნ. ნადირაძე. ცეოლითზე ზოგიერთი ეთერისა და კეტონის მოდელური ნარევის დაყოფის ხასიათზე CO<sub>2</sub>-ის, როგორც აირ-მატარებლის, გავლენის შესწავლა 307
- ქ. ლაბაძე, ვ. კოკოჩაშვილი. სხედასხვა ცეოლითისა და მათი იონური ფორმების კატალიზური თვისებების შესწავლა მეთანისა და ქლორის ნარევის ააღეების ზღვრების გადანაცვლების მიხედვით 309

## ელემტროძივია

- \*რ. კოკილაშვილი, ჯ. ჯაფარიძე, ზ. როტენბერგი. ფოტოემისიური დენები აზოტის ქანგით გაჭერებული ეთილენგლიკოლის, პროპილენგლიკოლი-1,2 და პროპილენგლიკოლი-1,3-ის წყალხსნარებში 316

## ძივითრი ტემლოლოგია

- \*ი. თავართქილაძე, მ. ბერეჟიანი. მასიური კრისტალიზაციის პროცესის მათემატიკური მოდელირება კოალესცენციის მოვლენის გათვალისწინებით 320

## ფარმაკოძივია

- \*თ. ხოშტარია, ლ. კინწურაშვილი, ლ. კურკოვსკაია, ნ. სუგროვი. ინდოლო [5,6-d]ბენზო[b]თიოფენის ელემტროფილური ჩანაცვლების ზოგიერთი რეაქცია 324

## გეოლოგია

- \*თ. ჯანელიძე. ტყვარჩელი-ნოჯიხევი-კობიტის ზოლის გეოლოგიისა და თიხის ახალი საბადოების გამოვლენის პერსპექტივები 327
- \*ვ. ზუბაკოვი. სელინუტური ექვივალენტები შავი ზღვის კაინოზოურის ქრისტოში და მათი პალეოკლიმატური შინაარსი 331

## პალეონტოლოგია

- \*მ. შარქაძე. Salfeldiella spath (Phylloceratida, Ammonoidea) გვარის სისტემატიკური მდგომარეობის შესახებ 335
- \*ლ. ფოფხაძე. Leptocythere-ს გვარის ახალი წარმომადგენელი ლეჩხუმის ჩოკრაკული ნალექებიდან 339

## პეტროლოგია

- \*გ. ანანიაშვილი. ბაიოსური ვულკანური ფაციესების განაწილება ზემო რაქსასა და სამხრეთ ოსეთში 343

სამშენებლო ტექნიკა

- \*გ. ბაზღაძე, რ. გიორგაძე, მ. ყალაბეგაშვილი. არაწრიული მოხაზულობის შეკრული ცილინდრული გარსების გაანგარიშებისათვის 348
- \*თ. გოგელია, ნ. გონგლიაშვილი. სასრული ელემენტების მეთოდის გამოყენება გზის საფარის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის გამოსაკვლევად დატვირთვის მობილობის გათვალისწინებით 352

საბადოთა დამუშავება და გამდიდრება

- \*თ. ფხოველიშვილი. მექანიზებული სამაგრის მდგომარეობა სასარგებლო წიაღისეულის აფეთქებით მონგრევისას 355

მანქანათმშენებლობა

- \*დ. თავხელიძე. სამრეწველო რობოტების მოძრაობის გადამცემი მექანიზმების დინამიკის საკითხისათვის 360

ენერგეტიკა

- \*ი. დევედარიანი, გ. ხაზარაძე. მთის მდინარის ჰიდროელექტროსადგურების კასკადის გარანტირებული სიმძლავრის და ზამთრის პერიოდში ელექტროენერჯის გამომუშავების გაზრდის საკითხისათვის 363

ავტომატური მართვა და გამომთვლითი ტექნიკა

- \*ზ. ყრუაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი), რ. სემიონოვი. კონდუქტომეტრული მეთოდის შემუშავება და დანერგვა მართვის სისტემაში მაღალმინერალიზაციური ბუნებრივი წყლების გაწმენდისას 368
- \*გ. აღეშენეკო, თ. ცინცაძე. ვარიაციული ამოცანის დეკომპოზიცია ოპტიმალური ტრაექტორიის პროექციის ცნების საფუძველზე 372

ბოტანიკა

- \*გ. ნოზაძე. ალავერდის ჰალის ტყის ფლორის ნარკვევი 376
- \*მ. ქუარაძე. კრიტიკული შენიშვნა *Ranunculus caucasicus* Bieb სახეობის შესახებ 379

მცენარეთა ფიზიოლოგია

- \*რ. ხატიაშვილი, ბ. აბულაშვილი. რკინის, ფოსფორის და კალიუმის იონების გავლენა ვაზში მანგანუმის შეთვისებაზე 383
- \*თ. თაყაიშვილი, მ. ქრელაშვილი. სუნთქვის ზოგიერთი ფერმენტის აქტივობა ვაზის საწარმოო ჯიშებში 387

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

- ი. ოჩერაშვილი. სომატოსენსორული ქერქის პირდაპირი და თალამუსის 33-ლ ბირთვის გაღიზიანებით აღმოცენებული ნელი უარყოფითი პოტენციალების ურთიერთქმედება 391
- \*თ. ნათიშვილი, ნ. სიხარულიძე, ა. ქადაგიშვილი. კვებითი ქცევის დასწავლის შესაძლებლობის შესახებ ერთჯერად სინჯში 395

ბიომიკრობიოლოგია

- \*მ. ცარციძე, ბ. ლომსაძე. ბენზ(ა)პირენით ინდუცირებული ვირთავის სიმსივნის ლიზოსომათა მემბრანების სტრუქტურული ორგანიზაციის მეთოდი 399

- \*რ. ყურაშვილი. ფერმენტული პრეპარატის „ამილორიზინი Γ20X“-ის გამოყენება ყველის წარმოებაში 403

### მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

- \*თ. ალექსიძე, ლ. კვაჭაძე. *Aspergillus terreus*-ის ცელულაზების ბიოსინთეზი კულტივირების პირობებთან დაკავშირებით 407

### ენტომოლოგია

- \*თ. ლობჯანიძე. ზოგიერთი პესტიციდის პირდაპირი მასტიმულირებელი გავლენა როგორც ერთ-ერთი ფაქტორი კუნელის ტკიპას რიცხოვნობის ზრდისა 410

### ციტოლოგია

- \*ხ. გეწაძე. დღეგრძელთა კანის ფიბრობლასტების პროლიფერაციის უნარი *in vitro* 415
- \*ნ. დურშიშიძე. ჰიპოქსიური ჰიპოქსიის გავლენა ვირთავას ლიმფური კვანძის ულტრასტრუქტურაზე 419

### მეცხარეობის გენეტიკა

- \*თ. ჯაფარიძე, ქ. ბარაბაძე, გ. ოდიშვილი. სელექციური ვაგოტომიის გავლენა ძაღლის კუჭის ძირის ლორწოვანზე 424
- \*ქ. მეტრეველი, ნ. წერეთელი. ცილათა ცვლის ცვლილება გამწვავების სტადიაში ქრონიკული ადნექსიტიის მკურნალობის დროს 427
- \*ნ. ვეფხვაძე, ს. იარმონენკო. მეტრონიდაზოლის სიმსივნის საწინააღმდეგო მოქმედების გაძლიერება ხანმოკლე ჰიპერგლიკემიის დასხივების შემდგომი გამოყენებით 432
- \*ა. კორჩაკი, ა. გუნცაძე. დიაფრაგმის რელაქსაციის კლინიკის, დიაგნოსტიკის და ქირურგიული მკურნალობის ზოგიერთი საკითხი 436

### პალეობიოლოგია

- \*ო. კვანტალიანი. სეპტების გამოყოფის შესაძლო თანამიმდევრობის შესახებ ამონიდეზში 439

### მკონომიკა

- \*გ. ლემონჯავა. მერქან-ბურბუშლოვანი ფილების წარმოების განლაგების და განვითარების ოპტიმიზაციური მოდელი 444



## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

З. А. Чантурия. О множителях абсолютной сходимости	241
Ш. В. Хеладзе. О сходимости рядов Фурье	245
И. А. Джваршейшвили. Об одном пространстве Фреше	249
Л. К. Зоненашвили. Об асимптотическом поведении среднего числа частиц в ветвящемся процессе	253

### ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

Л. Г. Доборджинидзе. Решение нелинейной задачи теории упругости об определении напряженного состояния горного массива с выработкой	257
--	-----

### ФИЗИКА

А. Г. Ушверидзе. Новый метод нахождения асимптотик рядов теории возмущений	261
М. И. Джибладзе, Г. Г. Мшвелидзе, Р. Р. Эрикашвили, З. Г. Эсиашвили. Просветление центров окраски в стекловолоконном неодимовом лазере	265
Т. Г. Жгенти. Импульсная модуляция геомагнитного поля	269

### ГЕОФИЗИКА

Я. И. Фельдштейн, Ц. Д. Порчхидзе. Об уровне отсчета $D_{st}$ индекса	273
Г. Д. Маградзе. Оценка числа ионов в поле коронного разряда облачной частицы	277

### АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

И. Ш. Шатиришвили, Б. С. Черныга. Хромадистилляционный метод анализа состава виноматериалов	281
---	-----

### ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Л. Д. Гогичадзе, Т. Е. Мачаладзе. Термогравиметрическое исследование процесса совместного обжига халькопиритного концентрата и кальцийсодержащего сырья	285
---	-----



- А. Е. Швелашвили, К. Д. Амирханашвили, А. Н. Соболев, М. Г. Цкитишвили, Т. О. Вардосанидзе. Синтез и строение комплексного соединения меди (II) с этилендиамином и сульфадимезином 289

## ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Л. Д. Меликадзе (академик АН ГССР), Э. В. Ушараули, Л. М. Кортава, Б. Г. Купрашвили, Ш. Ш. Барабадзе. К изучению ароматических фрагментов смолисто-асфальтеновых веществ нефти 293
- Р. А. Гахокидзе, А. А. Сурмава. Кислотная изомеризация 3-О-метил-Д-глюкозы 297

## ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Г. В. Цицишвили (академик АН ГССР), Д. Н. Барнабишвили, Ц. М. Окропиридзе. Адсорбционные и хроматографические свойства модифицированных форм монтмориллонитовой глины из Арали 301
- В. Г. Березкин, Т. Г. Андроникашвили (член-корреспондент АН ГССР), Л. Я. Лаперашвили, Н. А. Надирадзе. Влияние природы газа-носителя  $CO_2$  на характер разделения смеси некоторых эфиров и кетонов на цеолитном адсорбенте 305
- \* К. З. Лабадзе, В. И. Кокочашвили. Влияние различных цеолитов и их ионных форм на каталитическую активность по смещению предела самовоспламенения смесей метана с хлором 312

## ЭЛЕКТРОХИМИЯ

- Р. Г. Қокилашвили, Дж. И. Джапаридзе, З. А. Ротенберг. Фотоэмиссионные точки в водных растворах этиленгликоля, пропиленгликоля-1,2 и пропиленгликоля-1,3, насыщенных закисью азота 313

## ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- Я. Н. Таварткиладзе, М. Г. Бережиани. Математическое моделирование процесса массовой кристаллизации с учетом явления коалесценции 317

## ФАРМАКОХИМИЯ

- Т. Е. Хоштария, Л. А. Кинцурашвили, Л. Н. Курковская, Н. Н. Суворов. Некоторые реакции электродильного замещения у индоло (5,6-d) бензо (b) тиафена 321

## ГЕОЛОГИЯ

- Т. В. Джанелидзе. К вопросу геологии и перспективы выявления новых месторождений глин в полосе тварчелиноджихеви-копит 325
- В. А. Зубаков. Эквиваленты селинунтия в разрезе черноморского кайнозоя и их палеоклиматическое содержание 329

## ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

- М. З. Шарикадзе. О систематическом положении рода *Salfeldiella* Spath (Phyllocerata, Ammonoidea) 333
- Л. И. Попхадзе. Новый представитель рода *Leptocythere* из Чокракских отложений Лечхуми (Западная Грузия) 337

## ПЕТРОЛОГИЯ

- Г. Г. Ананишвили. Распределение вулканических фаций байоса в пределах верхней Рачи и Юго-Осетии 341

## СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

- Г. Ш. Базгадзе, Р. Д. Гиоргадзе, М. Г. Калабегашвили. К расчету замкнутых цилиндрических оболочек некругового очертания 345
- Т. И. Гогелия, Н. О. Гонглишвили. Применение метода конечных элементов для исследования напряженно-деформированного состояния дорожных одежд с учетом подвижности нагрузок 349

## РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИИ И ОБОГАЩЕНИЕ

- Т. Ш. Пховелишвили. Об устойчивости механизированной крепи при взрывной отбойке полезного ископаемого 353

## МАШИНОВЕДЕНИЕ

- Д. Д. Тавхелидзе. К вопросу исследования динамики механизмов передачи движения промышленных роботов 357

## ЭНЕРГЕТИКА

- Ю. С. Девдариани, Г. Н. Хазарадзе. К вопросу об увеличении гарантированной мощности и выработки электроэнергии в зимний период каскада ГЭС на горном водотоке 361

## АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

- З. Е. Круашвили (член-корреспондент АН ГССР), Р. В. Семенов. Разработка и внедрение кондуктометрического метода в системах управления коагуляционной очисткой высокоминерализованных природных вод 365
- Г. М. Алещенко, Т. Ю. Цинцадзе. Декомпозиция вариационной задачи на основе понятия проекции оптимальной траектории 369

## БОТАНИКА

- Г. М. Нозадзе. Очерк Флоры Алавердского пойменного леса (долины реки Алазани) 373

М. В. Чурадзе. Критическая заметка о виде *Ranunculus caucasicus* Vieb.

### ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

- Р. М. Хатнашвили, Т. Г. Абулашвили. Влияние ионов железа, фосфора и калия на поглощение марганца виноградной лозой 381
- Т. В. Такайшвили, М. Н. Чрелашвили. Активность некоторых ферментов дыхания у производственных сортов виноградной лозы 385

### ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- И. В. Очерашвили. Взаимодействие медленных отрицательных потенциалов соматосенсорной коры, возникающих при ее прямом раздражении и при раздражении передаточного ядра таламуса 389
- Т. А. Натишвили, Н. И. Сихарулидзе, А. И. Кадагишвили. О возможности обучения пищевому поведению с одной пробы 393

### БИОХИМИЯ

- М. А. Царцидзе, Б. А. Ломсадзе. Модель структурной организации мембран лизосом опухоли, индуцированной бенз(а)пиреном 397
- Р. Ф. Курашвили. Использование ферментного препарата амилоризина Г20Х в сыроделии 401

### МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

- Т. И. Алексидзе, Л. Л. Квачадзе. Биосинтез целлюлаз *Aspergillus terreus* в зависимости от условий культивирования 405

### ЭНТОМОЛОГИЯ

- Т. Д. Лобжанидзе. Непосредственное активирующее влияние некоторых пестицидов — один из факторов увеличения численности боярышничкового клеща *Tetranychus viennensis* Zacher на яблоне 409

### ЦИТОЛОГИЯ

- Х. А. Гецадзе. Проллиферативная способность фибробластов кожи долгожителей *in vitro* 413
- Н. С. Дурмишидзе. Влияние гипоксической гипоксии на ультраструктуру лимфатических узлов крыс 417

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- Т. Н. Джапаридзе, Н. К. Барабадзе, Г. Г. Одишвили. Влияние селективной ваготомии на слизистую дна желудка собаки 421
- Дж. М. Метревели, Н. С. Церетели. Изменение белкового обмена при лечении больных с обострением хронического аднексита 425

- Н. Р. Вепхвадзе, С. П. Ярмоненко. Усиление противоопухолевого действия метронидазола пострadiационным применением кратковременной гипергликемии 429
- А. М. Қорчак, А. Г. Гунцадзе. Некоторые вопросы клиники, диагностики и хирургического лечения релаксации диафрагмы 433

#### ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

- И. В. Кванталиани. О возможной последовательности образования септ у аммонидей 437

#### ЭКОНОМИКА

- Г. И. Лемонджава. Модель оптимизации размещения и развития производства древесно-стружечных плит 441



## CONTENTS

### MATHEMATICS

Z. A. Chanturia. On the multipliers of absolute convergence	243
Sh. V. Kheladze. On the convergence of Fourier series	248
I. A. Jvarsheishvili. On one Frechet space	251
L. K. Zonenashvili. On the asymptotical behaviour of the mean number of particles in the branching process	256

### THEORY OF ELASTICITY

L. G. Doborjginidze. Toward the solution of a nonlinear problem of the theory of elasticity on the determination of the stress state of a rock mass with a working	260
--	-----

### PHYSICS

A. G. Ushveridze. A new method of finding the asymptotic behaviours of the perturbation theory series	263
M. I. Djibladze, G. G. Mshvelidze, R. R. Erikashvili, Z. G. Esiashvili. Enlightenment of the colour centres in glass-fibre neodymium lasers	268
T. G. Zhgenti. The pulse modulation of the geomagnetic field	270

### GEOPHYSICS

Ya. I. Feldshtein, Ts. D. Porckhidze. The values of level of $D_{st}$ -index	276
G. J. Magradze. Determination of the number of ions in the corona discharge field of a cloud particle	280

### ANALYTICAL CHEMISTRY

I. Sh. Shatirishvili, B. S. Chernyaga. A chromatistillation method of analysing the composition of wine materials	283
---	-----

### GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

L. D. Gogichadze, T. E. Machaladze. Thermogravimetric investigation of the process of joint annealing of chalcopyrite and Ca-containing raw material	288
A. E. Shvelashvili, K. D. Amir Khanashvili, A. N. Sobolev, M. G. Tskitishvili, T. O. Vardosanidze. Synthesis and structure of a complex compound of copper (II) with ethylenediamine and sulfadimidine	292

### ORGANIC CHEMISTRY

L. D. Melikadze, E. A. Usharauli, L. M. Kortava, B. G. Kuprashvili, Sh. Sh. Barabadze. Study of aromatic fragments of resinous-asphaltene compounds of oil	296
R. A. Gakhokhidze, A. A. Surmava. Acid isomerization of 3-0-methyl-D-glucose	300

## PHYSICAL CHEMISTRY

- G. V. Tsitsishvili, D. N. Barnabishvili; Ts. M. Okropiridze. Adsorption and chromatographic properties of modified forms of Arali montmorillonitic clay 304
- V. G. Beryozkin, T. G. Andronikashvili, L. Ya. Laperashvili, N. A. Nadiradze. The influence of CO<sub>2</sub> as carrier-gas on the separation character of some ester and Ketone mixtures on a zeolite type adsorbent 308
- K. Z. Labadze, V. I. Kokochashvili. The influence of different zeolites and their ionic forms on the catalytic activity of displacing the explosive range of mixtures of methane and chlorine 312

## ELECTROCHEMISTRY

- R. G. Kokilashvili, J. I. Japaridze, Z. A. Rotenberg. Photoemission currents in aqueous H<sub>2</sub>O saturated solutions of ethylene glycol, propylene glycol-1,2 and propylene glycol-1-3 316

## CHEMICAL TECHNOLOGY

- Ya. N. Tavartkiladze, M. G. Berezhiani. Mathematical modelling of the process of Batch crystallization according to the coalescence phenomenon 320

## PHARMACEUTICAL CHEMISTRY

- T. E. Khoshtaria, L. A. Kintsurashvili, L. N. Kurkovskaya, N. N. Suvorov. Some reactions of electrophilic substitution of indolo [5, 6-d] benzo[d] thiophene 324

## GEOLOGY

- T. V. Janelidze. On the geology of the Tkvarcheli-Nojikhevi-Kopiti line and the prospects of discovering new clay deposits 327
- V. A. Zubakov. Selinuntian equivalents in the Black Sea Caenozoic section and their palaeoclimatic contents 332

## PALAEONTOLOGY

- M. Z. Sharikadze. On the systematic position of the genus *Salfeldiella* Spath (Phylloceratida, Ammonoidea) 336
- L. I. Popkhadze. A new representative of the genus *Leptocythere* from the Tschokrakian sediments of Lechkhumi (Western Georgia) 339

## PETROLOGY

- G. G. Ananiashvili. Distribution of the Bajocian volcanic facies in Upper Racha and Southern Oseti 343

## STRUCTURAL MECHANICS

- G. Sh. Bazgadze, R. D. Giorgadze, M. G. Kalabegashvili. Towards analysis of non-circular closed cylindrical shells 348
- T. I. Gogelia, N. O. Gongliashvili. Use of the finite element method in the study of the stress-strain state of the pavement with account of load mobility 352

## EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

- T. Sh. Pkhovelishvili. Concerning the stability of a powered support at blasting mineral resources 356

## MACHINE BUILDING SCIENCE

- D. D. Tavkhelidze. Towards the study of the drive mechanism dynamics of industrial robots 360

## POWER ENGINEERING

- I. S. Devdariani, G. N. Khazaradze. On the expansion of guaranteed power capacity and output of a series of hydroelectric stations on a mountain river winter 364

## AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- Z. E. Kruashvili, R. V. Semyonov. Design and introduction of a conductometric method for control systems of highly mineralized natural water purification by coagulation 368
- G. M. Aleshchenko, T. Yu. Tsintsadze. Variation problem decomposition on the basis of the concept of optimum trajectory projection 372

## BOTANY

- G. M. Nozadze. An essay on the Alaverdi flood-land forest 376
- M. V. Churadze. A critical note on the species *Ranunculus caucasicus* 379

## PLANT PHYSIOLOGY

- R. M. Khatiashvili, T. G. Abulashvili. The effect of iron, phosphorus and potassium ions on the absorption of manganese by the grapevine 383
- T. V. Takaiashvili, M. N. Chrelashvili. The activity of some enzymes of respiration in industrial varieties of grapevine 388

## HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- I. V. Ocherashvili. Interaction of slow negativities of the somatosensory cortex evoked by its direct stimulation and thalamic VPL nucleus stimulation 392
- T. A. Natishvili, N. I. Sikharulidze, A. I. Kadagishvili. On the feasibility of one-trial learning of food-seeking behaviour 395

## BIOCHEMISTRY

- M. A. Tsartsidze, B. A. Lomsadze. A model of lysosomal membrane structural organization in tumours induced by benzo(a) pyrene 400
- R. Ph. Kurashvili. Application of the enzyme preparation "Amilorizin G-20X" in cheese making industry 404

## MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

- T. I. Aleksidze, L. L. Kvachadze. Biosynthesis of cellulases of *Aspergillus terreus* depending on the conditions of cultivation 408

## ENTOMOLOGY

- T. D. Lobzhanidze. Direct stimulating effect of some insecticides as a factor of the numerical increase of *Tetranychus vinnensis* Zach. 411

## CYTOLOGY

- Kh. A. Getsadze. Proliferative capacity of fibroblasts of longevous persons in vitro 415
- N. S. Durmishidze. The influence of hypoxic hypoxia on the ultrastructure of the rat lymph node 420

## EXPERIMENTAL MEDICINE

- T. N. Japaridze, K. N. Barabadze, G. G. Odishvili. The influence of selective vagotomy on the mucous membrane of the fundus of the dog's stomach 424
- Dj. M. Metreveli, N. S. Tsereteli. Change in protein metabolism at treatment of patients with acute condition of chronic adnexitis 427
- N. R. Vepkhvadze, S. P. Yarmonenko. Potentiation of the antitumor action of metronidazole with further use of short-term hyperglycemia irradiation 432
- A. M. Korchak, A. G. Guntsadze. Some problems of the clinical picture diagnosis, and surgical treatment of esophageal relaxation 436

## PALAEOBIOLOGY

- I. V. Kvantaliani. On the successive formation of septa of ammonoids 439

## ECONOMICS

- G. I. Lemonjava. Growth optimization and territorial distribution model for wood pulp plates production. 444



З. А. ЧАНТУРИЯ

О МНОЖИТЕЛЯХ АБСОЛЮТНОЙ СХОДИМОСТИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Жижиашвили 9.2.1983)

Хорошо известно, что для функции класса  $V$ -функций органичен-  
 ной вариации коэффициенты Фурье оцениваются в виде

$$a_n(f), b_n(f) = O\left(\frac{1}{n}\right)$$

(см. [1], стр. 81), причем эту оценку на всем классе  $V$  улучшить  
 нельзя, на что указывает следующий пример:

$$f(x) = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k} \sin kx \in V. \tag{1}$$

Легко доказать, что для более широких классов  $V[v]$  (определе-  
 ние этих классов см. в [2]) имеет место

Теорема 1. Если  $f \in V[v]$ , то

$$|a_n(f)|, |b_n(f)| = O\left(\frac{v(n)}{n}\right).$$

Причем в любом классе  $V[v]$ ,  $v(n) = o(n)$ , существует функция  $f_v$ ,  
 для которой

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{|a_n(f_v)|}{v(n) \cdot n^{-1}} > 0. \tag{2}$$

Замечание. Если  $v(n) \neq o(n)$ , то  $V[v] = V[n]$ , а этот последний  
 класс совпадает с классом ограниченных функций. А для этого класса  
 (2) невозможно ни для одной функции, так как  $a_n(f) = o(1)$ .

Из теоремы 1 следует, что если  $f \in V[v]$ , то для  $\rho_n(f) = \sqrt{a_n^2 + b_n^2}$   
 справедлива оценка

$$\frac{\rho_n(f)}{v(n)} = O\left(\frac{1}{n}\right), \tag{3}$$

так что в любом классе  $V(v)$  отношение  $\frac{\rho_n}{v(n)}$  оценивается одинаково.

Но оказывается, что чем быстрее растет  $v(n)$ , тем реже подпослед-  
 довательность натуральных чисел, для которой оценка (3) точная.

17.835

დ. შანტურია ზ. ა. სპ. სსრ  
 მეცნიერებათა აკადემია



Это следует из теоремы 2.

Теорема 2. Пусть  $v(n) = n^\alpha |n|^\beta (n+2)$ ,  $\alpha \geq 0$ ,  $-\infty < \beta < \infty$ . Тогда, если  $\alpha > 0$  или  $\alpha = 0$  и  $\beta > 1$ , то для  $f \in V[v]$

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\rho_n(f)}{v(n)} < \infty;$$

если же  $\alpha = 0$  и  $0 \leq \beta \leq 1$ , то в классе  $V[v]$  существует функция (а именно, заданная формулой (1)), для которой

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\rho_n(f)}{v(n)} = \infty.$$

Можно сказать, что в первом случае  $v(n)$  является множителем абсолютной сходимости, а во втором нет.

Так как  $V \subset V[v]$  для любого модуля изменения (см. [3]), то пример (1) дает необходимое условие того, чтобы  $v(n)$  была множителем абсолютной сходимости ряда Фурье. Таким является условие:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{nv(n)} < \infty. \quad (4)$$

Для модулей изменения типа степенных и логарифмических, как следует из теоремы 2, или более общо,\* для модулей изменения, главная часть которых имеет вид  $n^{\alpha_1} |n|^{\alpha_2} n \dots (\ln \dots \ln n)^{\alpha_k}$ , условие (4) является и достаточным.

Вопрос о том, является ли условие (4) достаточным условием того, чтобы  $v(n)$  было множителем абсолютной сходимости ряда Фурье класса  $V[v]$  для любых  $v$ , остается открытым.

Тбилисский государственный университет

Институт прикладной математики

им. акад. И. Н. Векуа

(Поступило 11.2.1983)

მათემატიკა

ზ. ჩანტურია

აბსოლუტური კრივალაობის გამრავლების შესახებ

რეზიუმე

განხილულია საკითხი თუ როდის არის მოცემული ცვლილების მოდული  $v(n)$  ამ მოდულით განსაზღვრული  $V(v)$  კლასის ფუნქციების ფურიეს მწკრივების აბსოლუტური კრივალაობის გამრაველი.

Z. A. CHANTURIA

## ON THE MULTIPLIERS OF ABSOLUTE CONVERGENCE

## Summary

The paper deals with the question of when the given variation modulus  $v(n)$  is a multiplier of absolute convergence of Fourier series of functions from the  $V[v]$  class, defined by means of this modulus.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. К. Бари. Тригонометрические ряды. М., 1961.
2. З. А. Чантурия. ДАН СССР, 214, № 1, 1974.
3. З. А. Чантурия. Сб. «Конструктивная теория функций». София, 1980.



Ш. В. ХЕЛАДЗЕ

О СХОДИМОСТИ РЯДОВ ФУРЬЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 18.2.1983)

Пусть  $f, 2\pi$ —периодическая измеримая функция, интегрируемая на  $[0, 2\pi)$ , а  $\{n_k\}_{k=-\infty}^{\infty}$ —возрастающая последовательность целых чисел, удовлетворяющая условиям  $n_{-k} = -n_k, k=0, 1, 2, \dots$ , и

$$\lim_{k \rightarrow \infty} |n_{k+1} - n_k| = \infty. \tag{1}$$

Рассмотрим ряд Фурье функции  $f$  по системе  $\{\exp\{in_k x\}\}_{k=-\infty}^{\infty}$ :

$$\sum_{k=-\infty}^{\infty} \widehat{f}(n_k) \exp\{in_k x\}, \quad x \in \mathbb{R}, \tag{2}$$

где

$$\widehat{f}(n_k) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} f(x) \exp\{-in_k x\} dx, \quad k \in \mathbb{Z}.$$

(В дальнейшем через  $\mathbb{R}$  будем обозначать множество всех действительных чисел, а через  $\mathbb{Z}$ —множество целых чисел).

Через  $\check{f}$  будем обозначать сопряженную функцию к функции  $f$ , которая определяется равенством

$$\check{f}(x) = \frac{1}{2\pi} (P) \int_0^{2\pi} f(t) \operatorname{ctg} \frac{x-t}{2} dt, \quad x \in \mathbb{R},$$

где символ  $(P)$  означает, что интеграл надо понимать в смысле главного значения. Известно, что этот интеграл существует почти для всех  $x, x \in \mathbb{R}$ , и что вообще говоря,  $\check{f} \in L(0, 2\pi)$  (см. [1], стр. 214 и 410).

Через  $S$  будет обозначаться множество  $2\pi$ -периодических измеримых функций  $s$ , удовлетворяющих условию  $|s(x)| = 1, x \in \mathbb{R}$ , а через  $\mu$ —меру Лебега на  $\mathbb{R}$ .

Известно, что если  $\{n_k\}_{k=-\infty}^{\infty}$ —лакунарная (в смысле Адамара) последовательность целых чисел, то

$$\sum_{k=-\infty}^{\infty} |\widehat{f}(n_k)|^2 < \infty \tag{3}$$

при  $f \in L(\lg^+ L)^{1/2}$  или при  $\check{f} \in L[0, 2\pi)$  (см. [2], стр. 198—199). Для любых интегрируемых функций условие (3), вообще говоря, не верно: существует такая интегрируемая функция  $f$ , что



$$\sum_{k=-\infty}^{\infty} |\widehat{f}(n_k)|^2 = \infty.$$

В качестве примера можно взять функцию

$$f(x) = \sum_{n=1}^{\infty} 2^n n^{-3/2} \chi_{[2^{-n}, 2^{-n+1})}(x) \text{ и } n_k = 2^k, k=0, 1, 2, \dots$$

В предлагаемой работе доказывается следующая

**Теорема 1.** Если последовательность  $\{n_k\}_{k=-\infty}^{\infty}$  удовлетворяет условию (1), то для любой функции  $f, f \in L(0, 2\pi)$  можно найти такую функцию  $s, s \in S$ , что

$$\sum_{k=-\infty}^{\infty} |\widehat{sf}(n_k)|^2 < \infty.$$

Более того, для любых функции  $f, f \in L(0, 2\pi)$ , и  $\varepsilon > 0$  существует такая функция  $s, s \in S$ , что

$$\sum_{k=-\infty}^{\infty} |\widehat{sf}(n_k)|^2 < \varepsilon.$$

**Доказательство.** Нетрудно проверить, что для любого  $m \in \mathbb{Z}$  существует такое натуральное число  $N_m$ , что

$$\int_0^{2\pi} \exp\{imx\} \cdot \exp\{-in_k x\} \cdot \exp\{iN_m x\} dx = 0, k \in \mathbb{Z}$$

(напр.,  $N_m = \left[ \frac{n_{k_m+1} - n_{k_m}}{2} \right]$ , где  $n_{k_m}$  выбрано так, что  $n_{k_m+1} - n_{k_m} > 2m$ ;

это возможно в силу условия (1)). Из последнего следует, что для любого тригонометрического полинома  $P$  можно найти такую функцию  $s, s \in S$ , что для любого  $k \in \mathbb{Z}$

$$\int_0^{2\pi} P(x) s(x) \exp\{-in_k x\} dx = 0. \quad (4)$$

Пусть  $f \in L^2(0, 2\pi)$ . Для любого  $\varepsilon > 0$  существует такой тригонометрический полином  $P$ , что

$$\left( \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} |f(x) - P(x)|^2 dx \right)^{1/2} < \varepsilon.$$

В силу неравенства Бесселя и равенства (4)

$$\begin{aligned} \left( \sum_{k=-\infty}^{\infty} |\widehat{sf}(n_k)|^2 \right)^{1/2} &= \left( \sum_{k=-\infty}^{\infty} |\widehat{SP}(n_k) + (\widehat{sf} - \widehat{sP})(n_k)|^2 \right)^{1/2} \leq \\ &\leq \left( \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} |f(x) - P(x)|^2 dx \right)^{1/2} < \varepsilon. \end{aligned} \quad (5)$$

Пусть  $f$  — произвольная интегрируемая функция из  $L(0, 2\pi)$  и  $\varepsilon > 0$ .  
Рассмотрим функцию

$$\varphi_j(x) = \begin{cases} f(x) & \text{при } |f(x)| \in (j-1, j], \\ 0 & \text{при } |f(x)| \notin (j-1, j], \quad j=1, 2, \dots \end{cases}$$

Очевидно, что  $\varphi_j$ ,  $j=1, 2, \dots$ , — ограниченная функция и

$$f(x) = \sum_{j=1}^{\infty} \varphi_j(x), \quad x \in \mathbb{R}.$$

В силу доказанного выше, для функции  $\varphi_j$  и  $\frac{\varepsilon}{2^j}$ ,  $j=1, 2, \dots$ , существует такая функция  $s_j$ ,  $s_j \in S$ ,  $j=1, 2, \dots$ , что

$$\left( \sum_{k=-\infty}^{\infty} |\widehat{s_j \varphi_j}(n_k)|^2 \right)^{1/2} < \frac{\varepsilon}{2^j}, \quad j=1, 2, \dots \quad (6)$$

Пусть

$$s(x) = \begin{cases} s_j(x) & \text{при } |f(x)| \in (j-1, j), \quad j=1, 2, \dots \\ 1 & \text{при } |f(x)|=0. \end{cases}$$

Очевидно, что  $s \in S$  и для любого  $x \in \mathbb{R}$

$$(sf)(x) = \sum_{j=1}^{\infty} s_j(x) \varphi_j(x).$$

Так, как ряд  $\sum_{j=1}^{\infty} s_j \varphi_j$  сходится к функции  $sf$  в смысле метрики  $L$ ,

то в силу неравенства Минковского, учитывая (6), получаем

$$\left( \sum_{k=-\infty}^{\infty} |\widehat{sf}(n_k)|^2 \right)^{1/2} \leq \sum_{j=1}^{\infty} \left( \sum_{k=-\infty}^{\infty} |\widehat{s_j \varphi_j}(n_k)|^2 \right)^{1/2} \leq \sum_{j=1}^{\infty} \frac{\varepsilon}{2^j} = \varepsilon.$$

Теорема доказана.

Заметим, что если  $\{n_k\}_{k=-\infty}^{\infty}$  — лакунарная последовательность, то первая часть теоремы 1 следует из теорем О. Д. Церетели [3] и Пели (см. [2], стр. 199).

Из этой теоремы, пользуясь теоремой Карлесона [4], следует

Теорема 2. Для любой функции  $f$ ,  $f \in L(0, 2\pi)$  существует такая функция  $s$ ,  $s \in S$ , что ряд

$$\sum_{k=-\infty}^{\infty} \widehat{sf}(n_k) \exp\{in_k x\} \quad (7)$$

сходится почти всюду и в смысле метрики  $L^2(0, 2\pi)$ . Более того, для любых функции  $f$ ,  $f \in L(0, 2\pi)$  и  $\varepsilon > 0$  существует такая функция  $s$ ,  $s \in S$ , что

$$\mu\{x \in [0, 2\pi): s(x) \neq 1\} < \varepsilon$$

и ряд (7) сходится почти всюду и в смысле метрики  $L^2(0, 2\pi)$ .

Аналогичные теоремы справедливы и для подсистем периодических мультипликативных систем Виленкина (в частности, для системы





Радемахера и для подсистем системы Уолша<sup>1</sup>). Более того, условие (1) является необходимым и достаточным для сходимости ряда

$$\sum_{k=0}^{\infty} |\widehat{sf}(n_k)|^2. \quad (2)$$

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

(Поступило 24.2.1983)

მათემატიკა

შ. ხელადე  
ფურის მჰარისთა კრებალოზის უმსახებ  
რეზიუმე

დამტკიცებულია შემდეგი თეორემა: თუ  $\{n_k\}_{k=-\infty}^{\infty}$  მთელ რიცხვთა მიმდევრობა აკმაყოფილებს  $\lim_{|k| \rightarrow \infty} |n_{k+1} - n_k| = \infty$  პირობას, მაშინ ნებისმიერი ინტეგრებადი  $f$  ფუნქციისათვის მოიძებნება ისეთი ზომადი ფუნქცია  $F, |F(x)| = |f(x)|, x \in \mathbb{R}$ , რომ

$$\sum_{k=-\infty}^{\infty} |\widehat{F}(n_k)|^2 < \infty,$$

სადაც  $\widehat{F}(n)$  აღნიშნავს  $F$  ფუნქციის  $n$ -ურ ფურიეს კოეფიციენტს. ანალოგიური თეორემა სამართლიანია ვილენკინის მულტიპლიკატიური სისტემებისათვისაც (კერძოდ, უოლშის სისტემისათვის).

MATHEMATICS

Sh. V. KHELADZE  
ON THE CONVERGENCE OF FOURIER SERIES

Summary

The following theorem is proved: if  $\{n_k\}_{k=-\infty}^{\infty}$  is a sequence of integers satisfying the condition  $\lim_{|k| \rightarrow \infty} |n_{k+1} - n_k| = \infty$ , then for any integral function  $f$  there exists a measurable function  $F, |F(x)| = |f(x)|, x \in \mathbb{R}$ , such that

$$\sum_{k=-\infty}^{\infty} |\widehat{F}(n_k)|^2 < \infty,$$

where  $\widehat{F}(n)$  denotes the  $n$ th Fourier coefficient of  $F$ . A similar theorem is also valid for multiplicative Vilenkin systems (in particular, for the Walsh system).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. К. Бари. Тригонометрические ряды. М., 1961.
2. А. Зигмунд. Тригонометрические ряды. М., 1965.
3. О. Д. Церетели. Мат. заметки, т. 4, № 4, 1968, 461—465.
4. L. Carleson. Acta Math., 116, 1966, 135-157.
5. Ш. В. Хеладзе. Тезисы докл. юбилейной конференции молодых ученых г. Тбилиси, 20—25 апреля 1981 г., 169.

<sup>(1)</sup> Для системы Радемахера теоремы были анонсированы в работе [5].

<sup>(2)</sup> Для системы Уолша справедливость такого результата нам сообщил А. Б. Гулишавили.



И. А. ДЖВАРШЕИШВИЛИ

ОБ ОДНОМ ПРОСТРАНСТВЕ ФРЕШЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Гегелия 24.2.1983)

Пусть  $\omega$  — непрерывная монотонная функция, определенная на  $]0, +\infty[$  и удовлетворяющая следующим условиям:

- а)  $\omega$  — убывающая функция;
- б)  $\lim_{\lambda \rightarrow \infty} \omega(\lambda) = 0$ ;  $\lim_{\lambda \rightarrow 0} \omega(\lambda) = +\infty$ .

в)  $\sup_{\lambda > 0} \frac{\omega(\alpha\lambda)}{\omega(\lambda)} \leq C_\alpha, \alpha > 0$ .

В работе [5] было введено пространство  $A_\omega(D)$  аналитических функций, определенных в единичном круге  $D = \{z: |z| < 1\} \subset \mathbb{C}$ , где  $\mathbb{C}$  — комплексная плоскость. Для каждого  $f \in A_\omega$  был введен функционал  $\|f\|_\omega$ , обладающий следующими свойствами:

- 1)  $\|f\|_\omega = 0 \iff f(z) \equiv 0, z \in D$ ; 2) если  $f, g \in A_\omega$ , то  $\|f + g\|_\omega \leq \|f\|_\omega + \|g\|_\omega$ ; 3) если  $f \in A_\omega$  и  $|a| \geq 1, |b| \leq 1$ , то  $af, bf \in A_\omega$  и  $\|af\|_\omega \leq |a| \|f\|_\omega, \|bf\|_\omega \geq |b| \|f\|_\omega$ .

Очевидно, что если  $f, g \in A_\omega$ , то  $d(f, g) = \|f - g\|_\omega$  — метрика в  $A_\omega$ . Во введенной метрике  $A_\omega$  есть полное, сепарабельное пространство (см. [5]). Пусть функция  $\omega$ , кроме условий (а), (б), удовлетворяет условию

$$(в') \sup_{\lambda > 0} \frac{\omega(\alpha\lambda)}{\omega(\lambda)} \leq \frac{1}{\alpha} \text{ для всех } \alpha > 0.$$

Пространства, соответствующие функциям  $\omega$ , которые удовлетворяют условиям (а) — (в') обозначим через  $\widehat{A}_\omega$ . Справедливо

Предложение. Для любой функции  $f \in \widehat{A}_\omega$  и комплексного числа  $a \neq 0$

$$\|f\|_\omega = \sqrt{|a|} \left\| \frac{f}{a} \right\|_\omega.$$

Рассмотрим последовательность  $\{T_n\}_{n=1}^\infty$  линейных и однородных операторов, действующих из пространства  $\widehat{A}_\omega$  в  $A_{\omega_1}$ . Положим также, что каждый оператор  $T_n$  непрерывен по мере: оператор  $T: \widehat{A}_\omega \rightarrow A_{\omega_1}$  непрерывен по мере, если для любого  $\eta > 0$  существует  $\varepsilon > 0$  так, что из неравенства  $\|f - g\|_\omega < \eta$  следует

$$\mu(\{x: \sup_{z \in \Delta(e^{ix}, \delta)} |T(f, z) - T(g, z)| > a\}) < \varepsilon,$$

где  $\mu$  — одномерная мера Лебега;  $a > 0$  — произвольное фиксированное число, а  $\Delta(e^{ix}, \delta)$ ,  $0 < \delta < 1$ , суть наименьшая выпуклая область, содержащая  $|z| < \delta$  и радиус  $[0, e^{ix}]$ . Далее, для каждой функции  $f \in \widehat{A}_\omega$  положим

$$M(f, \lambda) = \sup_{n > 1} \mu(\{x: \sup_{z \in \Delta(e^{ix}, \delta)} |T_n(f, z)| > \lambda\}). \quad (1)$$

Дальнейшие исследования примыкают к работам [1—4].

**Теорема 1.** Пусть линейные и однородные операторы  $T_n$ ,  $n = \overline{1, \infty}$ , непрерывны по мере и для любой функции  $f \in \widehat{A}_\omega$ .

$$\lim_{\lambda \rightarrow \infty} M(f, \lambda) = 0. \quad (2)$$

Тогда существует непрерывная функция  $v$  на  $]0, +\infty[$ , удовлетворяющая условиям (а), (б), (в) и такая, что для любой функции  $f \in \widehat{A}_\omega$

$$M(f, \lambda) \leq v(\lambda).$$

**Теорема 2.** Пусть линейные и однородные операторы  $T_n$ ,  $n = \overline{1, \infty}$  непрерывны по мере. Если  $V f \in \widehat{A}_\omega$  выполнено условие (2), тогда множество тех функций  $f \in \widehat{A}_\omega$ , для которых  $\lim_{\substack{n \rightarrow \infty \\ m \rightarrow \infty}} \mu(\{x: \sup_{z \in \Delta(e^{ix}, \delta)} |T_n(f, z) - T_m(f, z)| > a\}) = 0$  будет замкнутым в метрике пространства  $\widehat{A}_\omega$ .

**Теорема 3.** Пусть  $T_n$ ,  $n = \overline{1, \infty}$  — линейные и однородные операторы, действующие на  $\widehat{A}_\omega$ . Если  $\lim_{\substack{n \rightarrow \infty \\ m \rightarrow \infty}} \mu(\{x: \sup_{z \in \Delta(e^{ix}, \delta)} |T_n(f, z) - T_m(f, z)| > a\}) = 0$  для любой функций  $f \in \widehat{A}_\omega$  тогда

$$\lim_{\lambda \rightarrow \infty} M(f, \lambda) = 0.$$

**Теорема 4.** Пусть, аналитическая функция  $f: f(z) = \sum_{k=0}^{+\infty} c_k z^k$ , принадлежит пространству  $\widehat{A}_\omega$  и

$$\lim_{k \rightarrow \infty} c_k = 0. \quad (3)$$

Тогда

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \|f - S_n(f, \cdot)\|_\omega = 0,$$

где

$$S_n(f, z) = \sum_{k=0}^n c_k z^k.$$

Следствие. Если выполняются условия теоремы 4, тогда граничные значения частных сумм  $S_n^*(f, e^{ix})$  сходятся по мере к граничным значениям самой функции  $f$ , то есть для любого  $a > 0$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \mu(\{x : |f^+(e^{ix}) - S_n^*(f, e^{ix})| > a\}) = 0.$$

Пример функции, определенной формулой  $(1-z)^{-1} = \sum_{k=0}^{+\infty} z^k$ , показывает, что (3) существенно.

Академия наук Грузинской ССР  
 Вычислительный центр  
 им. Н. И. Мухелишвили

(Поступило 25.2.1983)

მათემატიკა

ი. ჯვარშეიშვილი

ფრეშეს ერთი სივრცის შესახებ \*

რეზიუმე

შემოყვანილია ერთეულოვან წრეში ანალიზურ ფუნქციათა  $\widehat{A}_\omega$  სივრცე. შესწავლილია ოპერატორთა  $T_n: \widehat{A}_\omega \rightarrow A_{\omega 1}$ ,  $n=1, 2, \dots$  მიმდევრობის კრებადობის საკითხი. მიღებულია ზოგიერთი შეფასება აღნიშნული ოპერატორებისათვის.

MATHEMATICS

I. A. JVARSHESHVILI

ON ONE FRECHET SPACE

Summary

The space  $\widehat{A}_\omega$  of analytic functions defined on a unit disc is introduced. The convergence of the sequence of operators  $T_n: \widehat{A}_\omega \rightarrow A_{\omega 1}$ ,  $n \geq 1$  is studied. Several estimates for the indicated operators are obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. М. Никишин. УМН, т. 25, вып. 6, 1970, 129—191.
2. Е. М. Никишин. Изв. АН СССР, сер. матем., т. 36, № 4, 1972, 795—813.
3. А. М. Garcia. Topics in Almost Everywhere Convergence. Chicago, Markham Publ. Co., 1970, X.
4. Г. Г. Кипиани. Сообщения АН ГССР, 71, № 2, 1974.
5. И. А. Джваршейшвили. Сообщения АН ГССР, 112, № 1, 1983.



Л. К. ЗОНЕНАШВИЛИ

## ОБ АСИМПТОТИЧЕСКОМ ПОВЕДЕНИИ СРЕДНЕГО ЧИСЛА ЧАСТИЦ В ВЕТВЯЩЕМСЯ ПРОЦЕССЕ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 10.5.1983)

Рассмотрим следующую модель ветвящегося процесса. Пусть имеется некоторое множество типов  $X$ , на котором выделена некоторая  $\sigma$ -алгебра  $\mathfrak{E}$ . Предположим, что эта  $\sigma$ -алгебра является счетно порожденной. Будем рассматривать частицы, которые могут испытывать превращение по следующему правилу: каждая частица типа  $x$  существует некоторое время  $\tau_x$ , после чего превращается в некоторую совокупность частиц — потомков разных типов. Потомство частицы может зависеть только от ее типа и от возраста, в котором произошло ее превращение. От состава популяции и от ее предыстории потомство не зависит. Нас будет интересовать среднее число частиц в момент времени  $t$ . Будем предполагать, что в начальный момент существует одна новорожденная частица некоторого типа  $x$ .

Обозначим через  $A(t, x, S)$  среднее число частиц в момент времени  $t$ , типы которых попадают во множество  $S \in \mathfrak{E}$  при условии, что в начальный момент существует одна новорожденная частица типа  $x$ .

Обозначим через  $m(u, x, S)$  среднее число непосредственных потомков одной частицы типа  $x$ , типы которых попадают во множество  $S \in \mathfrak{E}$ , при условии, что превращение произошло в возрасте  $u$ .

Положим также  $G_x(t) = P\{\tau_x \leq t\}$  — функция распределения времени жизни одной частицы типа  $x$ .

Такая модель ветвления входит в класс общих ветвящихся процессов, описанный в книге ([1], гл. 12).

Используя общие уравнения для производящих функционалов [1], можно получить уравнение для интересующего нас среднего числа частиц, но в данной ситуации это уравнение очень просто выводится отдельно.

Действительно, возможны два варианта: либо до момента времени  $t$  превращения не было, либо было. В первом случае искомое среднее число частиц равно  $\delta_S(x) = \begin{cases} 1, & x \in S \\ 0, & x \notin S \end{cases}$ , а вероятность этого события равна  $1 - G_x(t)$ .

Или же в некоторый промежуточный момент времени  $0 \leq u \leq t$  первоначально существующая частица претерпела превращение с вероятностью  $dG_x(u)$ . Каждая из частиц — потомков какого-либо типа  $y$ , к моменту  $t$  в среднем дает  $A(t-u, y, S)$  частиц интересующих нас типов. А так как в среднем мы имеем  $m(u, x, dy)$  частиц типа  $y$ , то всего к





моменту времени  $t$  мы получим  $\int_X m(u, x, dy) A(t-u, y, S)$  частиц интегрирующих нас типов, Значит,

$$A(t, x, S) = \delta_S(x) (1 - G_x(t)) + \int_0^t dG_x(u) \int_X m(u, x, dy) A(t-u, y, S). \quad (1)$$

Это есть уравнение типа восстановления.

Исследование асимптотического поведения решения этого уравнения будем проводить на основе заметки [2]. Согласно основному результату этой заметки свойства решения уравнения (1) существенно зависят от свойства ядра

$$M(du, x, dy) = dG_x(u) m(u, x, dy).$$

С использованием этого ядра уравнение переписется таким образом:

$$A(t, x, s) = \delta_S(x) (1 - G_x(t)) + \int_0^t \int_X M(du, x, dy) A(t-u, y, S). \quad (2)$$

Следуя (2) введем еще одно обозначение:  $M(x, dy) = \int_0^\infty M(du, x, dy)$ .

Это ядро представляет собой не что иное как полное число непосредственных потомков типа  $y$ , одной частицы типа  $x$ .

Чтобы применить результаты заметки [2], следует предположить (и мы это постоянно будем делать), что ядро  $M(x, dy)$  ограничено, т. е.  $M(x, X)$  является ограниченной функцией по  $x$ .

Следующее предположение состоит в том, что ядро  $M(x, dy)$  возвратно в смысле заметки [2]. При этом предположении можно сослаться на теорему 1 из [2] и утверждать, что спектральный радиус  $r$  ограниченного оператора  $M$  (который обычным образом порождается ядром  $M(x, dy)$ ) обладает следующим свойством: существует единственная (с точностью до положительного множителя) строго положительная функция  $h(x)$  и единственная (с точностью до положительного множителя)  $\sigma$ -конечная мера  $\mu(dx)$  такие, что

$$\int_X \mu(dx) M(x, S) = r \mu(S),$$

$$\int_X M(x, dy) h(y) = r h(x).$$

Предположим теперь, что ядро  $M(du, x, dy)$  не решеточно (тоже в смысле заметки [2]). Наконец, последнее предположение состоит в том, что  $r=1$ , т. е. рассматривается критический процесс, и что конечны следующие величины:

$$m = \int_X \mu(dx) \int_X \int_0^\infty u M(du, x, dy) h(y) < \infty, \quad (3)$$

$$\int_X \mu(dy) \int_0^{\infty} [1 - G_y(t)] dt < \infty,$$

$$\mu(x) < \infty.$$

В сделанных предположениях имеем

$$\lim_{t \rightarrow \infty} A(t, x, S) = \frac{1}{m} h(x) \int_S \mu(dy) \int_0^{\infty} (1 - G_y(t)) dt. \quad (3)$$

Чтобы убедиться в справедливости этой формулы надо только проверить два условия:

$$\sum_{n=0}^{\infty} \int_X \mu(dx) \sup_{n < t < n+1} (1 - G_x(t)) < \infty, \quad (4)$$

$$\lim_{\Delta \downarrow 0} \Delta \sum_{n=0}^{\infty} \int_X \mu(dx) \times$$

$$\times \left\{ \sup_{n\Delta < t < n\Delta + \Delta} (1 - G_x(t)) - \inf_{n\Delta < t < n\Delta + \Delta} (1 - G_x(t)) \right\} = 0. \quad (5)$$

Условие (4) выполняется в силу (3). Действительно, в силу монотонности функции  $G_x(t)$

$$\sup_{n < t < n+1} (1 - G_x(t)) = 1 - G_x(n).$$

Значит выражение (4) равно

$$\sum_{n=0}^{\infty} \int_X \mu(dx) (1 - G_x(n)) = \int_X \mu(dx) \sum_{n=0}^{\infty} (1 - G_x(n)) \leq$$

$$\leq \int_X \mu(dx) \left\{ 1 + \int_0^{\infty} [1 - G_x(t)] dt = \right.$$

$$\left. = \mu(X) + \int_X \mu(dx) \int_0^{\infty} [1 - G_x(t)] dt < \infty. \right.$$

Проверим теперь условие (5). Выражение под знаком предела в левой части (опять в силу монотонности  $G_x(t)$ ) равно:

$$\Delta \sum_{n=0}^{\infty} \int_X \mu(dx) [G_x(n\Delta + \Delta) - G_x(n\Delta)] =$$

$$= \Delta \int_X \mu(dx) \sum_{n=0}^{\infty} [G_x(n\Delta + \Delta) - G_x(n\Delta)] =$$

$$= \Delta \int_X \mu(dx) = \Delta \mu(X) \xrightarrow{\Delta \downarrow X} 0.$$

Формула (3<sup>1</sup>) полностью доказана.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 12.5.1983)

მათემატიკა

ლ. ზონენაშვილი

ნაწილაკთა საშუალო რიცხვის ასიმპტოტური ქოფაქცევის უმსახებ  
განზომილებად პროცესში

რეზიუმე

გამოკვლეულია ნებისმიერსიმრავლიან ნაწილაკთა საშუალო რიცხვის ასიმპტოტური ქოფაქცევა, როცა განზომილებადი პროცესი კრიტიკულია. აღდგენითი მეთოდის საშუალებით მტკიცდება, რომ ნაწილაკთა საშუალო რიცხვი კრიტიკულ განზომილებად პროცესში მისწრაფვის დადებითი ზღვრისაკენ.

MATHEMATICS

L. K. ZONENASHVILI

## ON THE ASYMPTOTICAL BEHAVIOUR OF THE MEAN NUMBER OF PARTICLES IN THE BRANCHING PROCESS

Summary

The asymptotical behaviour of the mean number of particles with an arbitrary set of types is studied under the condition of critical branching process. The use of the method of restoration proves that the mean number of particles in the critical branching process has a positive limit.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. А. Севастьянов. Ветвящиеся процессы. М., 1971, 436.
2. В. М. Шуренков. Тезисы докладов «Третья междунар. вильнюсская конфер. по теории вероятн. и матем. статистике. Вильнюс, 1981, 260—263.



ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

Л. Г. ДОБОРДЖИНИДЗЕ

РЕШЕНИЕ НЕЛИНЕЙНОЙ ЗАДАЧИ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ  
ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ГОРНОГО  
МАССИВА С ВЫРАБОТКОЙ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 10.6.1983)

Пусть в рассматриваемом горном массиве из нелинейно-упругого материала гармонического вида [1] на определенной глубине от поверхности земли заложен горизонтальный угольный пласт. Кровля над углем может свободно скользить по пласту. При этом линия раздела между пластом и вышележащими породами остается горизонтальной прямой после проведения выработки. Слоистостью горных пород пренебрегаем [2]. Кроме того, предполагается, что процесс добычи угля или образование выработки происходит достаточно длительное время и имеется только одна выработка, имеющая в сечении прямоугольный профиль. Тогда в любом сечении, проведенном в перпендикулярном направлении к выемке, картину распределения напряжений и смещений можно считать одинаковой и поставленную задачу моделировать как плоскую для нелинейно-упругой полуплоскости  $S$  плоскости переменной  $z = x + iy$  с одной щелью  $L_1 = ]-a; a[$  вдоль действительной оси  $L$ . Напряжения в каждой точке  $L$  имеют характер гидростатических. Далее введем обозначение  $L_2 = L \setminus L_1$ .

Тогда граничные условия задачи можно представить в виде

$$X_y = 0, Y_y = X_x = N(x) \text{ на } L, Y_y = \gamma H \text{ на } L_1, \quad (1)$$

$$v'_x = \frac{\sigma v}{\partial x} = 0 \text{ на } L_2, \quad (2)$$

где  $X_x, Y_y, X_y$  — компоненты тензора напряжения;  $v$  — вертикальное упругое смещение;  $H$  — глубина залегания пласта (предполагается, что  $H$  — величина не очень малая);  $\gamma$  — средний удельный вес вышележащих над пластом горных пород.

После решения задачи, для получения полной картины распределения напряжений и смещений, к найденным значениям  $X_x, Y_y, X_y, u, v$  следует прибавить следующие значения начальных напряжений и смещений соответственно [2]

$$X_x^* = \alpha \gamma (y - H), Y_y^* = \gamma (y - H), X_y^* = 0, u^* = 0, v^* = \frac{\gamma}{2(\lambda + \mu)} (y - H)^2 + C. \quad (3)$$

Формулами (3) определяется поле упругих элементов в ненарушенном горном массиве [2].

Для решения задачи воспользуемся комплексными представлениями полей напряжений и смещений для упругой полуплоскости  $S$  через аналитические функции  $\phi(z)$  и  $\psi(z)$  [4]



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

$$u + iv = \frac{\mu}{\lambda + 2\mu} \int \varphi'^2(z) dz + \frac{\lambda + \mu}{\lambda + 2\mu} \left[ \frac{\varphi(z)}{\varphi'(z)} + \overline{\psi(z)} \right] - z, \quad (5)$$

где

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

$$\frac{\partial z^*}{\partial \bar{z}} = -\frac{\lambda + \mu}{\lambda + 2\mu} \left[ \frac{\varphi(z) \overline{\varphi''(z)}}{\varphi'^2(z)} - \overline{\psi'(z)} \right], \quad (6)$$

$$\sqrt{T} = \frac{\partial z^*}{\partial z} \frac{\partial \bar{z}^*}{\partial \bar{z}} - \frac{\partial z^*}{\partial z} \frac{\partial \bar{z}^*}{\partial z}, \quad q = 2 \left| \frac{\partial z^*}{\partial z} \right|, \quad \Omega(q) = q - \frac{2(\lambda + \mu)}{\lambda + 2\mu}. \quad (7)$$

В рассматриваемом случае, при больших  $|z|$  имеем

$$\varphi'(z) = 1 + 0(z^{-1}), \quad \psi'(z) = 0(z^{-1}). \quad (8)$$

Из (4) и (6) на основании двух первых соотношений (1) получим

$$\frac{\overline{\varphi(x)} \varphi''(x)}{\varphi'^2(x)} - \psi'(x) = 0 \text{ на } L. \quad (9)$$

С использованием (9) из первого соотношения (4) и (5) находим

$$|\varphi'^2(x)| = \frac{\lambda + \mu}{\mu} \frac{2\mu + \gamma H}{2(\lambda + \mu) - \gamma H} \text{ на } L_1,$$

$$|\varphi'^2(x)| = \frac{\lambda + \mu}{\mu} \frac{2\mu + N(x)}{2(\lambda + \mu) - N(x)} \text{ на } L_2. \quad (10)$$

$$u'_x + iv'_x = \varphi'^2(x) \left[ \frac{\mu}{\lambda + 2\mu} + \frac{\lambda + \mu}{\lambda + 2\mu} \frac{1}{|\varphi'^2(x)|} \right] - 1 \text{ на } L. \quad (11)$$

Граничные условия (10) на основании (8) определяют функцию  $\varphi'(z)$  в следующем виде:

$$\varphi'(z) = \exp \frac{1}{\pi i} \left[ \int_a^\infty F(x) \left( \frac{1}{x+z} + \frac{1}{x-z} \right) dx + G \ln \frac{z-a}{z+a} \right], \quad z \in S, \quad (12)$$

где введены обозначения

$$F(x) = \frac{1}{2} \ln \frac{\lambda + \mu}{\mu} \frac{2\mu + N(x)}{2(\lambda + \mu) - N(x)}, \quad G = \frac{1}{2} \ln \frac{\lambda + \mu}{\mu} \frac{2\mu + \gamma H}{2(\lambda + \mu) - \gamma H}. \quad (13)$$

Теперь попытаемся удовлетворить условию (2). Для этого внесем предельные значения  $\varphi'(z)$  (определяемые формулой (12)) в соотношении  $\text{Im} \varphi'^2(x) = 0$  следующего из (2) и (11). Тогда для определения функции  $F(x)$  получим следующее сингулярное интегральное уравнение первого рода

$$\int_{L_2} \frac{F(x) dx}{x-x_0} = G \ln \frac{x_0+a}{x_0-a} = Q(x_0). \quad (14)$$





Мы ищем неограниченное в точках  $-a$ ,  $a$  решение этого уравнения. Следуя [5], можно убедиться, что такое решение (с учетом условия  $N(-x) = N(x)$ ) будем иметь вид

$$F(x) = -\frac{a^2 G}{\sqrt{x^2 - a^2} (\sqrt{x^2 - a^2} + |x|)} \quad \text{при } |x| > a. \quad (15)$$

Отсюда на основании (13) находим искомое значение  $N(x)$  на  $L_2$  в виде

$$N(x) = \frac{2\mu(\lambda + \mu) \left\{ \left[ \exp \frac{-a^2}{\sqrt{x^2 - a^2} (\sqrt{x^2 - a^2} + |x|)} \ln \left( \frac{\lambda + \mu}{\mu} \frac{2\mu + \gamma H}{2(\lambda + \mu) - \gamma H} \right) \right] - 1 \right\}}{\lambda + \mu + \mu \exp \frac{-a^2}{\sqrt{x^2 - a^2} (\sqrt{x^2 - a^2} + |x|)} \ln \frac{\lambda + \mu}{\mu} \frac{2\mu + \gamma H}{2(\lambda + \mu) - \gamma H}} \quad (16)$$

Подставим (15) в правую часть (12). Тогда после некоторых вычислений получим

$$\varphi'(z) = \exp \left[ \frac{1}{2} \ln \frac{\lambda + \mu}{\mu} \frac{2\mu + \gamma H}{2(\lambda + \mu) - \gamma H} \right] \left( 1 - \frac{z}{\sqrt{z^2 - a^2}} \right). \quad (17)$$

По линейной классической теории известно [2]

$$N(x) = -\frac{a^2 \gamma H}{\sqrt{x^2 - a^2} (\sqrt{x^2 - a^2} + |x|)}, \quad \varphi'(z) = -\frac{\gamma H}{2} \left( \frac{z}{\sqrt{z^2 - a^2}} - 1 \right). \quad (18)$$

После определения  $\varphi(z)$  другую искомую функцию  $\psi(z)$  определяем из (8) и (9) в виде

$$\psi'(z) = -\frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{\overline{\varphi(x)} \varphi''(x) dx}{\varphi'^2(x) (x-z)}, \quad z \in S. \quad (19)$$

Этим задача решена. Напряжения и смещения в породе над пластом находим из (4), (5), (17), (19) известными операциями вычислительного характера.

Из сравнения (6) и (7) очевидно, что вблизи точек  $x = \pm a$  нормальные добавочные напряжения по расчетам линейной теории перестают быть ограниченными, когда по нелинейной теории в указанной окрестности они принимают конечные значения, равные  $2(\lambda + \mu)$ . Если ширина выемки не мала, это свидетельствует об образовании пластических зон в углах выработки.

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

ლ. დობორჯგინიძე

დრეკადობის თეორიის არაწრფივი ამოცანა გამონამუშევრის მქონე მთის მასივში დაძაბული ვიბრომარეოზის განსაზღვრის შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილია დრეკადობის არაწრფივი თეორიის ამოცანა მთის მასივში მდებარე ქვანახშირის ფენაში გვირაბის ვაგუნით წარმოქმნილი დაძაბულობის ველის განსაზღვრის შესახებ.

THEORY OF ELASTICITY

L. G. DOBORJGINIDZE

TOWARD THE SOLUTION OF A NONLINEAR PROBLEM OF THE  
 THEORY OF ELASTICITY ON THE DETERMINATION OF THE  
 STRESS STATE OF A ROCK MASS WITH A WORKING

Summary

A plane problem of determining the stresses arising in a rock mass of harmonic type nonlinear elastic material under the influence of  $\sigma_1$  one working is considered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. F. John. Communications on pure and applied mathematics., 13, № 2, 1960.
2. С. Г. Михлин. Изв. АН СССР, ОТН, № 7—8, 1942.
3. С. А. Христианович. Механика сплошной среды. М., 1981.
4. Л. Г. Доборджинидзе. Труды ГПИ, № 5 (226), 1980.
5. Н. И. Мухелишвили. Сингулярные интегральные уравнения. М., 1968.

ლ. დობორჯგინიძე

დრეკადობის თეორიის არაწრფივი ამოცანა გამონაჟუშევრის მქონე მთის მასივში დაძაბული მდგომარეობის განსაზღვრის შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილია დრეკადობის არაწრფივი თეორიის ამოცანა მთის მასივში მდებარე ქვანახშირის ფენაში გვირაბის გველენით წარმოქმნილი დაძაბულობის ველის განსაზღვრის შესახებ.

THEORY OF ELASTICITY

L. G. DOBORJGINIDZE

TOWARD THE SOLUTION OF A NONLINEAR PROBLEM OF THE  
 THEORY OF ELASTICITY ON THE DETERMINATION OF THE  
 STRESS STATE OF A ROCK MASS WITH A WORKING

Summary

A plane problem of determining the stresses arising in a rock mass of harmonic type nonlinear elastic material under the influence of one working is considered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. F. John. Communications on pure and applied mathematics., 13, № 2, 1960.
2. С. Г. Михлин. Изв. АН СССР, ОТН, № 7—8, 1942.
3. С. А. Христианович. Механика сплошной среды. М., 1981.
4. Л. Г. Доборджинидзе. Труды ГПИ, № 5 (226), 1980.
5. Н. И. Мусхелишвили. Сингулярные интегральные уравнения. М., 1968.



А. Г. УШВЕРИДZE

## НОВЫЙ МЕТОД НАХОЖДЕНИЯ АСИМПТОТИК РЯДОВ ТЕОРИИ ВОЗМУЩЕНИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. А. Харадзе 24.3.1983)

Метод теории возмущений (ТВ) — один из возможных методов вычисления средних

$$G^{2h} = \int D\varphi \varphi^{2h}(0) \exp\{-S[\varphi]\} \quad (1)$$

в одномерных евклидовых теориях скалярного поля  $\varphi$  с действием  $S[\varphi]$ . Суть его состоит в разбиении действия  $S[\varphi]$  на невозмущенную часть  $N[\varphi]$  и возмущение  $S[\varphi] - N[\varphi]$  и в разложении средних в ряд по степеням последнего:

$$G^{2h} = \sum_{n=0}^{\infty} G_n^{2h}, \quad G_n^{2h} = \frac{1}{n!} \int D\varphi \varphi^{2h}(0) (N[\varphi] - S[\varphi])^n \exp\{-N[\varphi]\}. \quad (2)$$

Часто возникает задача вычисления  $G_n^{2h}$  в пределе  $n \rightarrow \infty$ . В стандартной ТВ эта задача решается методом перевала [1]. Однако этот метод не универсален. Так, например, при вычислении  $G_n^{2h}$  в пределе  $n \rightarrow \infty$  в нестандартной ТВ [2, 3] оказывается, что перевальных функций просто не существует.

В настоящей работе предлагается новый метод вычисления асимптотики рядов ТВ, работающий и вне области применимости метода перевала. Идею его мы изложим на примере теории с действием:

$$S[\varphi] = \frac{1}{2} \int (\dot{\varphi}^2 + \varphi^2) dx + \lambda \int \varphi^{2p} dx, \quad \lambda \geq 0, \quad p \geq 1. \quad (3)$$

Ряды стандартной ТВ для средних (1) в теории (3), соответствующей выбору  $N[\varphi] = \frac{1}{2} \int (\dot{\varphi}^2 + \varphi^2) dx$ , как известно, расходятся. Мы рассмотрим здесь нестандартную ТВ, основанную на следующем выборе невозмущенной части:

$$N[\varphi] = \frac{1}{2} \int (\dot{\varphi}^2 + \varphi^2) dx + a \left[ \frac{1}{2} \int (\dot{\varphi}^2 + \varphi^2) dx \right]^p, \quad (4)$$

где

$$a \geq \left[ \frac{p}{p-1} B \left( \frac{p}{p-1}, \frac{p}{p-1} \right) \right]^{-(p-1)} \frac{\lambda}{2p}. \quad (5)$$



При таком выборе параметра  $a$  обеспечиваются неравенства

$$N[\varphi] \geq |S[\varphi] - N[\varphi]|, \quad N[\varphi] \geq S[\varphi], \quad (6)$$

необходимые для сходимости ряда (2) и его знакопостоянства в асимптотике [2].

Чтобы найти асимптотику этого ряда, представим его члены  $G_n^k$  в виде

$$G_n^k = \frac{a^n}{n!} \int_0^\infty dt t^{p^{n-1}} \exp\{-t - at^p\} \int_0^1 du (1-u)^n u^{-1} \alpha^{2k} \int D\varphi \varphi^{2k}(0) \cdot \\ \cdot \delta\left(1 - \frac{\alpha^2}{2t\beta} \int \dot{\varphi}^2 dx - \frac{\alpha^2\beta}{2t} \int \varphi^2 dx\right) \delta\left(1 - \frac{\lambda\alpha^{2p}\beta}{at^pu} \int \varphi^{2p} dx\right), \quad (7)$$

где  $\alpha$  и  $\beta$  — произвольные пока числа. При выводе (5) мы воспользовались свойством меры  $D\alpha\varphi(\beta x) = D\varphi(x)$ , справедливом в размерной регуляризации. Будем считать теперь  $\alpha$  и  $\beta$  функциями от  $t$  и  $u$ , подобрав их так, чтобы в пределе  $n \rightarrow \infty$  зависимость функционального интеграла от переменных  $t$  и  $u$  в той области их изменения, где в основном набирается двойной числовой интеграл, стала пренебрежимо слабой. При наличии нескольких возможностей такого выбора предпочтение будем отдавать той, при которой вклад двойного числового интеграла максимален. Нетрудно убедиться в том, что выбор

$$\alpha^2 = \left(\frac{a}{\lambda} u\right)^{\frac{1}{p+1}} t, \quad \beta = \left(\frac{a}{\lambda} u\right)^{\frac{1}{p+1}} \quad (8)$$

является единственно правильным. С учетом формул (8) формула (7) приобретает вид

$$G_n^k = \frac{a^n}{n!} \int_0^\infty dt t^{p^{n+k-1}} \exp\{-t - at^p\} \int_0^1 du (1-u)^n u^{\frac{k}{p+1}-1} \cdot \\ \cdot \left(\frac{a}{\lambda}\right)^{\frac{k}{p+1}} \int D\varphi \varphi^{2k}(0) \delta\left(1 - \int \varphi^{2p} dx\right) \cdot \\ \cdot \delta\left(1 - \frac{1}{2} \int \dot{\varphi}^2 dx - \left(\frac{a}{\lambda} u\right)^{\frac{2}{p+1}} t \int \varphi^2 dx\right). \quad (9)$$

Нетрудно видеть, что в пределе  $n \rightarrow \infty$  числовые интегралы в (9) набираются, соответственно, при  $t \sim n^{1/p}$  к  $u \sim n^{-k}$ .

Разложив функциональный интеграл в (9) в ряд по степеням малой в указанном пределе величины  $u^{2/(p+1)} t \sim n^{-(p-1)/(p+1)}$  и проведя несложные преобразования, получим асимптотическое разложение для  $G_n^k$ :

$$G_n^k = a^n \Gamma^{-1}\left(\frac{k}{p+1} + n + 1\right) \int_0^\infty dt t^{p^{n+k-1}} \exp\{-t - at^p\}.$$



$$\cdot \left\{ \sum_{l=0}^{N-1} \left( \frac{a}{\lambda} \right)^{\frac{k+2l}{p+1}} \frac{\Gamma \left( \frac{k}{k+1} + n + 1 \right)}{\Gamma \left( \frac{k+2l}{p+1} + n + 1 \right)} \cdot C_l^{2k} + O \left( \frac{1}{n^{(2N)/(p+1)}} \right) \right\}, \quad (10)$$

в котором

$$G_l^{2k} = (-1)^l 2^{-l} (l!)^{-1}. \quad (11)$$

$$\cdot \Gamma^{-1} \left( \frac{k+2l}{p+1} - 2l \right) \cdot \int D\varphi \varphi^{2k} (0) \left( \int \varphi^2 dx \right)^l \exp \left\{ -\frac{1}{2} \int \dot{\varphi}^2 dx - \int \varphi^{2p} dx \right\}.$$

В главном по  $n$  приближении формула (10) приобретает вид

$$G_n^{2k} \approx \frac{1}{n} \left( \frac{n}{a} \right)^{\frac{k}{p(p+1)}} \exp \left\{ -\sqrt{\frac{p}{n}} \right\} \cdot \frac{C_0^{2k}}{\rho \lambda^{k/(p+1)}}. \quad (12)$$

Из (12) следует, что ряд (2) нестандартной ТВ в асимптотике сходится и знакоположителен. Методика точного вычисления членов  $G_n^{2k}$  была описана в работах [2, 3].

В заключение отметим, что приведенный метод допускает обобщение на случай и более сложных теорий и, что особенно интересно, на случай теорий, содержащих ферми-поля.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт физики

(Поступило 15.4.1983)

ფიზიკა

ა. უშვერიძე

შეფუთვების თეორიის მწკრივების ასიმპტოტიკის გამომთვლის ახალი მეთოდი

რეზიუმე

მოწოდებულია შეფუთვების თეორიის მწკრივების ასიმპტოტიკის გამომთვლის ახალი მეთოდი. აღნიშნული მეთოდის საშუალებით გამოთვლილია შეფუთვების თეორიის მწკრივების ასიმპტოტიკა ერთგანზომილებიან ევკლიდურ სკალარულ ველის თეორიაში.

PHYSICS

A. G. USHVERIDZE

A NEW METHOD OF FINDING THE ASYMPTOTIC BEHAVIOURS OF THE PERTURBATION THEORY SERIES

Summary

A new method is proposed for determining the asymptotic behaviours of the perturbation theory series, which works also outside the sphere of applicability of the saddle-point method. The powers of the proposed method

are demonstrated with the example of the one-dimensional Euclidean theory of the scalar field. The asymptotic behaviours of the series of the non-standard (convergent) perturbation theory are calculated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. I. Zinn-Zustin. Phys. Rep., 70, № 2, 1981.
2. B. S. Shaverdyan, A. G. Ushveridze. Phys Lett. B, 123, p. 316, 1983.
3. А. Г. Ушверидзе. ЯФ, 38, № 2, 1983.

М. И. ДЖИБЛАДЗЕ, Г. Г. МШВЕЛИДZE, Р. Р. ЭРИКАШВИЛИ,  
З. Г. ЭСИАШВИЛИ

## ПРОСВЕТЛЕНИЕ ЦЕНТРОВ ОКРАСКИ В СТЕКЛОВОЛОКОННОМ НЕОДИМОВОМ ЛАЗЕРЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 31.8.1983)

В ряде работ (см., например, [1—3]) нами было показано, что лазер, активная среда которого представляет собой волокно длиной 1,5—2 м, диаметром 40—60 мкм из силикатного стекла, активированного ионами неодима, генерирует последовательность регулярных гигантских импульсов. Эти импульсы образованы за счет модуляции добротности волоконного резонатора вследствие просветления короткоживущих центров окраски, возникающих в стекле под действием фиолетовой части спектра накачки. Исследование временной структуры отдельных гигантских импульсов показало, что просветление центров окраски приводит к частичной самосинхронизации мод стекловолоконного неодимового лазера [4]. В настоящей статье приведены результаты исследования механизма просветления короткоживущих центров окраски (КЦО), приводящего к пассивной модуляции добротности волоконного резонатора.

От обычного лазера с пассивной модуляцией добротности просветляющимися фильтрами рассматриваемый лазер отличается тем, что поглощающие КЦО непрерывно распределены по всей длине активного элемента, а их общее число меняется в процессе накачки. Кроме того, обратная связь в волоконном лазере осуществляется как резонансным путем (за счет отражений на торцах), так и нерезонансным (за счет отражения на неоднородностях и изгибах волокна). Указанные отличия волоконных лазеров от обычных лазеров с просветляющимися фильтрами приводят к частичной самосинхронизации мод в стекловолоконном неодимовом лазере [4].

Как известно [5], в обычных лазерах с просветляющимися фильтрами структура излучения при самосинхронизации мод существенно зависит от положения кюветы с просветляющей жидкостью в резонаторе. Нелинейность просветления жидкости вследствие насыщения поглощения красителя приводит к независимому росту отдельных флюктуационных выбросов интенсивности, разделенных интервалом времени  $T$ , равным времени обхода светом резонатора. При этом в резонаторе постепенно исчезают слабые флюктуационные выбросы и лазер излучает серию ультракоротких световых импульсов [5]. В случае лазера на неодимовом стекловолокне пассивный затвор, которым является КЦО, распределен по всей длине волокна, а его просветление может осуществиться двумя путями: первый — это насыщение перехода между уровнями КЦО под действием излучения неодима (как это происходит в обычных красителях), а второй — уничтожение КЦО из-за поглощения фотонов, излучаемых возбужденными атомами неодима. Действительно, КЦО самопроизвольно рекомбинируются (уничтожаются) за времена меньше миллисекунды и время их существования резко сокращается с ростом температуры [2]. Следует ожидать, что возбужденные под влиянием излучения неодима КЦО будут рекомбинироваться значительно быстрее.



Для исследования механизма просветления КЦО в стекловолокне излучением с длиной волны 1,06 мкм нами были проведены эксперименты по усилению серии сверхкоротких световых импульсов неодимовыми стекловолокнами. Серии усталиваемых сверхкоротких импульсов были получены стекловолоконным неодимовым лазером, работающим в режиме самосинхронизации мод [4]. На рис. 1 представлена серия импульсов, усиливаемых (1) и усиленных (2) стекловолоконным квантовым усилителем в отсутствие (а) и в присутствии (б) КЦО в стекловолокне. Здесь же приведены зависимости коэффициента усиления стекловолоконной активной среды от времени в течение цуга ультракоротких световых импульсов в случаях, соответствующих а и б.

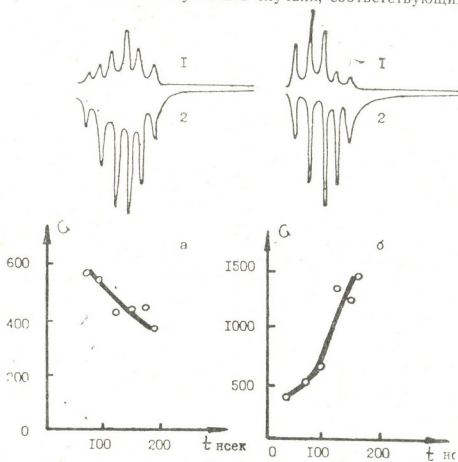


Рис. 1

Анализ вышеприведенных экспериментальных результатов показывает, что в отсутствие КЦО (случай а) коэффициент усиления волоконного усилителя монотонно падает к концу цуга импульсов, что вызвано уменьшением величины инверсии населенности уровней неодима за счет усиления микроимпульсов. Наиболее интересным является тот факт, что в присутствии КЦО (случай б) микроимпульсы, находящиеся в передней части цуга, усиливаются в несколько раз слабее, чем последующие за ними микроимпульсы. Если предположить просветление КЦО насыщением перехода, учитывая крайне короткие времена релаксации возбужденных уровней КЦО, после прохождения каждого микроимпульса коэффициент поглощения КЦО должен восстанавливаться, и так как эффект насыщения перехода зависит от мощности светового импульса, то наиболее мощные импульсы, находящиеся в середине цуга, должны усиливаться сильнее. Так как экспериментальные результаты дают иную картину усиления в присутствии КЦО и наблюдается резкое возрастание коэффициента усиления к концу цуга импульсов, можно предположить, что первые микроимпульсы в цуге, возбуждая КЦО, способствуют их быстрому уничтожению (рекомбинации) и последующие микроимпульсы усиливаются

при меньших концентрациях КЦО, что и приводит к увеличению коэффициента усиления к концу цуга микроимпульсов (рис. 1,б).

Таким образом, приведенные экспериментальные результаты показывают, что просветление КЦО в стекловолокнах в основном происходит за счет рекомбинации центров окраски, а не за счет насыщения перехода между уровнями КЦО.

Следует отметить, что эффект просветления красителя, вызванный насыщением перехода, способствует выделению наиболее мощных микроимпульсов, разделенных интервалом времени  $T$ , тогда как просветление за счет уничтожения КЦО имеет меньшую избирательность по амплитудам микроимпульсов и может способствовать усилению и генерации серии сверхкоротких импульсов и с меньшей амплитудой. Это может привести к усложнению структуры гигантских импульсов, представленных на рис. 2,а,б, и к частичной самосинхронизации мод в стекловолоконном неодимовом лазере [4]. Здесь в каждом импульсе наблюдается субструктура, представляющая собой совокупность различных серий импульсов наносекундной и субнаносекундной длительности, причем различные серии микроимпульсов сдвинуты во времени случайным образом.

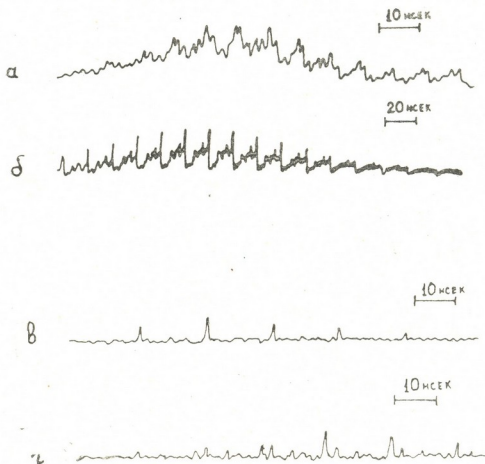


Рис. 2

Проведенные нами эксперименты показали, что в отсутствии КЦО (за счет фильтрации фиолетовой части спектра накачки) можно достичь резкого улучшения картины самосинхронизации мод стекловолоконного лазера применением раствора на красителе в качестве пассивного затвора. Вблизи одного из концов волокна помещалось сферическое зеркало, а между зеркалом и концом волокна находилась просветляющая жидкость. На рис. 2,а, г, представлены осциллограммы излучения стекловолоконного неодимового лазера с просветляющимся фильтром на красителе. Оказалось, что полную самосинхронизацию мод можно получить на пороге генерации (рис. 2,в). В излу-





чении лазера наблюдается серия ультракоротких световых импульсов с периодом  $T$ , но незначительное превышение мощности накачки над порогом приводит к появлению второй серии импульсов (с периодом  $T$ ), но смещенной во времени относительно первой серии (рис. 2,г).

Таким образом, проведенные нами эксперименты показали, что пассивная модуляция добротности короткоживущими центрами окраски в стекловолоконных неодимовых лазерах происходит в основном за счет их уничтожения под действием излучения неодима.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 2.9.1983)

ფიზიკა

მ. ჯიბლაძე, გ. მშველიძე, რ. მერიკაშვილი, ზ. ესიაშვილი

შედეგების ცენტრების გამგვირვალობა მინის ბოჭკოვან ლაზერში

რეზიუმე

შესწავლილია ხანმოკლე შედეგების ცენტრების გამგვირვალობის მექანიზმი, რომელიც იწვევს ნეოდიმის მინის ბოჭკოვანი ლაზერების რეზონატორთა პასიურ მოდულაციას. ნაჩვენებია, რომ შედეგების ცენტრების გამგვირვალობა ხორციელდება არა მათი შთანთქმის გავრებით, არამედ ხანმოკლე შედეგების ცენტრების გაქრობით.

PHYSICS

M. I. DJIBLADZE, G. G. MSHVELIDZE, R. R. ERIKASHVILI,  
Z. G. ESIASHVILI

## ENLIGHTENMENT OF THE COLOUR CENTRES IN GLASS-FIBRE NEODYMIUM LASERS

### Summary

The mechanisms of shortlived colour centres enlightenment, causing passive modulation at fibre laser resonator, have been studied. It is demonstrated that the enlightenment of colour centres by Nd radiation at 1.06 occurs not as a result of their absorption but is due to extinction of the shortlived colour centres.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. И. Джибладзе, Б. С. Лежава, Л. Э. Лазарев, З. Г. Эсиашвили, М. И. Садагашвили, Д. Л. Джапаридзе. Сообщения АН ГССР, 80, № 2, 1975, 341.
2. M. J. Djibladze *et al.* Proc. III Int. Conf. "Lasers '80", New Orleans, 1980, 456.
3. М. И. Джибладзе, З. Г. Эсиашвили, Б. С. Лежава, Э. Ш. Теплицкий, Г. Г. Мшвелидзе. Изв. АН СССР, сер. физ., 45, 1981, 1435.
4. М. И. Джибладзе, З. Г. Эсиашвили, Э. Ш. Теплицкий, С. К. Исачев, В. Р. Сагарадзе. Квантовая электроника, 10, № 2, 1983, 432.
5. Б. Я. Зельдович, Т. И. Кузнецова. УФН, 106, 1972.



Т. Г. ЖГЕНТИ

## ИМПУЛЬСНАЯ МОДУЛЯЦИЯ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. С. Амаглобели 20.6.1984)

В атмосферу Земли солнечная энергия поступает в виде широкодиапазонного электромагнитного излучения и корпускулярной радиации. Широко известны влияния радиоволнового диапазона, видимого спектра и рентгеновского излучения на различные вещества. Корпускулярная радиация приносит потоки протонов, электронов и других частиц. Они могут вызвать ионосферные возмущения, магнитные бури и полярные сияния. Известно, что свойства магнитосферы во время сумбур сильно отличается от спокойного состояния. При возмущениях должны происходить определенные изменения величины магнитной напряженности геомагнитного поля, что обусловлено взаимодействием заряженных частиц солнечного ветра с плазмой магнитосферы. Солнечная корпускулярная радиация влияет на метеорологические изменения, что в основном является вторичным физическим процессом с помощью которого можно объяснить механизм возникновения погодных условий и ее связь с живым организмом.

Низкочастотная составляющая электромагнитной энергии, источником которой являются солнечный ветер, излучение магнитосферы Земли и атмосферные электрические разряды, производит непосредственное воздействие на мембранные системы живой клетки. Кроме электромагнитного воздействия, на живую клетку влияет модулированное магнитное поле Земли.

Следовательно, на мембрану живой клетки оказывает влияние низкочастотная составляющая электромагнитного поля, источниками которой являются различные первичные и вторичные процессы, а также определенный диапазон изменения индукции, который можно выделить из модулированных колебаний геомагнитного поля [1].

На основании проведенного теоретического анализа [2, 3] и многочисленных экспериментов с искусственными низкочастотными полями над разными биологическими объектами [4, 5] вышеуказанные магнитные и электромагнитные колебания должны вызывать механические изменения в замкнутых оболочных системах. Например, низкочастотные электромагнитные поля в мембранах живой клетки возбуждают механические колебания. Это происходит за счет преобразования энергии электромагнитного поля в механическую форму энергии и при определенных условиях наблюдается резонанс.



Были исследованы две модели — сферическая и цилиндрическая с закрепленными основаниями. Для сферической модели была найдена резонансная частота колебаний:

$$f = \frac{1}{2\pi} \left\{ T \frac{(n-1)n(n+2)}{a^3 \left( \rho_f + \rho_0 \frac{n}{n+1} \right)} \right\}^{1/2},$$

где  $T$  — поверхностное напряжение сферической модели;  $\rho_f$  — плотность проводящей жидкости сферы;  $\rho_0$  — плотность жидкости, в которой погружена сфера;  $a$  — радиус сферы ( $n=2,3,4,\dots$ ).

Для основной моды цилиндрической модели конечной длины собственная частота колебаний равна

$$f \approx \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{T}{a \cdot \rho_0}}.$$

Можно предположить, что часть энергии клетка получает от вышеуказанных природных источников. В зависимости от интенсивности внешнего природного воздействия могут наблюдаться как положительные, так и отрицательные эффекты для клеточных систем.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 22.6.1984)

ფიზიკა

თ. ჯგენტი

გეომაგნიტური ველის იმპულსური მოდულაცია

რეზიუმე

განხილულია დედამიწის მაგნიტური ველის რხევის საკითხი და მისი კავშირი ცოცხალ უჯრედთან.

PHYSICS

T. G. ZHENTI

THE PULSE MODULATION OF THE GEOMAGNETIC FIELD

Summary

The oscillation of the earth's magnetic field and its connection with the live cell are considered.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Дж. К. Харгривс. Верхняя атмосфера и солнечно-земные связи. Л., 1982.
2. Т. Г. Жгенти, Г. Ш. Кеванишвили. Сообщения АН ГССР, 86, № 3, 1977.
3. Т. Г. Жгенти, Г. Ш. Кеванишвили. Биофизика, XXV, вып. 1, 1980.
4. Т. Г. Жгенти, К. А. Нишнианидзе и др. Авт. свид. № 206235, Бюлл. № 24, 1967.
5. Т. Г. Жгенти, К. А. Нишнианидзе, Р. В. Хомерики, Г. Ш. Кеванишвили. Авт. свид. № 789119. Бюлл. № 47, 1980.



Я. И. ФЕЛЬДШТЕЙН, Ц. Д. ПОРЧХИДЗЕ

ОБ УРОВНЕ ОТСЧЕТА  $D_{st}$  ИНДЕКСА

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 4.3.1983)

1. Согласно методике определения  $D_{st}$ -индекса, он представляет осредненное по долгой цепочке низкоширотных обсерваторий и приведенное к экватору отклонение горизонтальной составляющей геомагнитного поля в фиксированный час Мирового времени от спокойного уровня

$$D_{st} = \frac{1}{N} \sum (H - H^q),$$

где  $N$ —число магнитных обсерваторий. Полагая, что полученное таким образом значение  $D_{st}$  складывается из полей токов на магнитопаузе  $H_{mp}$  в радиационной зоне  $H_{rc}$  (включая и поля токов геомагнитного хвоста), можно записать

$$D_{st} = \bar{H}_{mp} + \bar{H}_{rc} - (H_{mp}^q + H_{rc}^q). \quad (1)$$

Определение значения  $\bar{H}_{mp}^q + \bar{H}_{rc}^q$  важно при моделировании кольцевого тока в связи с параметрами межпланетной среды, на что обращалось внимание в [1, 2].

Первая попытка определения значения  $(H_{mp}^q + H_{rc}^q)$  на основе сопоставления приводимых в [3] величин  $D_{st}$  и вычисленному по общему энергосодержанию заряженных частиц в радиационной зоне значению  $\bar{H}_{rc}$  предпринята в [4].

С (1) имеем

$$D_{st} = \bar{H}_{rc} + b\sqrt{p} - C, \quad (2)$$

где  $\bar{H}_{rc}$  связано простым соотношением с общей энергией ионов в кольцевом токе  $U_h$  [5,6]  $\bar{H}_{rc}(HT) = 2,5 \cdot 10^{21} U_h$  (э.г);  $\bar{H}_{mp} = b\sqrt{p}$ , где  $b = 0,23 \text{ НТ/эВ/см}^3/1/2$ ;  $p$ —давление солнечного ветра в  $\text{эВ/см}^3/1/2$ ,  $C = (\bar{H}_{mp}^q + \bar{H}_{rc}^q)$  — искомый уровень отсчета  $D_{st}$ -вариации. Представляя  $D_{st}$  в виде

$$D_{st} = b\sqrt{p} + a,$$

где  $a = \bar{H}_{rc} - C$ , можно по известным  $D_{st}$  и  $b\sqrt{p}$  определить величину  $a$ . В [7, 4] величина  $a$  определена в магнитно-спокойный период 23—24 января 1974 г. по данным наземных наблюдений  $D_{st}$  и давлению солнечного ветра из [8]. В этот период было известно из измерений на спутнике Молния-1 полная энергия протонов  $40 \leq E \leq 370$  кэВ. Учет всего спектра ионов в радиационной зоне от 1 кэВ до 1 МэВ по [9], индуцированной в Земле части поля  $D_{st}$  по [10], позволил оценить в [4] значение  $C \approx 0$  нТ. Ниже значение  $C$  определяется для 18. „მეცნიერება“, ტ. 115, № 2, 1984





магнитно-спокойных интервалов в период измерений общего энергосодержания ионов в радиационной зоне по наблюдениям на спутниках в магнитосфере.

2. Измерения спектра протонов с  $E > 97$  кэВ были проведены на спутнике Эксплорер-12 [11, 12], а в [13, 14] определено полное энергосодержание этих протонов в кольцевом токе и вычислены магнитные эффекты на поверхности Земли захваченных протонов, движущихся в геомагнитном поле. Были выбраны два магнитно-спокойных периода  $6 \div 18 UT$  27 августа 1961 г. Среднечасовые значения  $D_{st}$  по [15] составляли соответственно  $+0,9$  нТ и  $+1,4$  нТ. Общая энергия протонов в поясе  $U_h = 5,7 \cdot 10^{21}$  эрг. Принимая, что протоны с  $E > 97$  кэВ в магнитно-спокойные периоды составляют  $\sim 85\%$  от общего энергосодержания [9], получаем общее энергосодержание  $\sim 6,7 \cdot 10^{21}$  эрг. Это соответствует на поверхности Земли полю  $\bar{H}_{rc} \approx -17$  нТ. К сожалению, в августе 1961 г. еще не проводились измерения плотности и скорости плазмы солнечного ветра. Поэтому невозможно определить точное значение слагаемого  $b\sqrt{V\bar{p}}$  в (3). Однако для магнитно-спокойных периодов  $v \sim 400$  км/с,  $n = 4$  частиц/см<sup>3</sup>, что дает  $\sqrt{V\bar{p}} = 80$  (эВ/см<sup>3</sup>)<sup>1/2</sup> и  $b\sqrt{V\bar{p}} = 18,4$  нТ. Из (3) имеем

$$a = D_{st} - b\sqrt{V\bar{p}} = \begin{cases} -17,5 \text{ нТ} & 27 \text{ августа} \\ -17 \text{ нТ} & 27-28 \text{ августа.} \end{cases}$$

Инжекция в кольцевой ток, судя по АЕ-индексам [16], произошла непосредственно перед измерениями спектра протонов в магнитосфере. Принимая для этого интервала  $D_{st}^e/D_{st}^i = 2$ , для величины  $a^e$  имеем значения  $-12$  нТ и  $-11$  нТ. Отсюда значение  $C = \bar{H}_{rc} - a$  составляет  $-5$  нТ и  $-6$  нТ.

Общее энергосодержание протонов  $0,2 \leq E \leq 48$  кэВ в магнитосфере измерялось на спутнике ОГО-3 [17, 18]. В магнитно-спокойные дни наблюдения проводились 15 июня 1966 г. в  $07 20 \div 10 UT$  и 23 июля 1966 г. в  $\sim 10 UT$ . Индексы АЕ не превышали 250 нТ в течение суток до первого и 200 нТ в течение 2 суток до второго измерения энергосодержания протонов  $U_h$  [19], которое составляло  $5 \cdot 10^{21}$  эрг и  $4,8 \cdot 10^{21}$  эрг соответственно. Несмотря на некоторое изменение уровня активности,  $U_h$  держится на довольно постоянном уровне. Прибавив  $U_h$  протонов с  $E > 97$  кэВ по [11—13], можно получить общее энергосодержание ионов в радиационной зоне магнитосферы. Вычисления поля на поверхности Земли дают  $\bar{H}_{rc} \approx -26$  нТ, в магнитоспокойные периоды вклад ионов с  $48 \leq E \leq 97$  кэВ в  $U_h$  невелик [9].

Определим значение по данным наблюдений  $D_{st}$  и параметров солнечного ветра 15 июня 1966 г.  $D_{st} = -11$  нТ [15]. Измерения плазмы солнечного ветра в этот день не проводились, но 16 июня с 6 до 12 UT, когда  $D_{st} = +6,5$  нТ.  $v = 396$  км/с,  $n = 7,2$  частиц/см<sup>3</sup> [8]. Значение  $a = D_{st} - b\sqrt{V\bar{p}} = 6,5$  нТ —  $24,5$  нТ =  $-18$  нТ. Принимая для этого интервала  $D_{ste}/D_{sti} = 3$ , для  $a^e$  имеем значение  $-13,5$  нТ. Отсюда величина  $C = \bar{H}_{rc} - a$  составляет  $-12,5$  нТ.

23 июня 1966 г. ситуация с определением  $a^e$  аналогична 15 июня 1966 г. В период измерений на спутнике ОГО-3 наблюдалось резкое увеличение  $D_{st}$ , связанное с ростом давления солнечного ветра перед



последующей магнитной бурей. Однако измерения  $n$  и  $v$  в космическом пространстве отсутствовали [8]. Имеются данные только за 22 июня 1966 г. 3  $\div$  6 UT, когда  $v = 421$  км/с,  $n = 2,9$  частиц/см<sup>3</sup>,  $D_{st} = 6$  нТ. Так как это был магнитно-спокойный интервал, значение  $a = 6$  нТ-18 нТ = -12 нТ за 22 июня могут быть приняты на момент измерений спутником ОГО-3 величины  $U_k$  23 июня 1966г. Тогда с учетом того, что  $a^e = 9$  нТ, имеем для  $C = H_{rc} - a = -26$  нТ + 9 нТ = -17 нТ. Следовательно, из измерений [17,18] величина  $C$  составляет в среднем -15 нТ. Полагая, что  $\bar{H}_{mp}^q$  составляет  $\sim 15$  нТ, для  $\bar{H}_{rc}^q$  имеем значения -20 нТ по измерениям [11-13] и -30 нТ по измерениям [17, 18]. Это значит, что интенсивность поля кольцевого тока на поверхности Земли в исключительные магнитно-спокойные периоды, которые в [3, 15] выбраны за уровень отсчета поля  $D_{st}$ -вариации составляет -12 нТ по измерениям на Молний 1 [4], -20 нТ по измерениям на Эксплорере-12 [11-13] и -30 нТ по измерениям на ОГО-3 [17, 18]. Эти расхождения находятся вне пределов возможных изменений величины  $\bar{H}_{rc}^q$  и, по-видимому, отражают некоторую неопределенность в определении  $U_k$  по имеющимся спутниковым данным. Для уточнения параметров  $C$  и  $\bar{H}_{rc}^q$  необходимы дальнейшие одновременные измерения как энергосодержания по всему спектру ионов в магнитосфере, так и параметров солнечного ветра

Значение  $C$  можно получить и по данным об  $U_k$  в период магнитных бурь [18]. Однако, эти величины вычислены в [18] в предположении о симметричном распределении протонов в магнитосфере на ранней стадии магнитной бури. В более позднем исследовании было показано, что в этих же бурях наблюдается резко асимметричное распределение протонов по местному времени, с максимумами в ночные и вечерние часы местного времени [20]. Так как вычисления  $U_k$  проводились по вечерним пролетам, величина  $\bar{H}_{rc}$  получается существенно завышенной.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт геофизики  
Академия наук СССР  
ИЗМИР

(Поступило 17.3.1983)

გეოფიზიკა

ი. შვალბაძინი, ვ. შორაჩიძე

$D_{st}$  -ინდექსის ათვლის დონის უმსახებ

რეზიუმე

„მოლნია-1“, „ექსპლორერ-12“ და „ოგო-3“ თანამგზავრებზე წრიულ დენ-ში პროტონების საერთო ენერგოშემცველობის გაზომვებით განსაზღვრულია  $D_{st}$  -ინდექსის ათვლის  $C$  დონის მნიშვნელობები.  $C$ -ს სიდიდე შეადგენს „მოლნია-1“-ზე გაზომვების მიხედვით  $\sim 0$  ნტ, „ექსპლორერ-12“-ზე—6 ნტ, ხოლო „ოგო-3“-ზე—15 ნტ, რაც შეესაბამება წრიული დენის ველის ინტენსივობას დედამიწის ზედაპირზე განსაკუთრებულად მაგნიტურ წყნარ პერიოდ-



ში — 12 ნტ, — 20 ნტ, — 30 ნტ. სხვადასხვა თანამგზავრებზე გაზომილ სიდიდეებს შორის განსხვავება გაცილებით მცირეა  $\overline{H}_{rc}^q$ -ს შესაძლო ცვლილებების მნიშვნელობებზე, რაც გვაფიქრებინებს, რომ ეს განსხვავებანი გამოწვეულია თანამგზავრებზე  $U_h$  სიდიდის განსაზღვრის ცდომილებით.

GEOPHYSICS

Ya. I. FELDSHTEIN, Ts. D. PORCHKHIDZE  
THE VALUES OF LEVEL OF  $D_{st}$ -INDEX

## Summary

The values of reference of  $C$  level  $D_{st}$  index have been determined by the measures of the total energy content of the protons in the ring current  $U_h$  on board the satellites Molniya-1, Explorer 12, and OGO-3. The value  $C$  constitutes  $\sim 0$  nT by the measurements on board Molniya-1,  $-6$  nT, Explorer 12, and  $-15$  nT on board OGO-3. This corresponds to the field intensity of ring current on the earth's surface during exceptionally magnetic-quiet periods:  $-12$  nT,  $-20$  nT, and  $-30$  nT. The divergences in the values  $\overline{H}_{rc}^q$  according to the data of different satellites are beyond the range of possible changes of the value  $\overline{H}_{rc}^q$  and, apparently reflect the inaccuracies of determination of the  $U_h$  value by the available satellite data.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. R. K. Burton *et al.* J. Geophys., 80, 1975, 4204.
2. V. Yu. Pissarsky *et al.* Phys. Solaritter., 1983.
3. IAGA Bulletin A 32e, Geomagnetic Data 1974, Indexes, 1975.
4. Я. И. Фельдштейн, Ц. Д. Порчхидзе. Сообщения АН ГССР, 112, № 3, 1983.
5. A. I. Dessler, E. N. Parker. J. Geophys. Res., 64, 1959, 2239.
6. А. С. Ковтюх, Л. З. Сизова. Геомагнетизм и астрономия, 21, № 4, 1981, 755.
7. С. И. Акасофу. Солнечно-земная физика, ч. 2. М., 1975.
8. I. H. King. Interplanetary Medium Data Book-Appendix: NSSDC/WDC-A RS-77-0 4, Maryland, 1977.
9. D. I. Williams. Planet. Space Sci., 29, 1981, 1195.
10. Э. Б. Файнберг, Л. П. Лагунтинская, С. И. Санин. Сб. «Изучение глубинной электропроводности по данным  $D_{st}$ -вариаций», 3, М., 1975.
11. L. R. Davis, J. M. Williamson. Space Res., 3, 1963, 365.
12. L. R. Davis, J. M. Williamson. In: Radiation Trapped in the Earth's Magnetic Field, ed. B. M. McCormac, D. Reidel, 1966, 215.
13. R. A. Hoffman, P. A. Bracken. J. Geophys. Res., 70, 1965, 3541.
14. R. A. Hoffman, P. A. Bracken. J. Geophys. Res., 72, 1967, 6039.
15. M. Sugiura, D. I. Poros. Hourly values of equatorial  $D_{st}$  for the years 1957 to 1970, GSFC, X-645-71-278, 1971.
16. Y. S. Wong *et al.* Hourly values of the auroral electrojet activity index AE for 1961, Geophysical Instit. Univers. Alaska, UAG R-196.
17. L. A. Frank. J. Geophys. Res., 72, 1967, 1905.
18. L. A. Frank. J. Geophys. Res 72, 1967, 3753.
19. J. H. Allen *et al.* WDCA for Solar-Terrestrial Phys. Report UAG-37., 1974.
20. L. A. Frank. J. Geophys. Res., 75, 1970, 1263.



Г. Д. МАГРАДЗЕ

## ОЦЕНКА ЧИСЛА ИОНОВ В ПОЛЕ КОРОННОГО РАЗРЯДА ОБЛАЧНОЙ ЧАСТИЦЫ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 31.3.1983)

Коронный разряд с различных облачных частиц оказывает существенное влияние на эволюцию грозового облака. Появление в воздухе (вследствие коронирования частиц) большого числа ионов приводит к повышению проводимости воздуха, которая действует как фактор, вызывающий диссипацию объемных зарядов в облаках. Кроме того, предполагается, что коронный разряд с гидрометеоров вызывает инициирование молний [1]. Однако до настоящего времени коронный разряд изучен недостаточно и не имеет адекватного теоретического описания. Трудности исследования данной проблемы связаны со многими нерешенными вопросами механизма грозы. Отсутствие систематических и достоверных данных о проводимости воздуха в грозовом облаке, величине и распределении напряженности электрического поля мешают построению правильных моделей процессов, протекающих в грозовых облаках.

В настоящей работе сделана попытка теоретической оценки числа ионов в поле коронного разряда облачной частицы, имеющей форму вытянутого эллипсоида вращения.

Расчеты числа ионов, образующихся в коронном разряде, выполнены на основе соотношения

$$N = \exp \int_{x_1}^{x_2} \alpha dx, \quad (1)$$

где  $\alpha$  — первый коэффициент ионизации Таундсена, а интеграл берется по пути следования лавины, от  $x_1$  до  $x_2$ .

Зависимость  $\alpha$  от координаты неизвестна. Воспользуемся известной полуэмпирической зависимостью  $\alpha$  от напряженности поля  $E$ , приведенной в [2]:

$$\alpha/p = \sqrt{0,21 E/p - 3,65}, \quad 200 \leq E/p \leq 1000 \quad (2)$$

$$\alpha/p = 1,17 \cdot 10^{-4} \cdot (E/p - 32,2)^2, \quad 40 \leq E/p \leq 176, \quad (3)$$

где  $p$  — давление воздуха, в тор.,  $\alpha$  — в  $\text{см}^{-1}$ ;  $E$  — в В/см. Значение функции  $\alpha/p$ , вычисленное по формулам (2) и (3), совпадают для  $E/p = 176, 5$  В·см<sup>-1</sup>·тор<sup>-1</sup>. Поэтому можно считать формулу (2) применимой в области  $176, 5 \leq E/p \leq 1000$ , а (3) — в области  $40 \leq E/p < 176,5$ .

Для вытянутого эллипсоида вращения, ориентированного большой осью вдоль внешнего поля  $E_0$



$$E(x) = E_0 \left[ 1 - \frac{1}{\gamma} \ln \frac{x/a+e}{x/a-e} + \frac{2e}{\gamma} \cdot \frac{x/a}{(x/a^2)-e^2} \right], \quad (4)$$

где

$$\gamma = \frac{1}{\epsilon-1} \cdot \frac{2e^3}{1-e^2} + \ln \frac{1+e}{1-e}; \quad e = \sqrt{1-(b/a)^2};$$

$a, b$  — большая и малая полуоси;  $\epsilon$  — диэлектрическая проницаемость эллипсоида. Для облачной капли  $\epsilon = 81$ .

Формула (4) сложна и для вычисления интеграла (1) не пригодна. Вместо (4) будем пользоваться упрощенной формулой (верной с точностью 6—8% в области  $a \leq x \leq 1,5a$ ):

$$E \approx E_0 \cdot \left( \frac{\beta e}{\gamma} \cdot \frac{x/a}{x/a-e} + \delta \right), \quad (5)$$

где  $\delta = -3,5 \cdot b/a + 1$ ;  $\beta = 0,94$  для  $0,05 \leq b/a < 0,3$  и  $\beta = 0,1 \cdot b/a + 0,93$  для  $0,3 \leq b/a \leq 0,6$ . Пределы интегрирования с учетом малости  $\alpha$  при  $E/p \leq 40$  равны:  $x_1 = a$ ,

$$x_2 = \frac{(N_1 - \delta)e}{N_1 - (\beta e/\gamma + \delta)} \cdot a, \quad \text{где } N_1 = \frac{40}{E_0/p}.$$

Так как в случае  $M \cdot E_0/p \geq 176,5$ , где  $M$  — коэффициент усиления поля в точке  $x = a$ , величина  $\alpha$  меняется в интервале

$$\left( x_1, x_1' = \frac{(N_2 - \delta)e}{N_2 - (\beta e/\gamma + \delta)} \cdot a \right), \quad \text{где } N_2 = \frac{176,5}{E_0/p},$$

согласно закону (2), а в интервале  $(x_1, x_2)$   $\alpha$  меняется согласно (3), то в результате разбиения интеграла (1) на два интеграла с пределами интегрирования  $(x_1, x_1')$  и  $(x_1', x_2)$ , получим

$$\begin{aligned} \frac{\ln N}{pa} = & \sqrt{\frac{E_0}{p}} \cdot \left[ A_2 \cdot \frac{\sqrt{K_1 \cdot N_2}}{N_2 - A_1} + A_2 \cdot \sqrt{\frac{K_1}{A_1}} \cdot \ln \frac{\sqrt{N_2} + \sqrt{A_1}}{\sqrt{N_2} - \sqrt{A_1}} - f \right] - \\ & - K_4 \cdot \frac{A_3 - N_2(1-e)}{N_2 - A_1} + K_2 \cdot A_2 \cdot (N_2 - N_1)(E_0/p)^2 + \\ & + K_2 \cdot A_2 (A_1 E_0/p - K_3)^2 \frac{N_2 - N_1}{(N_2 - A_1)(N_1 - A_1)} - \\ & - 2K_2 \cdot A_2 \cdot E_0/p \cdot (K_3 - A_1 E_0/p) \cdot \ln \frac{N_2 - A_1}{N_1 - A_1}, \quad (6) \\ f = & \sqrt{\frac{K_1}{A_1}} \cdot A_2 \cdot \ln \frac{\sqrt{A_1(1-e)} + \sqrt{A_3}}{\sqrt{A_2}} + \sqrt{K_1 \cdot A_3(1-e)}, \end{aligned}$$

где

$$A_1 = \beta e/\gamma + \delta; \quad A_2 = \beta e^2/\gamma; \quad A_3 = \beta e/\gamma + \delta(1-e);$$

$$K_1 = 0,21; \quad K_2 = 1,17 \cdot 10^{-4}; \quad K_3 = 32,2 \quad K_4 = 3,65.$$

В случае  $M \cdot E_0/p < 176,5$   $\alpha$  в (1) меняется согласно (3). Поэтому



$$\frac{\ln N}{pa} = K_2 \cdot (A_1 \cdot E_0/p - K_3)^2 \cdot \frac{A_3 - N_1(1-e)}{N_1 - A_1} + K_2 \cdot A_2^2 \cdot (E_0/p)^2 \cdot$$

$$\cdot \left[ \frac{1}{1-e} - \frac{N_1 - A_1}{A_2} \right] - 2 \cdot K_2 \cdot A_2 \cdot E_0/p \cdot (K_3 - A_1 \cdot E_0/p) \cdot \ln \frac{A_2}{(1-e)(N_1 - A_1)}. \quad (7)$$

Для

$$E_0/p > 40 \quad N_1 = 1.$$

Таким образом, полученные формулы (6) и (7) позволяют рассчитать число ионов в поле коронного разряда для различных давлений, напряженностей внешнего поля и размеров частиц.

На рис. 1 представлены зависимость  $\lg N/pa$  от  $b/a$  для различных значений  $E_0/p$ , построенная с помощью формул (6) и (7). Как

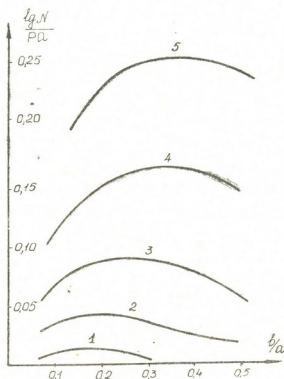


Рис. 1. Зависимость  $\lg N/pa$  от  $b/a$  для различных значений  $E_0/p$  1 —  $E_0/p=10$ , 2— $E_0/p=20$ , 3— $E_0/p=30$ , 4— $E_0/p=40$ , 5— $E_0/p=50$

видно из рисунка, кривая имеет четко выраженный максимум. При увеличении  $E_0/p$  максимум смещается от  $b/a = 0,18$  (при  $E_0/p=10$ ) до  $b/a = 0,4$  (при  $E_0/p=50$ ). Наличие максимума означает, что при фиксированных внешних условиях имеется такое соотношение полуосей  $a$  и  $b$ , для которого условия развития разряда оптимальны. А именно, получено, что в интервале  $0,15 \leq b/a \leq 0,4$  данному значению  $E_0/p$  соответствует определенное значение отношения  $b/a$ , для которого число ионов в коронном разряде достигает максимума.



ბ. მაღრაძე

ღრუბლის ნაწილაკის გვირგვინოვანი განმუხტვის ველში  
 იონების რიცხვის შეფასება

რეზიუმე

შეფასებულია ელექტრულ ველში მოთავსებული წაგრძელებული ბრუნ-  
 ვითი ელიპსოიდიდან გვირგვინოვანი განმუხტვის შემთხვევაში წარმოქმნილი  
 იონების რიცხვი. ნაჩვენებია, რომ ელიპსოიდის ნახევარღერძების მნიშვნელო-  
 ბათა გარკვეულ ინტერვალში  $-0,15 \leq b/a \leq 0,4$  იონების რიცხვი აღწევს მაქ-  
 სიმუმს.

GEOPHYSICS

G. J. MAGRADZE

DETERMINATION OF THE NUMBER OF IONS IN THE  
 CORONA DISCHARGE FIELD OF A CLOUD PARTICLE

Summary

An attempt has been made to determine the number of ions in the co-  
 rona discharge field of a cloud particle which has the form of an oblong  
 ellipsoid of revolution. The number of ions under various external conditions  
 was found to be maximum in the range  $0.15 \leq b/a \leq 0.4$ , where  $b$  is a minor  
 axis, and  $a$ , a major ellipsoid axis.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. М. Мучник, Б. Е. Фишман. Электризация грубодисперсных аэрозолей в атмосфере. Л., 1982.
2. Э. Д. Лозанский, О. Б. Фирсов. Теория искры. М., 1975.



АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

И. Ш. ШАТИРИШВИЛИ, Б. С. ЧЕРНЯГА

ХРОМАДИСТИЛЛЯЦИОННЫЙ МЕТОД АНАЛИЗА СОСТАВА  
ВИНОМАТЕРИАЛОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Андроникашвили 27.5.1983)

Современные детектирующие системы по уровню определения компонентов, присутствующих в незначительных концентрациях в вино-материалах, все еще уступают сенсорной чувствительности дегустатора, который способен ощущать многие вещества до уровней  $10^{-11}$ — $10^{-12}$  мг/мл.

Вследствие этого узким местом исследований является стадия подготовки пробы к анализу с целью повышения концентрации компонентов, оказывающих влияние на сенсорные свойства напитков. Достижение корректного количественного анализа компонентов, присутствующих в нанограммовых концентрациях, до сих пор является очень трудной задачей, так как на состав промежуточной пробы, содержащей концентрат летучих компонентов вина или коньяков, оказывает искажающее влияние ряд факторов, происходят неравномерные потери веществ, меняется их соотношение.

В связи с этим продолжают работы по разработке методов концентрирования летучих компонентов вин и коньяков для их последующего газохроматографического анализа. В последнее время особый интерес приобретает хромадистилляционный метод анализа и концентрирования [1, 2].

Хромадистилляция можно рассматривать как процесс перегонки, осуществляемый в хроматографических условиях и происходящий на поверхности инертных шариков, которыми заполнена хромадистилляционная (ХД) колонка.

Процессы испарения и конденсация компонентов анализируемого образца внутри ХД-колонки в потоке газа-носителя происходят многократно благодаря применению температурного поля с отрицательным градиентом.

Исследования проводили на хромадистилляционных установках, смонтированных на базе газовых хроматографов «Цвет-102» и ЛХМ-8МД. В процессе анализа газ-носитель последовательно проходит испаритель 1 (см. рис. 1), ХД-колонку 3, шестиходовой кран 4, газохроматографическую (ГХ) колонку 5 и попадает в пламенно-ионизационный детектор 6. Разработано несколько схем, в которых ГХ-колонки размещаются в одном, двух или же трех термостатах. Это позволяет для каждой колонки создавать свой температурный режим и анализировать различные фракции исследуемых компонентов.

В установке с газовым хроматографом «Цвет-104» использована стеклянная U-образная ХД-колонка длиной 70 см и внутренним диаметром 4 мм. ХД-колонки заполнены стеклянными шариками 1—2 мм, предварительно протравленными плавиковой кислотой и модифицированными метанолом.

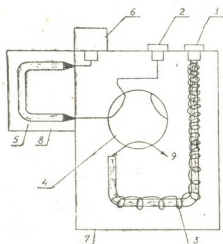
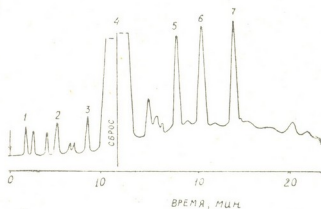


Рис. 1. Схема хромадистилляционной установки: 1,2—ввод пробы, 2—хромадистилляционная колонка, 4—переключающий кран, 5—хроматографическая колонка, 6—детектор, 7, 8—термостаты, 9—сброс в атмосферу

Пробу вводили непосредственно в ХД-колонку, начальный участок которой находился в испарителе, нагретом до 150°C. Объем проб анализируемых образцов составлял 0,5—2 мл. Зону этанола после ее выхода из ХД-колонки сбрасывали, а компоненты пробы, выходящие из ХД-колонки после этанола, направляли в ГХ-колонку для анализа. Отрицательный градиент температуры вдоль ХД-колонки от 150 до 20° создавали двумя нагревателями.

Рис. 2. Совместная хроматограмма хромадистилляционного обогащения и анализа одного из образцов водки (совмещены хроматограммы легкой и тяжелой фракций, полученных при разных условиях): 1—ацетальдегид, 2—этилацетат, 3—метанол, 4—этанол, 5, 6, 7—по-видимому, спирты и эфиры (идентификация не завершена)



Предложенный хромадистилляционный метод испытан для исследований летучих ароматообразующих компонентов вина, коньяка, пива и водки. После анализа образцов, содержащих значительное количество экстрактивных веществ, ХД-колонки промывали дистиллированной водой. Одна из полученных хроматограмм приведена на рис. 2.

Чувствительность измерений, выполненных предложенным методом по спиртам С<sub>3</sub>—С<sub>4</sub>, составила 0,1 мг/л при дозах 0,4 мл и не являлась предельной. Отдельными опытами проверена полнота извлечения примесей из пробы и показано, что хромадистилляционный процесс приводит к обогащению примесей по крайней мере на 2 порядка. Главным достоинством метода хромадистилляции при анализе

винодельческой продукции является возможность сочетания ее с хромаатографическим анализом. При этом хромадистиляционное концентрирование, газохромаатографическое разделение и детектирование осуществляются в единой газовой схеме, без каких-либо потерь анализируемых компонентов.

Грузинский сельскохозяйственный институт

(Поступило 27.5.1983)

ანალიზური მონიშვნა

ი. შათირიშვილი, ბ. ჩერნიაგა

ღვინომასალათა უმეცნიერობის ანალიზის  
 ქრომადისტრიაციური მეთოდი

რეზიუმე

წარმოდგენილია ღვინომასალებში არომატწარმოქმნელ აქროლად კომპონენტთა კვლევის ქრომადისტრიაციური მეთოდი. ღვინომასალების ანალიზისას აღნიშნული მეთოდის მთავარ ღირსებას წარმოადგენს მისი შერწყმა ქრომატოგრაფიულ ანალიზთან. ამ დროს ქრომადისტრიაციური კონცენტრირება, გასქრომატოგრაფიული დაცილება და დეტექტირება ხორციელდება ერთიანი გაზური სქემით საანალიზო კომპონენტების ყოველგვარი დანაკარგების გარეშე.

ANALYTICAL CHEMISTRY

I. Sh. SHATIRISHVILI, B. S. CHERNYAGA

## A CHROMADISTILLATION METHOD OF ANALYSING THE COMPOSITION OF WINE MATERIALS

Summary

A chromadistillation method of studying aroma-forming volatile components in wine materials is proposed. In analysing wine materials the principal merit of this method is that it can be combined with chromatographic analysis. Chromadistillation concentration, gas chromatographic separation, and detection are carried out by a single gas scheme, without any loss of the components under analysis.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Жуховицкий, С. М. Яновский, В. П. Шварцман. Сб. «Хроматография. Итоги науки и техники», вып. 2, М., 1978, 49.
2. А. А. Жуховицкий, С. М. Яновский. Зав. лаб., 47, 7, 1981.



ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Л. Д. ГОГИЧАДЗЕ, Т. Е. МАЧАЛАДЗЕ

ТЕРМОГРАВИМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА  
СОВМЕСТНОГО ОБЖИГА ХАЛЬКОПИРИТНОГО КОНЦЕНТРАТА  
И КАЛЬЦИЙСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Андроникашвили 6.2.1983)

Основным этапом способа переработки медьсодержащего материала является процесс совместного обжига медносульфидного концентрата и кальцийсодержащего сырья [1]. Для объяснения химических и физических превращений, происходящих в этой многокомпонентной системе под влиянием температуры в данной работе выполнен термогравиметрический анализ различных по составу проб исходного материала.

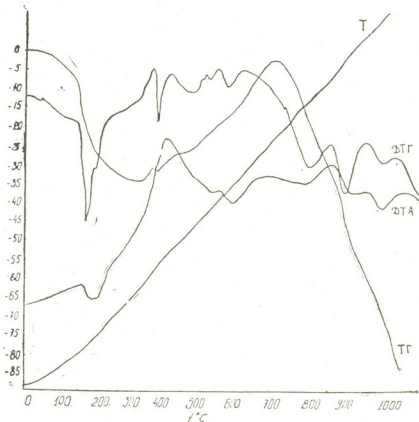


Рис. 1. Дериватограммы смеси халькопиритного концентрата и известняка ( $S:S(Ca+Cu)=1:1$ , размер гранул —  $1,3+1,0$ )

Испытанию подверглись гранулы, изготовленные из различного состава смеси халькопиритного концентрата и кальцийсодержащего сырья. Гранулы измельчались и подвергались термогравиметрическому анализу.

Дериватограммы сняты на дериватографе системы Ф. Паулик и Л. Эрдей, позволяющем записывать одновременно четыре кривые: изменения веса (ТГ), а также соответствующие дифференциальные кривые (ДТА и ДТГ). Для измерения температуры использовались платино-платино-родиевые термопары. Скорость нагревания 10 град/мин. Образцы помещались в корундовые тигли (с доступом воздуха). В качестве этанола использовалась  $\alpha$ -окись алюминия [2, 3].



Термогравиметрический анализ исходных материалов показывает, что образцы существенных изменений не претерпевают до 160°C, незначительное отклонение на кривых ТГ и ДТГ связано с удалением адсорбированной воды. На всех кривых (рис. 1—4) ДТА исходного материала замечаются три явно выраженных эндотермических эффекта и один экзотермический эффект.

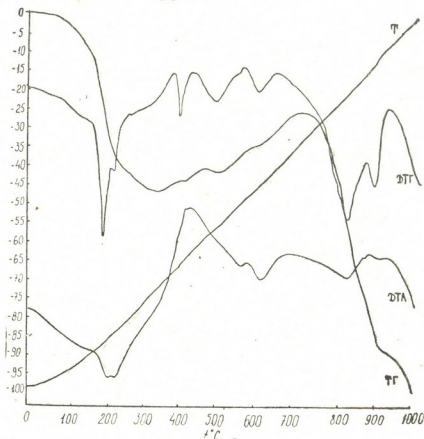
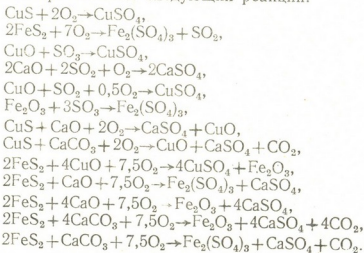


Рис. 2. Дериватограмма смеси халькопиритного концентрата и известняка (S:S(Ca+Cu)=1:1,5, размер гранул—2,0+1,3)

Первый эндотермический эффект замечается при 160°C и, по-видимому, связан с процессом отщепления серы в связи с термической диссоциацией высших сульфидных соединений [4, 5]. Потери веса при этом составляют 1%, что соответствует потере 6% серы от ее общего содержания в исходной смеси. Убыль веса продолжается до 360°C. В интервале 360—560°C имеется сильный экзотермический эффект, сопровождающийся увеличением веса образца, что, по-видимому, можно объяснить протеканием следующих реакций:



Экзотермический пик совпадает с 420—440°C. Последующие два эндотермических эффекта происходят при 600—800°C. Второй эндотер-





мический эффект, по-видимому, связан с разложением сульфата меди:

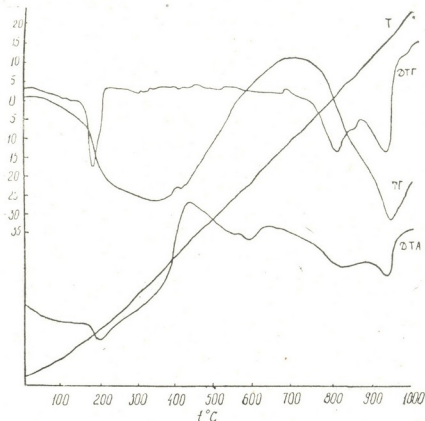
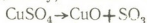


Рис. 3. Дериватограмма смеси халькопиритного концентрата и известняка ( $S:S(\text{Ca}+\text{Cu})=1:1,5$ , размер гранул —  $1,0+0,7$ )

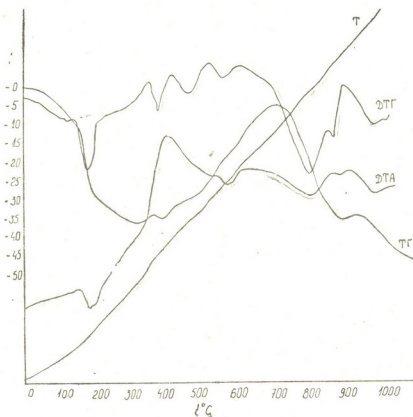
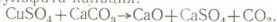


Рис. 4. Дериватограмма смеси халькопиритного концентрата и известняка ( $S:S(\text{Ca}+\text{Cu})=1:0,8$ , размер гранул —  $2,0+1,3$ )

и с образованием сульфата кальция:



На это указывают малое значение теплового эффекта реакции образования сульфата кальция и большое значение эндотермического эффекта сульфата меди.

Надо принять во внимание то, что энергия Гиббса для реакции сульфатизации меди отрицательна как при 400°C, так и при 600°C. При этом константа равновесия этой реакции с увеличением температуры уменьшается:  $\lg K_{400} = 152,8$ ;  $\lg K_{500} = 122,7$ ;  $\lg K_{600} = 99,5$ .

Поэтому наличие эндотермического эффекта около 600°C следует объяснить разложением части сульфата меди, образовавшейся при более низких температурах, что продиктовано сдвигом равновесия в сторону разложения с повышением температуры. Третий термический эффект при температуре 800°C, очевидно, связан с процессом распада известняка.

Дериватограммы различных по количественному составу смесей показывают, что с ростом соотношения S:S (Ca+Cu) в исходных материалах растет пик экзотермического эффекта. Надо полагать, что это вызвано возрастанием удельного веса реакции сульфатизации. Третий эндотермический эффект растет в противоположном порядке.

Следовательно, для ведения технологического процесса обжига халькопиритного концентрата с кальцийсодержащим сырьем с целью получения меди в виде сульфата целесообразно проводить обжиг указанной смеси при 400—600°C. Выше этой температуры обжиг смеси способствует переводу меди в окисные соединения.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт неорганической химии  
 и электрохимии

(Поступило 25.2.1983)

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

ლ. გოგიჩაძე, თ. მახალაძე

ქალკოპირიტის კონცენტრატისა და კალციუმის შემცველი  
 ნედლეულის ერთობლივი გამოწვის პროცესის  
 თერმოგრაფიმეტრული გამოკვლევა

რეზიუმე

საილენუმემცველი მადნების გადამუშავების ძირითად ეტაპს წარმოადგენს  
 ქალკოპირიტის კონცენტრატისა და კალციუმის შემცველი მადნების გამოწვა.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

L. D. GOGICHADZE, T. E. MACHALADZE

THERMOGRAVIMETRIC INVESTIGATION OF THE PROCESS OF JOINT  
 ANNEALING OF CHALCOPYRITE AND Ca-CONTAINING RAW MATERIAL

Summary

The process of joint annealing of a chalcopyrite concentrate and Ca-containing raw material is the main stage of the treatment of Cu-containing raw materials.

Thermogravimetric analysis of source material samples of different compositions was carried out with a view to explaining the chemical and physical transformations occurring in this multicomponent system under the influence of temperature.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Н. Гаприндашвили, Л. Д. Гогичадзе. Авт. свид. № 358393, 1972. Бюлл. 34, 1972, 91.
2. Н. А. Ландия и др. Изв. АН ГССР, сер. хим., т. 1, № 1, 1975.
3. Г. Д. Чачанидзе и др. Сообщения АН ГССР, 92, № 2, 1978.
4. И. Ф. Худяков и др. Металлургия меди, никеля и кобальта. М., 1977.
5. Л. Е. Угрюмова и др. ЖНХ, XX, вып. 8, 1975, 2029—2035.

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. Е. ШВЕЛАШВИЛИ, К. Д. АМИРХАНАШВИЛИ, А. Н. СОБОЛЕВ,  
 М. Г. ЦКИТИШВИЛИ, Т. О. ВАРДОСАНИДЗЕ

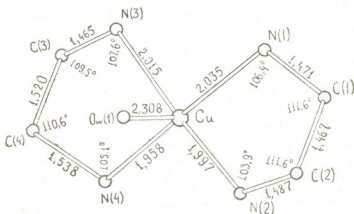
СИНТЕЗ И СТРОЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО СОЕДИНЕНИЯ  
 МЕДИ (II) С ЭТИЛЕНДИАМИНОМ И СУЛЬФАДИМЕЗИНОМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Р. М. Лагидзе 21.4.1983)

Синтез разнолигандного комплексного соединения меди с сульфадимезином и этилендиамином состава  $Cu(en)_2L_2 \cdot 2H_2O$ , где L — сульфадимезин, осуществлен по принятой методике одним из авторов данной работы [1, 2].

Для  $Cu(en)_2L_2 \cdot 2H_2O$  найдено: Cu—8,51; S—8,26; C—43,23; H—6,22 и N—21,48% вычислено: Cu—8,21; S—8,28; C—43,43; H—5,99 и N—21,71%. Соединение устойчиво на воздухе, плохо растворимо в воде и нерастворимо в органических растворителях. Термографическое исследование показало, что при первом эндоэффекте происходит дегидратация соединения, а затем при эндо- и экзоэффектах — отщепление органической части. Конечным продуктом разложения является оксид меди —  $CuO$ .

Рис. 1. Координационный полиэдр комплексного катиона  $[Cu(en)_2OH_2]^{2+}$



С целью установления стереохимии комплекса и строения кристаллов  $Cu(en)_2L_2 \cdot 2H_2O$  проведено рентгеноструктурное исследование. Рентгеновский экспериментальный материал —  $J_{hkl} = 1488$  получен на автоматическом дифрактометре SINTEX P1 (MoK $\alpha$ -излучение, графитовый монохроматор,  $2\theta_{max} = 50^\circ$ ; поправка на поглощение не вводилась). Параметры элементарной ячейки:  $a = 26,992(5)$ ,  $b = 6,669(1)$ ,  $c = 20,331(4)$  Å;  $V = 3659,2(8)$  Å<sup>3</sup>; пр. группа  $P_{ca} 2_1$ ;  $Z = 4$ .

Структура расшифрована методом тяжелого атома и уточнена в анизотропном приближении до  $R = 5,2\%$ .

Координаты атомов и параметры тепловых колебаний приведены в таблице<sup>(1)</sup>.

(<sup>1</sup> В связи с ограниченным объемом работы координаты атомов водорода в таблице не приведены.



Структура  $\text{Cu}(\text{en})_2\text{L}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  относится к классу островных, ионных структур. Основными строительными элементами в кристалле

Координаты и параметры тепловых колебаний  $\left[ (U_{\text{экр}} = \frac{1}{3} U_{11} + U_{22} + U_{33}) \text{ и } U_{\text{изо}} \right]$   
атомов в структуре  $\text{Cu}(\text{en})_2\text{L}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Атом	X	Y	Z	$U_{\text{экр}}$
Cu	0,1295 (1)	0,3554 (3)	0,3839 (1)	0,04
S (1)	0,2162 (2)	0,8625 (7)	0,2425 (3)	0,03
S (2)	0,4766 (2)	0,4284 (7)	0,0201 (3)	0,04
O (1)	0,2020 (4)	0,6541 (18)	0,2376 (6)	0,04
O (2)	0,1846 (4)	1,005 (2)	0,2101 (6)	0,05
O (3)	0,4675 (4)	0,213 (1)	0,0299 (5)	0,05
O (4)	0,4430 (4)	0,553 (2)	0,0547 (6)	0,05
O (1)	0,2086 (4)	0,344 (1)	0,3395 (5)	0,05
O (2)	0,0570 (4)	0,903 (1)	0,4389 (6)	0,06
N (1)	0,1531 (5)	0,183 (2)	0,4621 (7)	0,06
N (2)	0,1463 (4)	0,596 (2)	0,4371 (9)	0,08
N (3)	0,1074 (5)	0,106 (2)	0,3370 (8)	0,06
N (4)	0,1006 (5)	0,512 (2)	0,3119 (7)	0,05
N (5)	0,4142 (6)	0,949 (2)	0,1230 (9)	0,08
N (6)	0,2184 (5)	0,940 (2)	0,3162 (7)	0,04
N (7)	0,6781 (5)	0,609 (2)	0,1231 (6)	0,05
N (8)	0,4754 (4)	0,505 (1)	0,0531 (6)	0,03
C (1)	0,1671 (9)	0,326 (5)	0,514 (1)	0,09
C (2)	0,1822 (7)	0,521 (4)	0,488 (1)	0,09
C (3)	0,0753 (6)	0,170 (3)	0,2814 (9)	0,06
C (4)	0,0920 (7)	0,365 (4)	0,2543 (9)	0,09
C (5)	0,2759 (6)	0,887 (2)	0,2071 (7)	0,03
C (6)	0,3020 (7)	0,721 (3)	0,1859 (8)	0,05
C (7)	0,3460 (7)	0,745 (2)	0,1560 (8)	0,04
C (8)	0,3693 (6)	0,927 (2)	0,1503 (7)	0,04
C (9)	0,3423 (7)	1,094 (2)	0,1737 (9)	0,04
C (10)	0,2968 (7)	1,069 (2)	0,2026 (8)	0,04
C (11)	0,2491 (6)	0,849 (2)	0,3622 (6)	0,03
N (9)	0,2467 (5)	0,937 (1)	0,4210 (6)	0,01
C (12)	0,2755 (6)	0,865 (2)	0,4664 (8)	0,06
C (13)	0,3073 (7)	0,708 (3)	0,4552 (5)	0,05
C (14)	0,3065 (5)	0,611 (2)	0,390 (1)	0,04
N (10)	0,2771 (4)	0,690 (1)	0,3471 (5)	0,01
C (15)	0,2741 (8)	0,955 (3)	0,5345 (8)	0,08
C (16)	0,3344 (6)	0,436 (2)	0,377 (1)	0,06
C (17)	0,6127 (6)	0,368 (2)	0,1018 (7)	0,03
C (18)	0,6297 (6)	0,561 (2)	0,0996 (7)	0,04
C (19)	0,6013 (6)	0,717 (2)	0,0728 (9)	0,05
C (20)	0,5545 (6)	0,672 (2)	0,0494 (8)	0,05
C (21)	0,5368 (6)	0,473 (2)	0,0513 (7)	0,03
C (22)	0,5652 (6)	0,3211 (2)	0,0771 (7)	0,01
C (23)	0,5066 (5)	0,428 (2)	0,1005 (9)	0,04
N (11)	0,5080 (5)	0,529 (2)	-0,1570 (7)	0,03
C (24)	0,5386 (6)	0,467 (3)	-0,2022 (7)	0,07
C (25)	0,5640 (7)	0,280 (3)	-0,193 (1)	0,03
C (26)	0,5616 (6)	0,184 (2)	-0,1362 (8)	0,05
N (12)	0,5328 (5)	0,259 (2)	-0,0889 (7)	0,03
C (27)	0,5381 (8)	0,583 (4)	-0,265 (1)	0,11
C (28)	0,5889 (7)	0,005 (3)	-0,120 (1)	0,09

являются двухзарядные тетрагонально-пирамидальные комплексные катионы  $[\text{Cu}(\text{en})_2\text{OH}_2]^{2+}$ , сложные анионы сульфадимезина и молекулы воды.

Координационный полиэдр меди — тетрагональная пирамида — образован четырьмя атомами азота двух молекул этилендиамина и атомом кислорода молекулы воды (см. рис. 1). Основание пирамиды плоское, и медь из этой плоскости выходит на  $0,09\text{\AA}$  в сторону атома кислорода воды. Оба металлоцикла обладают гош-конформацией. В

частности в цикле  $\text{Cu}-(\text{en})_1$  атомы углерода одинаково отклонены в разные стороны (на  $0,50\text{\AA}$ ), а в цикле  $\text{Cu}-(\text{en})_2$  отклонение составляет  $0,21\text{\AA}$  и  $\pm 0,40\text{\AA}$ . Самыми короткими в  $\text{Cu}$ -полиэдре являются ребра, стягивающие атомы азота одной и той же молекулы этилен-

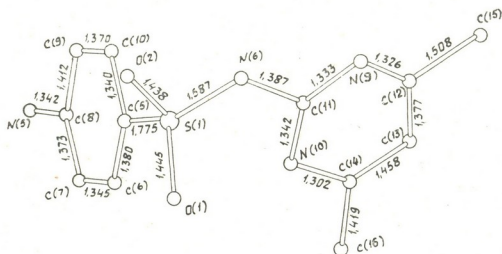


Рис. 2. Анион (1) в структуре  $[\text{Cu}(\text{en}_2\text{OH}_2)_2]\text{L}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

диамина. Они не равны между собой ( $\text{N}(1)\dots\text{N}(2) = 2,806(2)\text{\AA}$  и  $\text{N}(3)\dots\text{N}(4) = 2,764(2)\text{\AA}$ ). Углы  $\text{N}(1)\text{CuN}(2)$  и  $\text{N}(3)\text{CuN}(4)$  равны  $88,0^\circ(5)$  и  $89,4^\circ(4)$  соответственно.

Линейные и угловые параметры двух кристаллографически разных анионов сульфадимезина схожи между собой (см. рис. 2, 3). В анионах сульфадимезина плоские шестиугольники  $-\text{C}(5)\text{C}(6)\text{C}(7)\text{C}(8)\text{C}(9)\text{C}(10)$  и  $\text{C}(11)\text{N}(9)\text{C}(12)\text{C}(13)\text{C}(14)\text{N}(10)$  в первом и  $\text{C}(17)\text{C}(18)\text{C}(19)\text{C}(20)\text{C}(21)\text{C}(22)$  и  $\text{C}(23)\text{N}(11)\text{C}(24)\text{C}(25)\text{C}(26)\text{N}(12)$  во втором—образуют между собой углы, равные  $90$  и  $96^\circ$  соответственно.

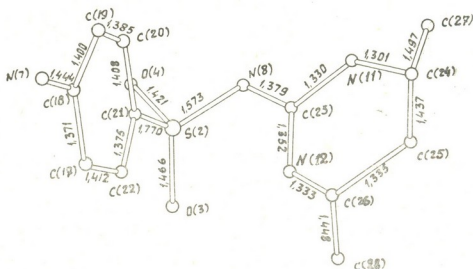


Рис. 3. Анион (2) в структуре  $[\text{Cu}(\text{en}_2\text{OH}_2)_2]\text{L}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Кристаллическую структуру можно описать как трехмерную каркасную, основу которой составляют водородные связи:  $\text{N}(5)\dots\text{O}(3) = 2,96(3)\text{\AA}$ ,  $\text{N}(7)\dots\text{O}(1) = 2,98(1)\text{\AA}$  и  $\text{N}(6)\dots\text{O}_w(1) = 2,75(1)\text{\AA}$  (а углы соответственно равны:  $141,6^\circ(8)$ ,  $166,2^\circ(7)$  и  $106,8^\circ(81)$ ).





Весьма важным фактором является то, что наличие водородных связей хорошо проявляется в ИК-спектре. В частности, смещение наблюдается именно лишь для  $\nu\text{SO}_2$  и  $\nu\text{S}-\text{N}-\overset{\text{I}}{\text{C}}=\text{N}-$  полос поглощения ( $\nu\text{SO}_2 = 1140 \text{ см}^{-1}$ ,  $\delta\text{SO}_2 = 560 \text{ см}^{-1}$  и  $\nu\text{S}-\text{N}-\overset{\text{I}}{\text{C}}=\text{N}- = 1070 \text{ см}^{-1}$ ), что однозначно объясняется присутствием водородных связей, но не координированием сульфадимезина с металлом. В этой связи следует отметить необходимость соблюдения осторожности при интерпретации ИК-спектров поглощения сложных соединений. Ведь в данном случае, не располагая результатами структурного исследования, наблюдаемое смещение можно отнести в равной степени к смещениям, обусловленным координированием сульфадимезина с комплексобразователем через атом кислорода сульфогруппы и азота иминогруппы.

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

Научно-исследовательский  
физико-химический институт  
МХП СССР  
им. Л. Я. Карпова

(Поступило 22.4.1983)

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

ბ. ზვალაშვილი, ძ. ამირხანაშვილი, ა. სობოლევი, ა. ცკიტაშვილი  
თ. ვარდოსანიძე

სულფადიმეზინთან სპილენძის (II) ეთილენდიამინიანი  
კომპლექსნაერთის სინთეზი და აღნაგობა

რეზიუმე

მიღებულია სულფადიმეზინთან სპილენძის (II) ეთილენდიამინიანი კომპლექსნაერთი  $\text{Cuen}_2\text{L}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  კრისტალების სახით. ჩატარებულია ამ ნაერთის რენტგენოსტრუქტურული ანალიზი. გადაღებულია ინფრაწითელი სპექტრები.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

A. E. SHVELASHVILI, K. D. AMIRKHANASHVILI, A. N. SOBOLEV,  
M. G. TSKITISHVILI, T. O. VARDOSANIDZE

SYNTHESIS AND STRUCTURE OF A COMPLEX COMPOUND  
OF COPPER (II) WITH ETHYLENEDIAMINE AND  
SULFADIMIDINE

Summary

Synthesis and structure of complex  $\text{Cuen}_2\text{L}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , where en is ethylene diamine, and L, sulfadimidine, is given. It was found that a complex cation is built as a square pyramid having four atoms of ethylene diamine nitrogen and an oxygen atom of water molecule. The I. R. spectrum of the complex was studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. В. Гогоришвили, М. Г. Цкитишвили, Д. З. Каландаришвили. Труды ИФох АН ГССР, вып. 2, 1974, 152—173.
2. М. Г. Цкитишвили, И. И. Микадзе, Н. Б. Жоржолани, Д. З. Каландаришвили. Труды ИФох АН ГССР, вып. 3, 1978, 52—62.





Л. Д. МЕЛИКАДЗЕ (академик АН ГССР), Э. В. УШАРАУЛИ,  
Л. М. КОРТАВА, Б. Г. КУПРАШВИЛИ, Ш. Ш. БАРАБАДЗЕ

## К ИЗУЧЕНИЮ АРОМАТИЧЕСКИХ ФРАГМЕНТОВ СМОЛИСТО-АСФАЛЬТЕНОВЫХ ВЕЩЕСТВ НЕФТИ

В результате изучения поведения индивидуальных полициклических ароматических углеводородов при нагревании в пределах 350—450°C в среде водорода и давлении 70—90 атмосфер выявлено, что они подвергаются гидропиrolитической фрагментации с сохранением структуры ароматических фрагментов исходных углеводородов. Они легко могут быть идентифицированы спектральными и хроматографическими методами [1—3]. При этом установлена следующая четкая закономерность, позволяющая использовать гидропиrolиз для исследования ароматических фрагментов сложных углеводородных систем:

1. Гидропиrolиз ароматических углеводородов сопровождается деалкилированием кольчатых систем с образованием главным образом соответствующих голоядерных ароматических структур. Наряду с деалкилированием, наблюдается частичный распад самих ароматических фрагментов с образованием продуктов распада, характерных для исходных ароматических структур.

2. Оптимальной температурой гидропиrolиза, при которой сохраняется структура ароматического фрагмента исходного углеводорода, является для производных антрацена 320°C, а для производных нафталина, дифенила, фенантрена, хризена, пирена и др. 450°C.

3. В процессе гидропиrolиза образование новых, более высококонденсированных ароматических фрагментов почти не наблюдается.

На основании указанной закономерности исследования все еще малоизученных фрагментов смолисто-асфальтеновых веществ проводились на примере нефтей Норийского и Самгорского месторождений. Асфальтены высаживались из растворов указанных нефтей в петролейном эфире (с к. к. 70°C) в соотношении 1:39, многократно промывались тем же растворителем (до полного отсутствия окраски фильтратов) и с целью сохранения в нативной форме хранились в среде гексана в холодильнике, без доступа света и воздуха.

Смолы выделялись из петролейно-эфирных растворов нефтей (после высаживания асфальтенов) адсорбцией в колонках с силикагелем марки АСК в виде двух фракций. Из двух верхних зон силикагеля, окрашенных в черный и темно-коричневый цвета, в аппарате Сокслета бензолом экстрагировались обе фракции смолистых веществ, которые также хранились в холодильнике в среде бензола, без доступа света и воздуха.

Гидропиrolиз навесок асфальтенов и смол, освобожденных от гексана и бензола (под вакуумом), проводился в стеклянной пробирке в среде водорода, помещенной в стальном пробирочном автоклаве. Автоклав нагревался в вертикальной тигельной электрической печи, снабженной терморегулятором. Температура в автоклаве измерялась термопарой, опущенной в исследуемый образец. По завершении процесса гидропиrolиза и охлаждения автоклава полученные продукты гидропиrolиза взвешивались, обрабатывались диоксаном для извлечения углеводородной части и полученный экстракт исследовался на газо-жидкостном хроматографе «Цвет-102», в 6-метровой колонке (ди-



аметром 3 мм), заполненной хромосорбом W, покрытым хлоридом лития. Газ-носитель — водород, детектор — пламенно-ионизационный.

Некоторые физические и химические свойства исследованных смолисто-асфальтеновых веществ и условия их гидропиролиза приведены в таблице.

Результаты анализа показывают, что все хроматограммы гидропиролизатов смол и асфальтенов обнаруживают большое сходство между собой (рис. 1). В них содержится большое количество нафталина и фенантрена, небольшое количество алкилнафталина, алкилфенантрена и флуорена. Кроме того, по УФ-спектрам поглощения выявлены хризен и другие полиядерные углеводороды, в меньшем количестве.

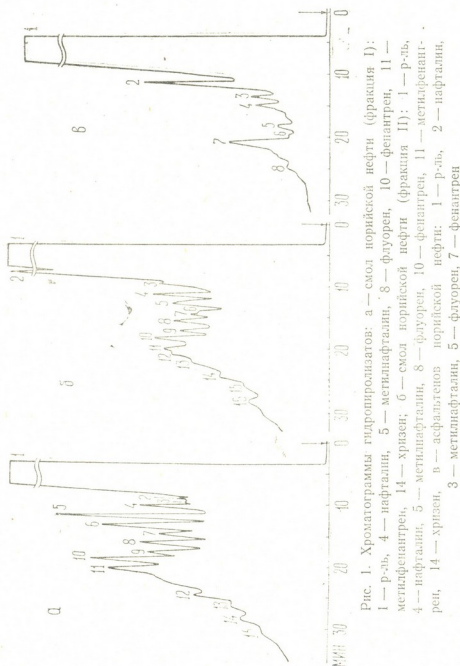


Рис. 1. Хроматограммы гидропиролизатов: а — смол норийской нефти (фракция I): 1 — р-ль, 4 — нафталин, 5 — метилнафталин, 8 — флуорен, 10 — фенантрен, 11 — метилфенантрен, 14 — хризен; б — смол норийской нефти (фракция II): 1 — р-ль, 4 — нафталин, 5 — метилнафталин, 8 — флуорен, 10 — фенантрен, 11 — метилфенантрен, 14 — хризен, в — асфальтенов норийской нефти: 1 — р-ль, 2 — нафталин, 3 — метилнафталин, 5 — флуорен, 7 — фенантрен

Таким образом, по ароматическим фрагментам смолистые вещества и асфальтены совершенно не различаются.

Результаты хроматографического анализа гидропиролизатов смолисто-асфальтеновых веществ полностью подтвердились исследованиями их УФ-спектра поглощения (рис. 2).

Все вышеизложенное дает основание утверждать, что в ароматических фрагментах смолисто-асфальтеновых веществ содержатся те же ароматические конденсированные системы, что и в нефтях.

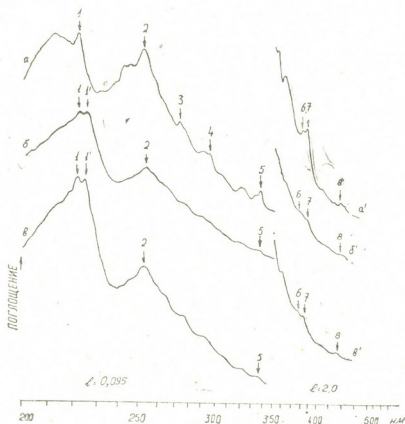


Рис. 2. Ультрафиолетовые спектры поглощения изо-октановых экстрактов из продуктов гидропирилиза асфальтенов (а), I (б) и II (в) фракций смол норийской нефти. Отнесение полос поглощения к типу ароматических углеводородов: 1 и 1' — нафталин и его производные, 2 — фенантрен, 3 — хризен, 4 — 1,2-бенантрацен и 3,4 — бензфенантрен, 5 — пирен, 6 — антрацен, 7 — 3,4-бензпирен, 8 — перилен

Малый выход гидропирилизатов (по таблице) должен указывать на то обстоятельство, что в процессе гидропирилитической фракционирования. Результаты исследования смолисто-асфальтеновых веществ в условиях их гидропирилиза

Образцы	Элементный состав, %				Т плавления, °С	Мол. вес экв.монокон.	Т гидропирилиза, °С	Продолжительность гидропирилиза, час	Выход гидропирилизата, %
	C	H	S	O+N					
Асфальтены норийской нефти	86,43	7,8	1,08	4,69	190	2150	500	2	58
Смоли норийской нефти I фракция	86,1	10,0	0,81	3,09		810	450	4	59
Смоли норийской нефти II фракция	87,4	7,44	0,31	4,85		754	450	4	42
Асфальтены самгорской нефти	87,38	8,26	0,47	3,985	195	2400	500	2	52
Смоли самгорской нефти I фракция	86,7	9,6	0,66	3,04		985	450	4	46
Смоли самгорской нефти II фракция	87,53	9,55	0,43	2,49		787,8	450	4	44,5

Примечание: во всех случаях начальное давление водорода в автоклаве до его нагревания 70 атмосфер.

таци смолисто-асфальтеновых веществ образуются относительно большие количества легколетучих фрагментов, очевидно за счет распада алкильных цепей и нафтеновых колец, содержащихся в молекулах смолисто-асфальтеновых веществ.

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

(Поступило 31.3.1983)

ორგანული ქიმია

ლ. მელიკაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ე. უშარაული  
 ლ. კორტავა, ბ. კუპრაშვილი, შ. ბარაბაძე

ნავთობის ფისოვან-ასფალტენური ნაერთების არომატული  
 ფრაგმენტების შესწავლისათვის

რეზიუმე

ნორის და სამგორის ნავთობების ფისოვან-ასფალტენური ნაერთების ჰიდროპიროლიზატებში აირ-თხევადი ქრომატოგრაფიისა და ულტრაიისფერი სპექტროსკოპიის გამოყენებით იდენტიფიცირებულია კონდენსირებულბირთვიანი არომატული ნახშირწყალბადების ფრაგმენტები.

ჰიდროპიროლიზი ჩატარებულა ავტოკლავში 450° ტემპერატურისა და 70 ატმ წყალბადის წნევის პირობებში.

ORGANIC CHEMISTRY

L. D. MELIKADZE, E. A. USHARAULI, L. M. KORTAVA, B. G. KUPRASHVILI,  
 Sh. Sh. BARABADZE

STUDY OF AROMATIC FRAGMENTS OF RESINOUS-ASPHALTENE  
 COMPOUNDS OF OIL

Summary

Using the methods of gas-liquid chromatography and ultra-violet spectroscopy, condensed-ring aromatic hydrocarbon fragments have been identified in the hydropyrolysates of resinous asphaltene compounds obtained from Norio and Samgori oils. Hydropyrolysis was conducted in autoclave, at 450°C and 70 atm hydrogen pressure.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. А. Ушараули, Л. Д. Меликадзе, Л. М. Кортава. Сообщения АН ГССР, 105, № 1, 1982.
2. Э. А. Ушараули, Л. Д. Меликадзе, Л. М. Кортава. Сообщения АН ГССР, 107, № 2, 1982.
3. Л. Д. Меликадзе, Э. А. Ушараули, Л. М. Кортава. Сообщения АН ГССР, 113, № 1, 1984.



Р. А. ГАХОКИДЗЕ, А. А. СУРМАВА

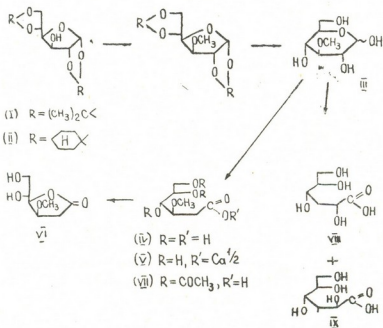
КИСЛОТНАЯ ИЗОМЕРИЗАЦИЯ 3-О-МЕТИЛ-D-ГЛЮКОЗЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. М. Хананашвили 30.3.1984)

На ряде примеров описаны изомерные превращения частично замещенных альдоз и кетоз (с незамещенными полуацетальной и соседней спиртовой или другими электрооакцепторными группами) в одноосновные кислоты [1].

В настоящей работе изучалась изомеризация 3-О-метил-D-глюкозы. 3-О-Метил-D-глюкозу (III) получали как из 1,2;5,6-ди-О-изопропилиден- $\alpha$ -D-глюкофуранозы (I), так и на 1,2;5,6-ди-О-циклогексилиден- $\alpha$ -D-глюкофуранозы (II) метилированием последних и снятием алкилиденных групп. Действием гидроксида свинца 3-О-метил-D-глюкоза при постепенном повышении температуры (20—90°C) превращалась в 2-дезоксис-3-О-метил-D-глюконовую кислоту (IV), которая охарактеризована через ее производные: кальциевую соль (V),  $\gamma$ -лактон 2-дезоксис-3-О-метил-D-глюконовой кислоты (VI) и 2-дезоксис-2-О-метил-4,5,6-3-О-ацетил-D-глюконовую кислоту (VII).

Молекулярное вращение  $[M]_D$  2-дезоксис-D-глюкозы составляет +75° [2], в то время как  $[M]_D$  3-О-метилированного продукта равно +25° [3]. Таким образом, вклад метильной группы в молекулярное вращение составляет -50°. Молекулярное вращение  $\gamma$ -лактона 2-дезоксис-D-глюконовой кислоты +114° [4]. Если придерживаться аддитивной схемы и учесть вклад метильной группы, то молекулярное вращение  $\gamma$ -лактона 2-дезоксис-3-О-метил-D-глюконовой кислоты должно быть около +64°, что соответствует фактическому значению.



В результате действия гидроксида натрия на 3-О-метил-D-глюкозу мы выделили  $\alpha$ - и  $\beta$ -глюкометасахаринные кислоты (VIII и IX).

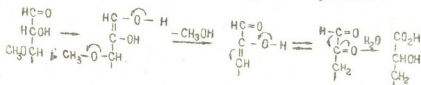




Полученный результат показывает, что ионы гидроксила оснований не оказывают каталитического влияния на изомеризацию углеводов. Сахара в присутствии сильноосновных ионообменных смол претерпевают только эпимеризацию, а в присутствии щелочи и медного катализатора превращаются только по реакции Канницаро [5].

Вышеуказанные данные свидетельствуют о том, что ответственным за направление реакции является ион металла.

Образование глюкометасахариновой кислоты из 3-О-метил-D-глюкозы может происходить путем следующих реакций:



Кислотная изомеризация 3-О-метил-D-глюкозы с образованием 2-дезоксиглюконовой кислоты протекает с принципиально различным механизмом. В этом случае метоксильные группы не затрагиваются и тем самым исключается элиминирование алькоксильной группы с последующей перегруппировкой [6].

3-О-Метил-D-глюкоза была получена из 1,2;5,6-ди-О-изопропилиден- $\alpha$ -D-глюкофуранозы [7], а также аналогичным путем из 1,2;5,6-ди-О-циклогексилден- $\alpha$ -D-глюкофуранозы. Т. пл. 160—162°C,  $[\alpha]_D^{20} + 95,6^\circ \rightarrow +54,2^\circ$  (с 1,2, H<sub>2</sub>O). По литературным данным [7], т. пл. 165—166°C,  $[\alpha]_D^{20} + 55,4^\circ$  (20 часов, с 4,5, H<sub>2</sub>O).

2-дезоксиглюконовая кислота. К 5 г 3-О-метил-D-глюкозы в 50 мл воды прибавляли 9,24 г свежесажженного гидроксида свинца. Реакцию проводили в атмосфере азота при сильно 2-часовом перемешивании при 25°C, затем температуру повышали до 50—60°C и размешивали 15 часов, после этого перемешивали 15 часов при 60—75°C и, наконец, 2 часа при 85—90°C. Раствор желтого цвета отделяли от осадка и осадок промывали горячей и холодной водой. Свинец удаляли сероводородом (иногда пропусканием через катионит). Далее обработку вели двумя способами.

а) Фильтрат и промывные воды упаривали в вакууме, вновь добавляли воду и нагревали 6 часов с углекислым кальцием на кипящей водяной бане. После отделения избытка углекислого кальция раствор обесцвечивали активным углем, выпаривали в вакууме, вновь растворяли в минимальном количестве воды и оставляли на несколько дней. После фильтрования к раствору добавляли 82%-ный раствор этанола. Выделялись кристаллы кальциевой соли 2-дезоксиглюконовой кислоты (при добавлении 60 и 70%-ного этанола кристаллы не выделялись). Найдено, %: Са 8,8, (C<sub>7</sub>H<sub>13</sub>O<sub>6</sub>)<sub>2</sub> Са. Вычислено, %: Са 9,39.

б) Фильтрат и промывные воды пропускали через колонку с анитом ЭДЭ-10 П. Вытеснение кислоты производили пропусканием через колонку с отмытой смолой 4%-ного раствора гидроксида натрия. Для получения свободной кислоты фильтрат пропускали через колонку с катионитом КУ-2 (H<sup>+</sup>). Раствор упаривали в вакууме при 50°C, выход 1,9325 г (64,4%). Получался густой сироп лактона 2-дезоксиглюконовой кислоты. Т. пл. 104—105°C;  $[\alpha]_D^{20} + 36,4^\circ$  (с 0,5, H<sub>2</sub>O). Найдено, %: С 47,72, 48,02; Н 6,28, 6,48. C<sub>7</sub>H<sub>12</sub>O<sub>5</sub>. Вычислено, %: С 47,7; Н 6,8. ИК-спектр:  $\nu$  (см<sup>-1</sup>): 1750 (C=O).

Лактон обрабатывали углекислым кальцием. Образовавшаяся соль оказалась идентичной кальциевой соли 2-дезоксиглюконовой кислоты.



2-дезоксиг-3-О-метил-4,5,6-три-О-ацетил-D-глюконовая кислота. 0,4868 г 2-дезоксиг-3-О-метил-D-глюконовой кислоты нагревали с 7,3 мл уксусного ангидрида и 0,6 мл хлорной кислоты в течение 0,5 часа при 60°C. После охлаждения до комнатной температуры раствор выливали в ледяную воду и энергично перемешивали механической мешалкой. После часового перемешивания несколько раз добавляли хлороформ и продукт выделяли экстрагированием. Хлороформные экстракты промывали водой и сушили сернокислым натрием. После фильтрования раствор концентрировали в вакууме при 40°C до образования густого сиропа  $[\alpha]_D^{20} + 15,3^\circ$  (с 0,5 хлороформ). Найдено, %: С 48,8; Н 6,11.  $C_{13}H_{20}O_9$ . Вычислено, %: С 48,75; Н 6,25. ИК-спектр  $\nu$  (см<sup>-1</sup>): 2800, 3000 (СООН); 1230, 1375 (С—О—С); 1750 (С=О).

Глюкометасахариновая кислота. 3-О-Метил-D-глюкозу в 0,1 N NaOH в атмосфере азота выдерживали при 25°C в течение 5 дней, после чего ионы натрия и нейтральные продукты от кислот отделяли пропусканием раствора через колонку с катионитом КУ-2 (H<sup>+</sup>), а затем с анионитом АВ-17 (ОН<sup>-</sup>). Кислоту из анионитной смолы вытесняли 1N раствором едкого натрия и раствор вновь пропускали через колонку с катионитом для удаления катионов натрия. Раствор нагревали с избытком карбоната кальция 15 мин при 50°C. Из раствора при хранении несколько часов в холодильнике выпадали кристаллы  $\alpha$ -D-глюкометасахарината кальция,  $[\alpha]_D^{20} - 23,11^\circ$  (с 0,5, H<sub>2</sub>O). При добавлении к раствору 45%-ного этанола выпадала смесь  $\alpha$ - и  $\beta$ -форм,  $[\alpha]_D^{20} - 9,2^\circ$  (с 0,4, H<sub>2</sub>O), а при добавлении 60, 70 и 80%-ных растворов этанола выпадали кристаллы  $\beta$ -D-глюкометасахарината кальция,  $[\alpha]_D^{20} - 5,2^\circ$  (с 0,3, H<sub>2</sub>O). Соли соответственно переводили в лактоны (водные растворы обрабатывали катионитом, фильтровали, концентрировали под уменьшенным давлением и выдерживали над фосфорным ангидридом; иногда кристаллизовали добавлением нескольких капель ацетона. (При нагревании наблюдался переход  $\alpha$ - и  $\beta$ -форм).  $\beta$ -D-глюкометасахарино-1,4-лактон перекристаллизовывали из ацетона и этилацетата. Т. пл. 87—88°C,  $[\alpha]_D^{20} + 8,2^\circ$  (с 0,3, H<sub>2</sub>O). По литературным данным [8], т. пл. 85—88°,  $[\alpha]_D^{20} 8,16^\circ$  (с 2, H<sub>2</sub>O).  $\alpha$ -D-глюкометасахарино-1,4-лактон перекристаллизовывали из этилацетата. Т. пл. 102—103°C,  $[\alpha]_D^{20} + 24,3^\circ$  (с 0,2, H<sub>2</sub>O). По литературным данным [8], т. пл. 104—105,5°C.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 6.4.1984)

ორბანული ჟიჟი

რ. ბაზოიძე, ა. სურგავა

3-0-მეთილ-D-გლუკოზის მჟავური იზომერიზაცია

რეზიუმე

შესწავლილია 3-0-მეთილ-D-გლუკოზის მჟავური იზომერიზაცია ტუტე არეში. ტყვიის ჰიდროქსიდის მოქმედებით წარმოიქმნება 2-დეზოქსი-3-0-მეთილ-D-გლუკონის მჟავა, ნატრიუმის ჰიდროქსიდის მოქმედებით  $\alpha$  და  $\beta$  გლუკომეტასაქარინის მჟავები.

R. A. GAKHOKIDZE, A. A. SURMAVA

## ACID ISOMERIZATION OF 3-O-METHYL-D-GLUCOSE

## Summary

Under the action of lead hydroxide 3-O-methyl-D-glucose is converted into 2-deoxy-3-O-methyl-D-gluconic acid. In the presence of sodium hydroxide  $\alpha$  and  $\beta$  glucometasaccharinic acids are produced.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. P. A. Гахокидзе, Н. Н. Сидамонидзе. ЖОрХ, 17, 1980, 1116.
2. W. G. Overend *et al.* J. Chem. Soc., № 6, 1949, 2841.
3. H. R. Bolliger, D. A. Prins. Helv. Chim. Acta, № 12, 29, 1946, 1121.
4. P. A. Гахокидзе, Н. Н. Сидамонидзе. Сообщения АН ГССР, 97, № 1, 1980, 97.
5. P. A. Гахокидзе. УХ, 49, 1980, 420.
6. P. A. Гахокидзе. ДАН СССР, 265, № 3, 1982, 625.
7. W. L. Glen *et al.* J. Chem Soc., 1951, 2568.
8. I. Kenner, G. N. Richards. J. Chem. Soc., № 7, 1954, 278.

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Г. В. ЦИЦИШВИЛИ (академик АН ГССР), Д. Н. БАРНАБИШВИЛИ,  
 Ц. М. ОКРОПИРИДЗЕ

АДСОРБЦИОННЫЕ И ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА  
 МОДИФИЦИРОВАННЫХ ФОРМ МОНТМОРИЛЛОНИТОВОЙ  
 ГЛИНЫ ИЗ АРАЛИ

Изучение физико-химических свойств монтмориллонитовых глин перспективных месторождений Грузинской ССР способствует их широкому применению в качестве адсорбентов и катализаторов. Перспективность использования нового месторождения глины из Арали ставит задачу продолжить изучение влияния модифицирования на их адсорбционные и хроматографические свойства [1, 2].

В настоящей работе исследовано влияние кислотной активации на адсорбционные и хроматографические свойства монтмориллонита из Арали. Водородные формы получены обработкой естественного образца 10 и 20%-ными растворами соляной и серной кислот в течение 3 часов по методике [1]. Для сравнения также была получена водородная форма из аммонийной, разложением в условиях вакуума при 200°C в течение 12 часов (аммонийная форма приготовлена путем ионного обмена многократной обработкой естественной глины 1 н. раствором хлорида аммония).

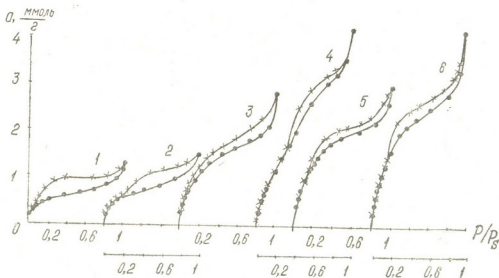


Рис. 1. Изотермы адсорбции (•) и десорбции (×) паров бензола при 20°C на монтмориллонитовой глине из Арали и ее модифицированных форм: 1 — естественный, 2—H<sup>+</sup>(NH<sub>4</sub>), 3—H<sup>+</sup>(актив.) 20% HCl, 4—H<sup>+</sup>(актив.) 10% HCl, 5—H<sup>+</sup>(актив.) 10% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 6—H<sup>+</sup>(актив.) 20% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Адсорбционные свойства образцов изучена по парам бензола при 20°C на высоковакуумной микровесовой установке. Вакуумирование образцов производилось при температуре 200°C до достижения остаточного давления 1·10<sup>-6</sup> тор.

Результаты адсорбционных исследований и их адсорбционно-структурная характеристика дана в виде изотерм (рис. 1) и таблицы.

Изотермы адсорбции паров бензола имеют S-образную форму с обратной петлей гистерезиса, что характерно для сорбентов со сме-

шанной структурой пор. Кислотная активация приводит к увеличению адсорбционной способности по парам бензола. Величины удель-

Адсорбционно-структурная характеристика глины из Арали и ее водородных форм по парам бензола при 20°C

Образец	Величины адсорбции паров бензола ( $a$ , ммоль/г) для начальных точек адсорбции при $p/p_s$			Пред. сорбц. объем, $V$ , см <sup>3</sup> /г при $p/p_s$ 0,98	Емкость моносл. Ам (по БЭТ)	Удельная поверхность $S$ , м <sup>2</sup> /г ( $w=46,5 \text{ \AA}^2$ )	Эффект. радиус пор $(\bar{r} = \frac{2W_s}{S_{ок}} \text{ \AA})$
	0,05	0,10	0,20				
Естественный	0,330	0,380	0,490	0,117	0,425	119	19
H <sup>+</sup> (актив.) 10% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,620	0,900	1,300	0,231	1,286	360	12
H <sup>+</sup> (актив.) 20% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,720	1,020	1,450	0,295	1,471	412	14
H <sup>+</sup> (актив.) 10% HCl	0,560	0,660	1,135	0,377	1,068	299	25
H <sup>+</sup> (актив.) 20% HCl	0,600	0,840	1,375	0,258	1,157	324	15
H <sup>+</sup> (NH <sub>4</sub> )	0,320	0,440	0,555	0,139	0,457	129	21

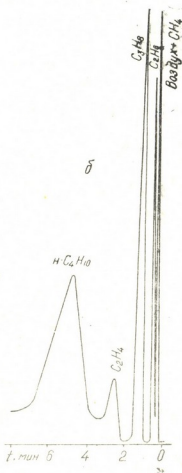


Рис. 2. Хроматограмма разделения смеси углеводородных газов C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub> на естественной глине из Арали. Температура колонки 100°C. Скорость газа-носителя 50 мл/мин.

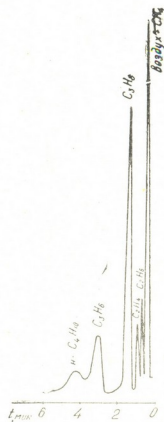


Рис. 3. Хроматограмма разделения смеси углеводородных газов C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub> на H<sup>+</sup> (актив.) 10% HCl глины из Арали. Температура колонки 80°C. Скорость газа-носителя 50 мл/мин.

ной поверхности скелета водородных форм, полученных кислотной активацией, почти 2,5—3 раза больше по сравнению с поверхностью для



естественной глины (см. таблицу). Последнее обусловлено изменениями, происходящими в структуре пор при кислотной активации.

Исследование хроматографических свойств проводилось на хроматографе ЛХМ-8МД с детектором, работающим по теплопроводности. Гранулы адсорбента (0,5—1 мм) перед загрузкой в спиральную колонку (внутренний диаметр 3 мм) нагревались до температуры 200°C, а  $H^+$  ( $NH_4$ ) — при 300°C в течение 5 часов. После загрузки образцы подвергались термической активации при этой же температуре в потоке газа-носителя (гелий). Температура колонки изменялась в пределах 40—200°C. В качестве модельной смеси использовалась смесь углеводородных газов  $C_1$ — $C_4$ .

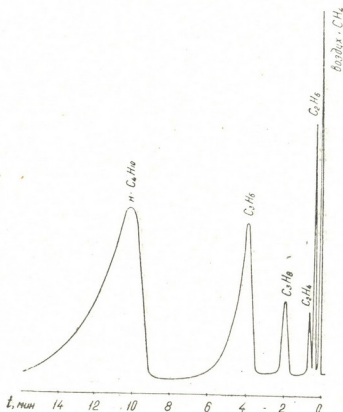


Рис. 4. Хроматограмма разделения смеси углеводородных газов  $C_1$ — $C_4$  на  $H^+$  ( $NH_4$ ) формы глины из Арали. Температура колонки 80°C. Скорость газо-носителя 50 мл/мин

Из данных хроматографического исследования видно, что монтмориллонитовая глина из Арали в естественном виде характеризуется низкой разделительной способностью при 40—80°C. При температуре колонки 100°C и скорости газа-носителя 50 мл/мин разделение компонентов смеси улучшается (рис. 2). С повышением температуры хроматографической колонки разделительная способность ухудшается и сильно сокращается время анализа. При этом не элюируется пропилен во всем исследуемом интервале температур колонки. Хорошей разделительной способностью характеризуются водородные формы, особенно  $H^+$  (актив.) 10%  $HCl$  (рис. 3) и  $H^+$  ( $NH_4$ )-формы (рис. 4). При температуре колонки 80°C элюирование компонентов смеси аналогично активированной аскангине [3]. С дальнейшим повышением температуры нагрева колонки постепенно ухудшается разделительная способность. Разделительная способность  $H^+$  (актив.) 20%  $HCl$  и  $H^+$  (актив.) 20%  $H_2SO_4$  при температуре колонки 80°C такая же, как и для естественной глины из Арали при температуре колонки 100°C, и несколько хуже, чем для  $H^+$  (актив.) 10%  $HCl$  и  $H^+$  ( $NH_4$ )-форм. Ана-

логичное разделение наблюдается и для бентонитовой глины месторождения Азербайджанской ССР — Кобыстана [4].

Анализируя данные исследования, можно заключить, что модифицирование намного улучшает адсорбционные и хроматографические свойства монтмориллонитовой глины из Арали. Выявлена возможность успешного использования  $H^+$  (актив.) 10% HCl и  $H^+(NH_4)$  форма в газо-адсорбционной хроматографии для разделения смеси углеводородных газов  $C_1-C_4$ .

Академия наук Грузинской ССР

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

(Поступило 7.4.1983)

ფიზიკური ქიმია

ბ. ციციშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი),  
დ. ბარნაბიშვილი, გ. ოკროპირიძე

არალის მონტმორილონიტური თიხის მოდიფიცირებული  
ფორმების ადსორბციული და ქრომატოგრაფიული თვისებები

რეზიუმე

შესწავლილია არალის მონტმორილონიტური თიხის წყალბადური ფორმების ადსორბციული და ქრომატოგრაფიული თვისებები. ნაჩვენებია, რომ შედეგით გააქტივება მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს ნიმუშების ადსორბციულ და ქრომატოგრაფიულ თვისებებს. დადგენილია 10% "შარილმეფით გააქტივებული და ამონიუმის ფორმიდან მიღებული არალის მონტმორილონიტური თიხის ნიმუშების წარმატებით გამოყენების შესაძლებლობა აირად-ადსორბციულ ქრომატოგრაფიაში  $C_1-C_4$  ნახშირწყალბადური აირების ნარევის დასაყოფად.

PHYSICAL CHEMISTRY

G. V. TSITSISHVILI, D. N. BARNABISHVILI, Ts. M. OKROPIRIDZE  
ADSORPTION AND CHROMATOGRAPHIC PROPERTIES OF  
MODIFIED FORMS OF ARALI MONTMORILLONITIC CLAY

Summary

Adsorption and chromatographic properties of hydrogen forms of Arali montmorillonitic clay has been studied. It is shown that the adsorption and chromatographic properties of the samples are significantly improved by acid activation.

The study has demonstrated the feasibility of using the hydrogen forms  $H^+$  (activated) 10% HCl and  $H^+(NH_4)$  in gas-adsorption chromatography to separate the mixture of  $C_1-C_4$  hydrocarbon gases.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. Н. Барнабишвили. Труды Ин-та химии им. П. Г. Меликишвили АН ГССР, X 1, 1962, 99—109.
2. Г. В. Цицишвили и др. Изв. АН ГССР, сер. хим., 6, № 4, 1980, 314—321.
3. Г. В. Цицишвили и др. Сообщения АН ГССР, 65, № 2, 1972, 357—360.
4. С. А. Алекперова и др. Учен. записки Азерб. гос. унiver. сер. хим. наук. № 3, 1968, 48—51.



ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

В. Г. БЕРЕЗКИН, Т. Г. АНДРОНИКАШВИЛИ (член-корреспондент  
АН ГССР), Л. Я. ЛАПЕРАШВИЛИ, Н. А. НАДИРАДЗЕ

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ ГАЗА-НОСИТЕЛЯ  $\text{CO}_2$  НА ХАРАКТЕР  
РАЗДЕЛЕНИЯ СМЕСИ НЕКОТОРЫХ ЭФИРОВ И КЕТОНОВ  
НА ЦЕОЛИТНОМ АДСОРБЕНТЕ

Успешные исследования в области изучения физико-химических свойств цеолитов открывают широкие возможности для использования этих сорбентов в практике газовой хроматографии.

Хроматографическому исследованию цеолитов посвящено множество работ. Однако в большинстве из них изучены хроматографические свойства цеолитов по отношению к низкокипящим газам:  $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$  и углеводородным газам  $\text{C}_1$ — $\text{C}_4$  [1].

В работах многих исследователей отмечалось, что характер разделения смесей на цеолитных адсорбентах зависит от ряда факторов, таких, как тип цеолита, природа обменных катионов в цеолите, температура и продолжительность термической активации, а также температура нагрева хроматографической колонки, при которой осуществляется хроматографический анализ [2].

Однако в опубликованных работах сравнительно мало внимания уделено влиянию природы газа-носителя на характер разделения смеси анализируемых веществ. Известно, что в ГАХ удерживание значительно меняется при работе с различными газами. Это является результатом различной адсорбционной способности адсорбентов к разным газам [3].

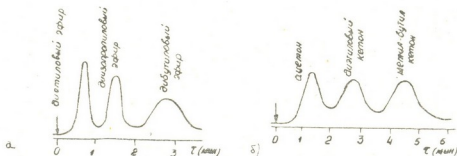


Рис. 1. Хроматограммы разделения смеси: а — эфиров, б — кетонов

Грин и Рой [4] продемонстрировали этот эффект на примере элюирования метана из колонки с активированным древесным углем, употребляя газами-носителями  $\text{He}$ ,  $\text{Ar}$ ,  $\text{N}_2$ , воздух и  $\text{C}_2\text{H}_2$ .

Де Ветом и Преториусом показано, что при использовании в качестве газа-носителя газов — аргона, диоксида углерода, азота, водорода и гелия — размывание пиков хроматографируемых веществ тем больше, чем меньше плотность газа [5].

В работе [6] установлено, что применение  $\text{CO}_2$  в качестве газа-носителя не только сужает ширину пиков отдельных компонентов углеводородной смеси, но и позволяет в значительной мере уменьшить время анализа и температуру нагрева колонки. Это авторы связывают с тем, что диоксид углерода играет роль не только элюэнта, но и десорбата.

Известно, что на молекулярных ситах довольно прочно адсорбируются *n*-парафины, спирты, альдегиды и некоторые соединения других гомологических рядов и их элюирование потоком инертного газа затруднительно [7].

Целью настоящей работы было изучение влияния природы газ-носителя CO<sub>2</sub> на характер разделения некоторых простых эфиров и кетонов на цеолитном адсорбенте NaY.

Исследования проводились на хроматографе марки ЛХМ-72, длина колонки 0,5 м, диаметр 0,004 м, детектор пламенно ионизационный. Адсорбент — цеолит NaY, величина зерен 0,5—1,0 мм. Газ-носитель — диоксид углерода, расход — 30 мл/мин. Температурный интервал 300—350°C. В качестве модельных систем были использованы смеси простых эфиров (диэтиловый эфир, диизопропиловый эфир, дибутиловый эфир) и кетонов (диметил кетон, диэтил кетон, метил-бутил кетон). Была установлена оптимальная температура нагрева колонки для их разделения,  $t_k = 325^\circ\text{C}$ . В табл. 1 приведены удерживаемые

Таблица 1  
Удерживаемый объем веществ при различной температуре хроматографической колонки (цеолит NaY, газ-носитель CO<sub>2</sub>)

№	Соединение	Температура кипения, °C	Удерживаемый объем Vg		
			300°C	325°C	350°C
1	Диэтиловый эфир	32	2,8	1,6	1,4
2	Диизопропиловый эфир	69	3,8	3,1	3,0
3	Дибутиловый эфир	142	8,4	7,8	6,7
1	Диметил кетон	56,0	4,2	3,0	2,8
2	Диэтил кетон	102,7	9,0	6,6	6,0
3	Метил-бутил кетон	127,2	15,0	13,2	12,8

объемы этих соединений [8]. Из данных таблицы следует, что по мере увеличения температуры кипения соединения возрастают удерживаемые

Таблица 2  
Коэффициенты разделения бинарных смесей (цеолит NaY)

№	Бинарная смесь	Коэффициенты разделения K		
		300°C	325°C	350°C
1	Диэтиловый эфир-диизопропиловый эфир	0,50	0,85	0,70
2	Диизопропиловый эфир-дибутиловый эфир	1,00	1,38	1,35
3	Ацетон-диэтиловый кетон	0,77	1,50	1,43
4	Диэтиловый кетон-метил-бутил кетон	0,93	1,35	1,30

объемы этих соединений, а с повышением температуры нагрева колонки они уменьшаются.

На рис. 1 приведены хроматограммы разделения смесей эфиров и кетонов.



Для оценки разделительной способности хроматографической колонки были рассчитаны коэффициенты разделения (K) [9]. Как видно из табл. 2, наилучшее разделение происходит при 325°C.

Таблица 3  
Высота, эквивалентная теоретической тарелке (цеолит NaY, газ-носитель CO<sub>2</sub>)

№	Соединение	Значения ВЭТТ			10% 1,2,3-трис-( <i>n</i> -цианотокси)-пропана на хромосорбе W [10], t <sub>к</sub> =140°C
		300°C	325°C	350°C	
1	Диэтиловый эфир	1,596	1,547	1,441	1,81
2	Днизопропиловый эфир	0,894	0,968	2,252	—
3	Дибутиловый эфир	2,306	1,771	1,033	—
4	Ацетон	0,856	1,252	1,150	1,59
5	Диэтиловый кетон	0,912	2,307	2,387	—
6	Метил-бутил кетон	0,511	1,624	1,828	—

Эффективность колонки оценивалась по высоте, эквивалентной теоретической тарелке (ВЭТТ) [8]. В табл. 3 приведены значения ВЭТТ. Как видно из табл. 3, использование CO<sub>2</sub> в качестве газаносителя приближает ГАХ к ГЖХ. Из этого следует, что введение в практику газовой хроматографии так называемых «активных» газаносителей в значительной мере расширяет диапазон использования газ-адсорбционной хроматографии.

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

Академия наук СССР  
Институт нефтехимического  
синтеза  
им. А. В. Топчиева

(Поступило 30.12.1983)

შეზიარებულია

3. ბარიოზანი, თ. ანდრონიკაშვილი, (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი), ლ. ლაფრაშვილი, ნ. ნადირაძე

ცეოლითზე ზოგიერთი ეთერისა და კეტონის მოდელური ნარევის დაყოფის ხასიათზე CO<sub>2</sub>-ის, როგორც აირ-მატარებლის, გავლენის შესწავლა

რეზიუმე

შესწავლილია 300—350 ტემპერატურის ინტერვალში NaY ტიპის ცეოლითზე ზოგიერთი ეთერისა და კეტონის მოდელური ნარევის დაყოფა აირ-მატარებლად ნახშირის დიოქსიდის გამოყენების დროს. ნაჩვენებია, რომ CO<sub>2</sub>-ის აირ-მატარებლად გამოყენება საშუალებას გვაძლევს ცეოლითებზე დაყოფის ისეთი ორგანული ნივთიერებების ნარევი, რომლებიც ჩვეულებრივ იყოფიან გაზ-თხევადი ქრომატოგრაფიული მეთოდის გამოყენებით.



V. G. BERYOZKIN, T. G. ANDRONIKASHVILI, L. Ya. LAPERASHVILI,  
N. A. NADIRADZE

THE INFLUENCE OF CO<sub>2</sub> AS CARRIER-GAS ON THE SEPARATION  
CHARACTER OF SOME ESTER AND KETONE MIXTURES ON  
A ZEOLITE TYPE ADSORBENT

Summary

The nature of the carrier-gas exerts a significant influence on the character of mixture separation. It is shown that the use of an "active" carrier-gas-carbon dioxide permits to accomplish a clear-cut and complete separation of a number of model mixtures. Mixtures of some esters and ketones—ordinarily analyzed by means of gas-liquid chromatography—were found to be separable on NaY zeolite at the temperature range 300-350°C.

An analysis of such characteristics as the specific retention volumes, separation coefficients of binary mixtures, heights equivalent to a theoretical plate showed that the use of such carrier-gas as carbondioxide has a positive influence on the process of chromatographic fractionation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. Г. Андроникашвили. Ж. Всесоюзн. хим. о-ва им. Д. Н. Менделеева, 28, 1983, 96.
2. G. V. Tsitishvili *et al.* Chromatographia, № 8, 1975, 223.
3. С. Д. Ногаре, Р. С. Джувет. Газо-жидкостная хроматография. Л., 1966, 186.
4. S. A. Greene, H. E. Roy. Anal. Chem., № 29, 1957, 569.
5. М. Шингляр. Газовая хроматография в практике. М., 1964.
6. В. Г. Березкин, Т. Г. Андроникашвили, Л. Я. Лаперашвили, Н. А. Надирадзе. Изв. АН ГССР, сер. хим., 9, № 4, 1983, 348.
7. Д. Брек. Цеолитовые молекулярные сита. М., 1976, 712.
8. М. С. Вигдергауз. Расчеты в газовой хроматографии. М., 1978, 30.
9. Г. Штруппе. Руководство по газовой хроматографии. М., 1969, 49.
10. Т. К. Квернадзе. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1982.



ძ. ლაბაძე, ვ. კოკოჩავილი

სხვადასხვა ცეოლითისა და მათი იონური ფორმების კატალიზური  
თვისებების შესწავლა მეთანისა და ქლორის ნარევის აალების  
ზღვრების გადანაცვლების მიხედვით

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. ციციშვილმა 17.1.1984)

შეიწავლეთ მეთანისა და ქლორის სტექიომეტრიული ნარევის აალების ქვედა ზღვრის გადანაცვლებაზე რეაქტორის შიგა ზედაპირის სხვადასხვა ნივთიერებით დაფარვის გავლენა. დამფარავ ნივთიერებად გამოვიყენეთ კლინობტილოლითის სხვადასხვა საბადოს (ასპინძა, თეძამი, ხეკორძულა) ნიმუშები, სპილენძის, კობალტის და მანგანუმის კატიონებით კლინობტილოლითის მოდიფიცირებული ფორმები და მეტალის ის ოქსიდები, რომლებიც იონმიმოცვლით იქნა შეტანილი ცეოლითში, აგრეთვე სინთეზური ცეოლითები NaA (Π 200—225) და Cu (II) NaX ( $\alpha=0,30$ ).

აალების წნევას ვზომავდით გადაშვების მეთოდით [1] სტატიკურ ვაკუუმდანადგარზე. რეაქტორებად გამოვიყენეთ პირექსის მიწის ცილინდრული ჭურჭლები ( $d=30$  მმ,  $l=120$  მმ). ცდის წინ რეაქტორს ვახურებდით ორი საათის განმავლობაში  $400^\circ$  ტემპერატურაზე  $10^{-4}$  მმ წნევაზე.

ექსპერიმენტის შედეგები გვიჩვენებს, რომ მეთანისა და ქლორის ნარევის აალების ზღვრების მდებარეობაზე ჭურჭლის ზედაპირის ზემოთ ჩამოთვლილი ნივთიერებებით დაფარვა ახდენს არსებით გავლენას (სურ. 1, 2, 3, 4). აალების ზღვრის გადანაცვლება დაბალი ტემპერატურის არეში რეაქციის სიჩქარის გადიდების მიხედვებელია და მიგვანიშნებს რეაქტორის დამფარავი ნივთიერების კატალიზურ აქტიურობაზე.

იონმიმოცვლით  $Cu^{2+}$ -ის შეტანა აძლიერებს კლინობტილოლითის კატალიზურ თვისებებს. დაახლოებით ასეთსავე გავლენას იჩენს კობალტის ოქსიდი CoO (სურ. 1)—60 მმ Hg წნევაზე პირექსის ზედაპირთან შედარებით  $30-34^\circ$ -ით ამცირებს აალების ტემპერატურას.

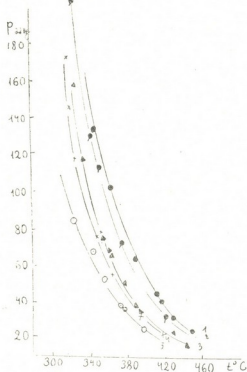
მარილმჟავას ხსნარით დამუშავებულ ხეკორძულაში 22 %-ით სპილენძის (II) იონის ჩანაცვლება ზრდის მის კატალიზურ აქტიურობას. ი. მ. ი. ხ. ე. კ. ი. ნ. ის [2] გამოკვლევით ცეოლითში იონმიმოცვლით შეტანილი გარდამავალი ელემენტების ატომები წარმოადგენენ ადსორბციის ცენტრებს, რომლებიც იწვევს მორეაგირე ნივთიერებების კოორდინირებას და მათ ქიმიურ გააქტიურებას.

საინტერესოა 3 და 4 მრუდის (სურ. 2) შედარება. პირველი შეესაბამება სინთეზური ცეოლითით Cu (II) NaX ( $\alpha=0,30$ ), ხოლო მეორე — მარილმჟავით დამუშავებული და სპილენძის იონით მოდიფიცირებული კლინობტილოლითით (ხეკორძულა  $\alpha=0,22$ ) დაფარულ ზედაპირზე გაზომილ აალების ქვედა ზღვარს.

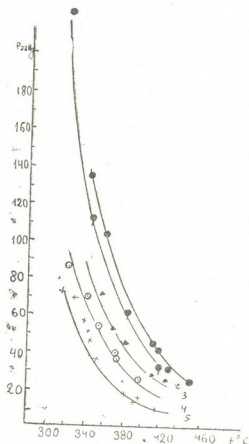
ორივე ნიმუშში სპილენძის იონი მაქსიმალურად არის ჩანაცვლებული. შედარებიდან ჩანს, რომ ბუნებრივმა ცეოლითმა გამოავლინა უფრო მაღალი კატალიზური აქტიურობა, ვიდრე სინთეზურმა. ეს შეიძლება აიხსნას ხეკორძულას მჟავური დამუშავებით და მასში რკინის (III) ოქსიდის მონაწილეობით, რომელიც მსგავს რეაქციებში კატალიზურად აქტიურია. მე-4 და მე-5 მრუდების შედარებიდან ნათლად ჩანს სპილენძის ოქსიდის უპირატესობა. ეს



თანხმობაშია გ. ბორესკოვის [3] გამოკვლევებთან, რომლის თანახმად სპილენძის იონით მოდიფიცირებული ცეოლითის (მცირე შევსებისას) კატალიზური აქტიურობა ოთხი რიგით დაბალია, ვიდრე სპილენძის ოქსიდისა. ნაშრომში ეს ახსნილია უანგვითი რეაქციების ბუნებით, რომელთა მიმდინარეობისათვის საჭიროა კატალიზატორის ელექტრონების მონაწილეობა.



სურ. 1.  $\text{CH}_4 + 4\text{Cl}_2$  ნარევის აალების ქვედა ზღვრის გადასაცვლება სხვადასხვა ნივთიერებით რეაქტორის ზედაპირის დაფარვის გამო: 1 — პირექსის მინა; 2 — კლინობტილოლითი-ხეკორძულა; 3 —  $\text{CoO}$ ; 4 —  $\text{Co}$  (II) კლინობტილოლითი-ხეკორძულა (ჩანაცვლების ხარისხი  $\alpha=0,28$ ); 5.  $\text{Cu}$  (II) კლინობტილოლითი-ხეკორძულა ( $\alpha=0,22$ ) 0,1 ნ.  $\text{HCl}$ -ით დამუშავებული. ინდექსი (II) აღნიშნავს ორვალენტოვან იონს



სურ. 2.  $\text{CH}_4 + 4\text{Cl}_2$  ნარევის აალებას ქვედა ზღვრის გადასაცვლება სხვადასხვა ნივთიერებით რეაქტორის ზედაპირის დაფარვის გამო: 1 — პირექსის მინა; 2 — კლინობტილოლითი-ხეკორძულა; 3 —  $\text{Cu}$  (2) $\text{NaX}$  ( $\alpha=0,30$ ) ინდექსი (2) აღნიშნავს ორჯერად ჩანაცვლებას; 4 —  $\text{Cu}$  (II) კლინობტილოლითი-ხეკორძულა ( $\alpha=0,22$ ) 0,1 ნ.  $\text{HCl}$ -ით დამუშავებული; 5 —  $\text{CuO}$

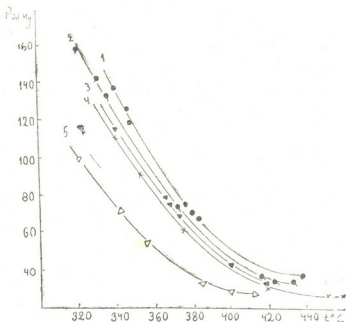
ცეოლითების კატალიზური თვისებები გააპირობებულია მრავალი ფაქტორით. დიდი მნიშვნელობა აქვს არა მარტო ცეოლითის ჩონჩხში შეტანილი კატიონების ბუნებას, არამედ მის მყავურ გააქტიურებასაც (სურ. 3, მრუდი № 3 და 5). ცნობილია [4], რომ ბუნებრივი კლინობტილოლითის მყავური დამუშავება მნიშვნელოვნად ზრდის მის აქტიურობას გოგირდშემცველნაერთებიდან ნავთობის გაწმენდის პროცესში და ამ ნაერთების შთანთქმითი უნარიანობით აახლოებს სინთეზურ  $\text{NaA}$ . მარილმყავათი დამუშავება ცეოლითის შიგაკრისტალურ მოცულობაში ხსნის გზებს და აადვილებს მორეაგირე გზების კონტაქტს.

ხეკორძულის, თქმის, ასპინძის ცეოლითების კატალიზური აქტიურობის შედარებითა გამოკვლევამ (სურ. 4) შეთანის დაქლორების მიმართ გვიჩვენა,

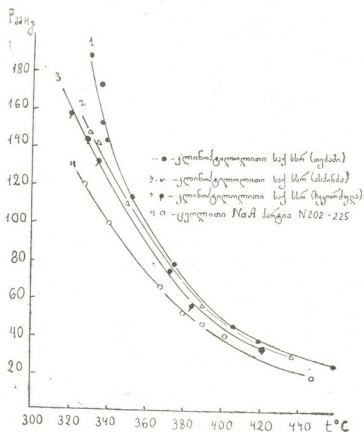




რომ შედარებით უფრო აქტიურია ხეკორძელის ნიმუში. ამავე სურათზე შესადარებლად გამოსახულია სინთეზური NaA ცეოლითის ზედაპირზე გაზომილი აალების ზღვარი.



სურ. 3.  $CH_4 + 4Cl_2$  ნარევის აალებას ქვედა ზღვრის გადანაცვება სხვადასხვა ნივთიერებებით რეაქტორის დაფარვის გამო: 1 — პირეპის მინა; 2 — კლინოტილოლითი-ხეკორძელა; 3 — Cu (II) კლინოტილოლითი-ხეკორძელა, მაქსიმალური ჩანაცვლება HCl-ით დამუშავებულ ნიმუშში; 4 — Mn (II) კლინოტილოლითი-ხეკორძელა; 5 — Cu (II) კლინოტილოლითი-ხეკორძელა ( $\alpha = 0,22$ ) მაქსიმალური ჩანაცვლება 0,1 ნ. HCl-ით დამუშავებულ



სურ. 4.  $CH_4 + 4Cl_2$  ნარევის აალების ქვედა ზღვრის გადანაცვება სხვადასხვა ნივთიერებებით რეაქტორის დაფარვის გამო



ექსპერიმენტის შედეგებიდან გამომდინარე კატალიზური აქტიურობის მწკრივს შემდეგი სახე აქვს:

1. პირექსის მინის ზედაპირი <კლინოპტილოლითი-ხეკორძულა (კლ.-ხ.) <CoO <Co კლ.-ხ. ( $\alpha=0,28$ ) <Cu<sup>2+</sup> კლ.-ხ. ( $\alpha=0,22$ ) HCl-ით დამუშავებული.

2. პირექსის მინის ზედაპირი <კლ.-ხ. <Cu (II) NaX ( $\alpha=0,30$ ) <Cu (II) კლ.-ხ. ( $\alpha=0,22$ ) წინასწარ HCl-ით დამუშავებული ამოსავალი მასალა <CuO.

3. პირექსის მინის ზედაპირი <კლ.-ხ. <Cu (II) კლ.-ხ. <Mn(II) კლ.-ხ. <Cu (II) კლ.-ხ. ( $\alpha=0,22$ ) HCl-ით დამუშავებული ამოსავალი ნივთიერება.

4. კლ.-თეძამი <კლ.-ასპინძა <კლ.-ხეკორძულა NaA № 202—225.

ცოლითების კატალიზური აქტიურობის შეფასებისათვის პირველად ჩვენ გამოვიყენეთ ნახშირწყალბადების ქლორთან ნარევის აალების ქვედა ზღვრის გადაადგილების განსაზღვრის მეთოდი.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 20.1.1984).

### ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

К. З. ЛАБАДЗЕ, В. И. КОКОЧАШВИЛИ

## ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ЦЕОЛИТОВ И ИХ ИОННЫХ ФОРМ НА КАТАЛИТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПО СМЕЩЕНИЮ ПРЕДЕЛА САМОВОСПЛАМЕНЕНИЯ СМЕСЕЙ МЕТАНА С ХЛОРОМ

### Резюме

В результате изучения каталитических свойств цеолитов Груз. ССР найдено, что их активность выражается следующим рядом: Тедзами < Аспиндза < Хекордзула (участок месторождения Дзегви).

Активность цеолитов Хекордзула возрастает при их модифицировании ионами меди, кобальта и марганца в большей мере при предварительной обработке 0,1 н. HCl, чем без предварительной обработки раствором соляной кислоты.

### PHYSICAL CHEMISTRY

K. Z. LABADZE, V. I. KOKOCHASHVILI

## THE INFLUENCE OF DIFFERENT ZEOLITES AND THEIR IONIC FORMS ON THE CATALYTIC ACTIVITY OF DISPLACING THE EXPLOSIVE RANGE OF MIXTURES OF METHANE AND CHLORINE

### Summary

The catalytic activity of Georgian zeolites was studied by the method of shifting the explosive range of stoichiometric mixtures of methane and chlorine. Depending on the deposit, the catalytic activity of clinoptilolites was found to change in the series order: Tedzami < Aspidza < Khekordzula section, and their modified form with the aid of Cu<sup>2+</sup>, Co<sup>2+</sup> and Mn<sup>2+</sup> ions, as well as of copper and cobalt oxides. Their catalytic activity was compared with the copper form of the synthetic zeolite X.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. В. Загулин. Сборник работ лаборатории газовых взрывов. Л., 32, 1932.
2. И. Д. Михайкин, Г. М. Жидомиров, В. Б. Казанский. УХ, 41, вып. 5, 1972, 909—839.
3. Г. К. Боресков. Кинетика и катализ. XIV, вып. I, 1973, 7—25.
4. Ю. П. Грабовский, Е. А. Меркулов, А. М. Цибулевский. Сб. «Природные цеолиты», Тбилиси. 1979, 186—189.
5. ქ. ლაბაძე, ვ. კოკოჩაშვილი, გ. ლლონტი. საქ. სსრ მეცნ. აკად. მოამბე, 92, №1, 1978, 105—107.



ექსპერიმენტის შედეგებიდან გამომდინარე კატალიზური აქტიურობის მწკრივის შემდეგი სახე აქვს:

1. პირექსის მინის ზედაპირი <კლინოპტილოლითი-ხეკორძულა (კლ.-ხ.) <CoO < Co კლ.-ხ. ( $\alpha=0,28$ ) <Cu<sup>2+</sup> კლ.-ხ. ( $\alpha=0,22$ ) HCl-ით დამუშავებული.

2. პირექსის მინის ზედაპირი <კლ.-ხ. <Cu (II) NaX ( $\alpha=0,30$ ) <Cu (II) კლ.-ხ. ( $\alpha=0,22$ ) წინასწარ HCl-ით დამუშავებული ამოსავალი მასალა <CuO.

3. პირექსის მინის ზედაპირი <კლ.-ხ. <Cu (II) კლ.-ხ. <Mn(II) კლ.-ხ. <Cu (II) კლ.-ხ. ( $\alpha=0,22$ ) HCl-ით დამუშავებული ამოსავალი ნივთიერება.

4. კლ.-თეძამი <კლ.-ასპინძა <კლ.-ხეკორძულა NaA № 202—225.

ცვლილებების კატალიზური აქტიურობის შეფასებისათვის პირველად ჩვენ გამოვიყენეთ ნახშირწყალბადების ქლორთან ნარევის ააღების ქვედა ზღვრის გადაადგილების განსაზღვრის მეთოდი.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიღა 20.1.1984).

## ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

К. З. ЛАБАДЗЕ, В. И. КОКОЧАШВИЛИ

### ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ЦЕОЛИТОВ И ИХ ИОННЫХ ФОРМ НА КАТАЛИТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПО СМЕЩЕНИЮ ПРЕДЕЛА САМОВОСПЛАМЕНЕНИЯ СМЕСЕЙ МЕТАНА С ХЛОРОМ

#### Резюме

В результате изучения каталитических свойств цеолитов Груз. ССР найдено, что их активность выражается следующим рядом: Тедами < Аспиндза < Хекордзула (участок месторождения Дзевги).

Активность цеолитов Хекордзула возрастает при их модифицировании ионами меди, кобальта и марганца в большей мере при предварительной обработке 0,1 н. HCl, чем без предварительной обработки раствором соляной кислоты.

## PHYSICAL CHEMISTRY

K. Z. LABADZE, V. I. KOKOCHASHVILI

### THE INFLUENCE OF DIFFERENT ZEOLITES AND THEIR IONIC FORMS ON THE CATALYTIC ACTIVITY OF DISPLACING THE EXPLOSIVE RANGE OF MIXTURES OF METHANE AND CHLORINE

#### Summary

The catalytic activity of Georgian zeolites was studied by the method of shifting the explosive range of stoichiometric mixtures of methane and chlorine. Depending on the deposit, the catalytic activity of clinoptilolites was found to change in the series order: Tedzami < Aspindza < Khekordzula section, and their modified form with the aid of Cu<sup>2+</sup>, Co<sup>2+</sup> and Mn<sup>2+</sup> ions, as well as of copper and cobalt oxides. Their catalytic activity was compared with the copper form of the synthetic zeolite X.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. В. Загулин. Сборник работ лаборатории газовых взрывов. Л., 32, 1932.
2. И. Д. Михайкин, Г. М. Жидомиров, В. Б. Казанский. УХ, 41, вып. 5, 1972, 909—839.
3. Г. К. Боресков. Кинетика и катализ. XIV, вып. I, 1973, 7—25.
4. Ю. П. Грабовский, Е. А. Меркулов, А. М. Цибулевский. Сб. «Природные цеолиты», Тбилиси, 1979, 186—189.
5. ქ. ლაბაძე, ვ. კოკოჩაშვილი, გ. ლონტი. საქ. სსრ მეცნ. აკად. მოამბე, 92, №1, 1978, 105—107.

Р. Г. КОКИЛАШВИЛИ, Дж. И. ДЖАПАРИДЗЕ, З. А. РОТЕНБЕРГ

ФОТОЭМИССИОННЫЕ ТОКИ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ  
ЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ, ПРОПИЛЕНГЛИКОЛЯ-1,2 И  
ПРОПИЛЕНГЛИКОЛЯ-1,3, НАСЫЩЕННЫХ ЗАКИСЬЮ АЗОТА

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 27.4.1983)

Двухатомные спирты при отрыве от их молекул атома водорода при углеродном атоме образуют дигидроксиалкильные радикалы, вступающие в разнообразные реакции в объеме раствора и на поверхности электрода. Такие реакции для водных растворов этиленгликоля (ЭГ) были подробно исследованы методом радиационно-импульсной полярографии [1].

В настоящей работе для исследования аналогичных реакций в водных растворах ЭГ, пропиленгликоля-1,2 (ПГ-1,2) и пропиленгликоля-1,3 (ПГ-1,3) был применен метод межфазной фотоэлектронной эмиссии [2]. Для генерации в растворе радикалов  $\text{OH}^\cdot$ , которые легко отрывают водород от углеродного атома, применялись растворы, насыщенные закисью азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ), в которые в разных концентрациях вводились ЭГ, ПГ-1,2 и ПГ-1,3. Опыты проводились на висящей ртутной капле в растворах  $\text{KCl}$  при разных рН. Интенсивность света (длина волны 365 нм) менялась периодически, и для регистрации амплитуды фототока и его фазы  $\Psi$  применялась система с узкополосным усилителем и синхродетектором [2].

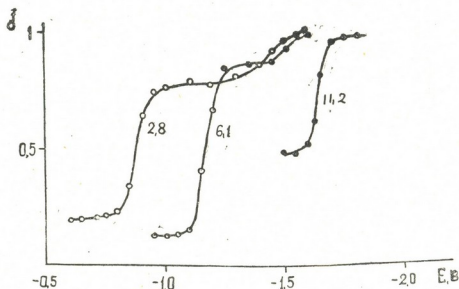


Рис. 1. Зависимости  $j$ — $E$  для растворов ЭГ, насыщенных  $\text{N}_2\text{O}$ : 1—рН 2,8; 2—рН 6,1; 3—рН 11,2; концентрация ЭГ 1,0 М

На рис. 1—3 приведены зависимости от потенциалов ( $E$ ) (<sup>1</sup> приведенных фототоков  $j$ , т. е. отношений фототока в растворах  $\text{N}_2\text{O}$ , содержащих спирты, и в тех же растворах без спирта при разных рН.

Для всех исследованных систем характерно следующее. С ростом  $E$  в отрицательную сторону  $j$  стремится к 1. Это означает, что все об-

(<sup>1</sup> Потенциалы приведены относительно нас. к. э.



разующиеся в растворе органические частицы, как и радикалы  $\text{OH}\cdot$ , восстанавливаются на электроде. При наименее отрицательных  $E$ , не превышающих  $-0,6$  В, фототоки также не зависят от потенциала. Исключение составляет лишь раствор ПГ-1,2 при  $\text{pH}$  13, где при  $E > -0,9$  В наблюдается дополнительный спад  $j$  (см. ниже). В этой

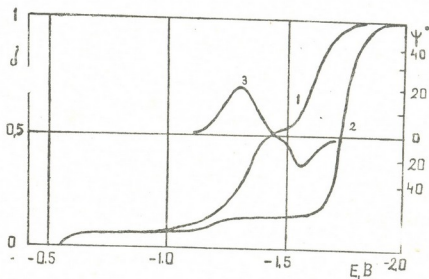


Рис. 2. Зависимости  $j$ — $E$  (1, 2) и  $\Psi$ — $E$  (3) для растворов ПГ-1, 3, насыщенных  $\text{N}_2\text{O}$ : 1,3— $\text{pH}$  4,7; 2— $\text{pH}$  11; концентрация ПГ-1,3 1 М

области постоянства  $j$  первичные частицы дегидрирования спиртов быстро окисляются на электроде до соответствующих оксикетонов или оксальдегидов и одновременно дегидратируются с образованием новых радикальных частиц, более легко восстанавливающихся на электроде.

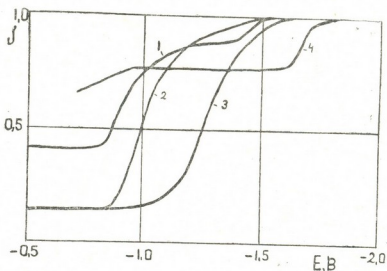


Рис. 3. Зависимости  $j$ — $E$  в растворах ПГ-1, 2, насыщенных  $\text{N}_2\text{O}$ : 1— $\text{pH}$  3,3; 2— $\text{pH}$  4,7; 3— $\text{pH}$  7; 4— $\text{pH}$  13; концентрация ПГ-1, 2 1 М

Величина фототока в этой области  $E$ , определяющаяся током восстановления этих частиц и радикалов  $\text{OH}\cdot$ , существенно зависит от  $\text{pH}$  раствора. При  $\text{pH}$  7 фототок достигает минимума. Рост его с подкислением и подщелачиванием раствора свидетельствует об ускорении реакции дегидратации дигидроксиалкильных радикалов [1]. По величине  $j$  при этих потенциалах с использованием диффузионных уравнений, описывающих фототоки в рассматриваемых системах [2],





были оценены константы скорости дегидратации ( $K_v$ ) спиртовых радикалов в растворе. Если электродные реакции с участием дигидроксиалкильных радикалов лимитируются диффузией, то получающаяся в этой модели константа  $K_v$  для радикала ЭГ $\cdot$  на три порядка выше констант, полученных независимым методом [1]. Согласно с литературными данными достигается, если принять, что скорость электродных реакций лимитируется адсорбцией радикалов на поверхности. В этом случае константа скорости адсорбции близка к 1 см/с. Из сопоставления фототоков  $j$  при близких значениях pH для разных гликолей следует, что скорость дегидратации радикала возрастает в ряду



Отсюда можно заключить, что скорость дегидратации дигидроксиалкильных радикалов зависит от pH раствора, от расстояния между группами OH в молекуле и от наличия метильного заместителя у атома углерода, связанного с группой OH.

В области потенциалов между двумя постоянными значениями  $j$  в зависимости от природы гликоля и pH раствора наблюдаются одна или две волны фототока. Здесь одновременно происходит восстановление дигидроксиалкильных радикалов, а также других частиц, которые могут образовываться в растворе. Так, в растворе ЭГ при pH < 6 (рис. 1) имеют место две волны фототока, одна из которых связана с радикалом ЭГ $\cdot$ , а другая (верхняя) — с радикалом  $\text{C}_2\text{H}_2\text{OH}$ , который может образоваться в результате разрыва связи C—C. Этот вывод подтверждается совпадением потенциала  $E_{1/2}$  второй волны с  $E_{1/2}$  волны, полученной независимо для метанола.

В растворах ПГ-1,3 (рис. 2) при pH 11 удается наблюдать три волны фототока, а при pH 4,7 — лишь две, из которых вторая (более высокая) распадается на две «нестационарные» волны, отвечающие окислению и восстановлению (соответственно ниже и выше точки перегиба) основного продукта. Нестационарность этих волн подтверждается изменением фазы [4] фототока относительно фазы интенсивности света<sup>(1)</sup>.

Основная волна фототока в растворах ПГ-1,3 вызвана, по нашему мнению, образованием радикала  $\text{HOCH}_2\text{C}_2\text{H}_2\text{C}\dot{\text{O}}\text{H}$ , вторая волна с относительной высотой 0,08 — образованием другого радикала  $\text{HOCH}_2\text{C}\dot{\text{C}}\text{H}_2\text{OH}$  (выход этого радикала значительно ниже из-за меньшей подвижности атома углерода в  $\beta$ -положении). Появление третьей волны при высоких pH есть следствие дегидратации радикала  $\text{HOCH}_2\text{C}_2\text{H}_2\text{C}\dot{\text{O}}\text{H}$ .

В растворах ПГ-1,2 в области E отрицательнее предельных значений  $j$  наблюдается в основном одна волна, которую можно отнести к радикалу  $\text{HOCH}_2\text{C}\dot{\text{O}}\text{HCH}_3$ . Потенциал  $E_{1/2}$  с ростом pH смещается в отрицательную сторону, указывая на усиление реакции электроокисления этой частицы. При pH 3,3 появляется дополнительная волна фототока, природа которой пока не выяснена. Возможно, что при дегидратации первичной частицы здесь раньше разрывается связь C—C с образованием радикала  $\text{C}_2\text{H}_3$ , восстановление которого происходит примерно при тех же потенциалах [3]. Спад фототока при pH 13 с изменением E в положительную сторону может быть объяснен электроокислением продуктов дегидратации первичного радикала, которое ускоряется с ростом pH. В силу этого такой же спад фототока

(<sup>1</sup> Во всех остальных системах  $j$  был синфазен с интенсивностью.





имеет место для более кислых (менее щелочных) растворов в области менее положительных  $E$ , которые достигнуть не удалось.

В заключение следует отметить, что наблюдаемые закономерности в поведении исследованных радикалов качественно коррелируют с физико-химическими свойствами соответствующих растворителей. ЭГ и ПГ-1,2 близки между собой по степени структурирования и сольватирующей способности [4], отличаясь от ПГ-1,3. Причина этого — образование внутримолекулярных водородных связей между группами ОН в ЭГ и ПГ-1,2 [5], что затруднено в случае ПГ-1,3. Образование таких связей, с другой стороны, способствует дегидратации радикалов на основе этих соединений, что наблюдалось в данной работе.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт неорганической химии  
и электрохимии

Академия наук СССР  
Институт электрохимии  
им. А. Н. Фрумкина

(Поступило 29.4.1983)

ოლექტროქიმია

რ. კოკილაშვილი, ჯ. ჯაპარიძე, ზ. როტენბერგი

ფოტოემისიის დენები აზოტის ჰანოთი გაჯერებულ  
ეთილენგლიკოლის, პროპილენგლიკოლი-1,2 და  
პროპილენგლიკოლი-1,3-ის წყალხსნარებში

რეზიუმე

დეჰიდრატაციის სიჩქარე დამოკიდებულია ხსნარის pH-ზე. უცვლელი pH-ის დროს დეჰიდრატაციის სიჩქარე იცვლება შემდეგი თანმიმდევრობით: (პროპილენგლიკოლი-1,3) < (ეთილენგლიკოლი) < (პროპილენგლიკოლი-1,2). ნაჩვენებია, რომ ელექტროდული რეაქციის სიჩქარე დამოკიდებულია რადიკალის ბუნებაზე.

ELECTROCHEMISTRY

R. G. KOKILASHVILI, J. I. JAPARIDZE, Z. A. ROTENBERG

PHOTOEMISSION CURRENTS IN AQUEOUS  $N_2O$  SATURATED  
SOLUTIONS OF ETHYLENE GLYCOL, PROPYLENE GLYCOL-1,2  
AND PROPYLENE GLYCOL-1,3

Summary

Free radicals, formed by removing H-atoms from ethane diol (ED) and propane diol (PD), partly participate in electrode reactions and partly are dehydrated in the solution. The rate constant of the latter process strongly depends on pH and, at a fixed pH value, increases in the order:

PD-1,3 < ED < PD-1,2.

The electrode kinetics are shown to depend on the nature of the radical.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. K. M. Bausal *et al.* J. Phys. Chem., 77, 1973, 16.
2. Ya. Ya. Gurevich *et al.* Photoelectrochemistry. New York—London, 1980.
3. D. J. Schiffrin. Faraday Discuss. Chem. Soc., 56, 1974, 41.
4. В. В. Левин, Б. И. Подловченко. Ж. структ. хим., № 10, 1969, 749; 11, 1970, 766.
5. Дж. И. Джапаридзе. Электрохимия, № 13, 1977, 668.



Я. Н. ТАВАРКИЛАДЗЕ, М. Г. БЕРЕЖИАНИ

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА МАССОВОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ С УЧЕТОМ ЯВЛЕНИЯ КОАЛЕСЦЕНЦИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. В. Цицадзе .3.3.1983)

В работе [1] обоснована математическая схема решения задачи для описания явления коалесценции (рост крупных кристаллов за счет мелких) в твердых растворах. Применение рассмотренного в [1] подхода для описания явления коалесценции при массовой кристаллизации в промышленных кристаллизаторах является недостаточным. В отличие от твердых растворов, где кристаллические включения являются неподвижными, коллективный рост в кристаллизаторах характеризуется интенсивным движением кристаллов и их рост или растворение из-за анизотропных условий технологического режима носит случайный характер.

С целью формулировки математической задачи рассмотрим следующую схему (рис. 1). Допустим, что в единицу времени в кристаллизатор поступает (или образуется)  $N_0$  центров кристаллизации, определенная часть  $(1-\alpha) N_0$  которых попадает в зону растворения ( $\Delta < 0$ ), где происходит уменьшение их числа до  $N_2$ . Другая, «привилегированная» часть  $\alpha N_0$  растет в условиях  $\Delta > 0$ . Общее количество кристаллов на выходе аппарата определяется суммой указанных потоков. Вещество, перешедшее в раствор при растворении части кристаллов, питает зону роста. На рис. 1 пунктирной линией схематически показан поток растворенного вещества.

Кинетику массового роста кристаллов [2] можно представить в виде изменения характерного линейного размера:

$$x = 1 - b \exp(-k\tau). \quad (1)$$

В качестве плотности вероятности распределения твердой фазы во времени принято уравнение вида [3]

$$\rho(\tau) = \bar{\tau}^{-1} \exp(-\tau/\bar{\tau}), \quad (2)$$

где  $x = r/r_{\max}$ ;  $b = 1 - r_0/r_{\max}$ ;  $r_0$ ,  $r$ ,  $r_{\max}$  — начальный, текущий и максимальный размеры кристалла соответственно;  $k$  — коэффициент скорости роста;  $\bar{\tau}$  — математическое ожидание.

Плотность распределения «привилегированной» части кристаллов по размерам получаем на основе совместного решения (1) и (2):

$$n_1(x) = \frac{\alpha N_0}{k\tau} (1-x)^{\frac{1}{k\tau}-1}. \quad (3)$$

Аналогично определяется плотность распределения растворяющейся части кристаллов:



$$n_2(x) = \begin{cases} \frac{(1-\alpha)N_0}{k\tau} (1-\beta k\tau-x)^{\frac{1}{k\tau}-1}, & 0 < x < 1-\beta k\tau, \\ 0, & x > 1-\beta k\tau. \end{cases} \quad (4)$$

Условия между ростом и растворением кристаллов охарактеризованы соотношением  $\beta = \frac{k_p \tau_p}{k\tau}$ , где  $k_p = -\frac{dx}{d\tau}$  — скорость растворения;  $\tau_p$  — продолжительность растворения.

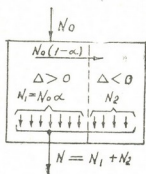


Рис. 1. Структурная схема процесса массовой кристаллизации с зонами роста и растворения

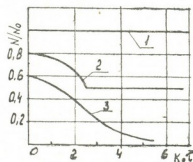


Рис. 2. Кривые изменения общего числа кристаллов: 1 —  $\alpha = 1$ ; 2 —  $\alpha = 0,5$ ; 3 —  $\alpha = 0$

Для определения общего числа кристаллов необходимо проинтегрировать выражения (3) и (4):

$$\begin{aligned} N = N_1 + N_2 &= \int_0^1 n_1(x) dx + \int_0^1 n_2(x) dx = \\ &= N_0 \left[ \alpha + (1-\alpha) (1-\beta k\tau)^{\frac{1}{k\tau}} \right]. \end{aligned} \quad (5)$$

Связь между количеством растворенного вещества  $G_{\max}$ , поступающего в кристаллизатор в единицу времени, и максимально возможной массой единичного кристалла  $g_{\max}$  определена так:  $G_{\max} = N g_{\max}$ . Уменьшение числа кристаллов в процессе растворения изменяет первоначальное ограничение на максимальный размер кристалла и соответственно коэффициент скорости роста [3]. Исходя из этого можно записать

$$r_{\max} = r_{\max}^{(0)} (N/N_0)^{-1/3}, \quad (6)$$

$$k = k_0 (N/N_0)^{1/3}. \quad (7)$$

Подставив значение  $k$  из (7) в (5), получим выражение для определения изменения числа кристаллов в результате коалесценции:

$$\frac{N}{N_0} = \alpha + (1-\alpha) \left( 1 - \beta k_0 \sqrt[3]{\frac{N}{N_0} \tau} \right) \left( k_0 \sqrt[3]{\frac{N}{N_0} \tau} \right)^{-1} \quad (8)$$

Общее количество твердой фазы в процессе массовой кристаллизации определяем следующим образом:

$$G = G_1 + G_2 = g_{\max} \int_0^1 [n_1(x) + n_2(x)] x^3 dx = \quad (9)$$

$$= G_{\max} \left( 1 - \frac{3}{k\bar{\tau} + 1} + \frac{2}{2k\bar{\tau} + 1} - \frac{1}{3k\bar{\tau} + 1} \right) [\alpha + (1 - \alpha) (1 - \beta k\bar{\tau})^{\frac{3}{k\bar{\tau}} + 3}].$$

Рассчитываем ожидаемый гранулометрический состав твердой фазы:

$$W(x) = \frac{G_{\max} \int_0^x [n_1(x) + n_2(x)] x^3 dx}{G} \cdot 100\%. \quad (10)$$

На основе полученных уравнений проведено моделирование процесса массовой кристаллизации с учетом явления коалесценции. На рис. 2 представлены кривые изменения общего числа кристаллов в за-

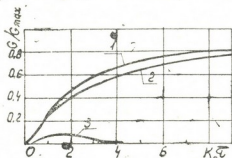


Рис. 3. Общее количество твердой фазы в процессе массовой кристаллизации: 1 —  $\alpha=1$ ; 2 —  $\alpha=0,5$

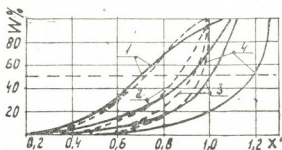


Рис. 4. Диаграммы ситового состава кристаллов в процессе массовой кристаллизации: 1 —  $k_0\bar{\tau}=0,54$ ; 2 —  $k_0\bar{\tau}=1,1$ ; 3 —  $k_0\bar{\tau}=1,68$ ; 4 —  $k_0\bar{\tau}=2,52$ . Сплошная линия соответствует  $\alpha=0,5$ , пунктирная —  $\alpha=1$

висимости от  $k_0\bar{\tau}$  при  $\beta=0,5$  и при различных значениях  $\alpha$ . Значение  $\alpha=1$  соответствует процессу при  $N=N_0=\text{const}$ . На рис. 3 представлены кривые изменения общей кристаллической массы, рассчитанные по формуле (9) при  $\alpha=1$  (без коалесценции),  $\alpha=0,5$  и  $\alpha=0$ . Диаграммы ситового состава твердой фазы для различных значений  $k_0\bar{\tau}$  представлены на рис. 4. Размеры кристаллов выражены в виде

$$x' = r/r_{\max}^{(0)} = x (N/N_0)^{-1/3}. \quad (11)$$

По кривым фракционного состава (рис. 4) определяем медиану размера по весу  $x'_{50\%}$ , а также размеры фракции  $x'_{16\%}$ ,  $x'_{84\%}$  и рассчитываем коэффициент неоднородности CV [4]:

$$CV = \frac{x'_{84\%} - x'_{16\%}}{2 x'_{50\%}} \cdot 100\%. \quad (12)$$

Определяем средний размер кристаллов:

$$\begin{aligned} \bar{x} &= \frac{1}{N} \int_0^1 [n_1(x) + n_2(x)] x dx = \\ &= \frac{N_0}{N} \left( 1 - \frac{1}{k\bar{\tau} + 1} \right) [\alpha + (1 - \alpha) (1 - \beta k\bar{\tau})^{\frac{1}{k\bar{\tau}} + 1}]. \end{aligned} \quad (13)$$

В таблице сгруппированы основные характеристики процесса массовой кристаллизации для различных значений  $k_0\bar{\tau}$  с учетом коалесценции ( $\alpha=0,5$ ) и при  $N=\text{const}$  ( $\alpha=1$ ).



Полученные количественные результаты подтверждают экспериментально наблюдаемый факт укрупнения кристаллов по размерам в процессе коллективного роста [5] и указывают на возможность управ-

$\alpha$	$k_0 \bar{\tau}$	$k \bar{\tau}$	$N/N_0$	$G/G_{\max}$	$\bar{x}'$	$x'_{50\%}$	CV(%)
0,5	0	0	0,803	0	0	0	—
	0,54	0,5	0,782	0,123	0,328	0,7	30,6
	1,1	1,0	0,75	0,265	0,459	0,907	23,3
	1,68	1,5	0,713	0,37	0,518	1,005	14,9
	2,52	2,0	0,5	0,457	0,84	1,185	12,0
1	0	0	1	0	0	0	—
	0,54	0,54	1	0,124	0,352	0,71	26,8
	1,1	1,1	1	0,276	0,524	0,86	18,3
	1,68	1,68	1	0,403	0,627	0,92	14,1
	2,52	2,52	1	0,527	0,716	0,96	10,2

ления гранулометрическим составом кристаллов при организации соответствующей структуры потоков для развития направленной коалесценции.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 29.4.1983)

ქიმიური ტექნოლოგია

ი. თავართკილაძე, მ. ბერეჟიანი

მასიური კრისტალიზაციის პროცესის მათემატიკური მოდელირება კოალესცენციის მოვლენის გათვალისწინებით

რეზიუმე

გამოყვანილი საანგარიშო ფორმულების საფუძველზე განხორციელებულია მასიური კრისტალიზაციის პროცესის მათემატიკური მოდელირება კოალესცენციის მოვლენის გათვალისწინებით. მიღებული რაოდენობრივი შედეგების მიხედვით ნაჩვენებია კრისტალების გრანულომეტრული შემადგენლობის მართვის შესაძლებლობა ნაკადების შესაბამისი სტრუქტურის ორგანიზაციის გზით.

CHEMICAL TECHNOLOGY

Ya. N. TAVARTKILADZE, M. G. BEREZHIANI

MATHEMATICAL MODELLING OF THE PROCESS OF BATCH  
CRYSTALLIZATION ACCORDING TO THE COALESCENCE  
PHENOMENON

Summary

Mathematical modelling of the process of batch crystallization is realized on the basis of calculating formulae. The feasibility of controlling the crystal-size distribution is shown on the basis of quantitative results according to the flow structure.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. М. Лифшиц, В. В. Слезов. ЖЭТФ, 35, 1958, 479.
2. Г. А. Гоцадзе, Я. Н. Таварткиладзе. ТОХТ, 1, 1967, 876.
3. Я. Н. Таварткиладзе, Г. А. Гоцадзе. ДАН СССР, 252, 1980, 1196.
4. Е. В. Хамский. Кристаллизация в химической промышленности. М., 1979, 344.
5. И. Г. Бажал. Кристаллография, 14, 1969, 1106.





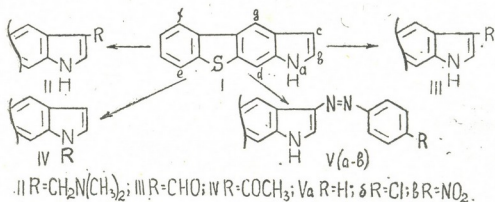
ФАРМАКОХИМИЯ

Т. Е. ХОШТАРИЯ, Л. А. КИНЦУРАШВИЛИ, Л. Н. КУРКОВСКАЯ,  
 Н. Н. СУВОРОВ

НЕКОТОРЫЕ РЕАКЦИИ ЭЛЕКТРОФИЛЬНОГО ЗАМЕЩЕНИЯ  
 У ИНДОЛО [5,6-d]БЕНЗО[b]ТИОФЕНА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Э. П. Кемертелидзе 15.7.1983)

С целью исследования реакционной способности новой гетероциклической системы — индола [5,6-d]бензо[b]тифена [1] нами использованы некоторые типичные для индольного ряда реакции электрофильного замещения: Манниха, Вильсмайера, ацелирования и азосотетания.



Реакция Манниха нами была проведена с диметиламином в условиях, описанных для индола [1]. Формилирование индола [5,6-d]-бензо[b]тиофена (I), проведенное в условиях, аналогичных для индола [2], дало возможность выделить 3-формил-индоло[5,6-d]бензо[b]тиофен (III).

Данные элементного анализа, ПМР-(таблица), УФ-, ИК-спектроскопии и масс-спектрометрии указывают на замещение при «с» у индоло[5,6-d]бензо[b]тиофена (I).

В отличие от индола [3], при ацелировании индоло-[5,6-d]-бензо[b]тиофена (I) уксусным ангидридом в уксусной кислоте ацелированию подвергается лишь NH-группа пиррольного цикла, что подтверждается данными ПМР-(таблица), УФ- и ИК-спектроскопии. Молекулярный вес соединения (IV), определяемый масс-спектрометрически, соответствует вычисленному.

Реакция азосотетания проводилась в смеси диоксан-вода при pH 5—6. В качестве диазосоставляющих нами были выбраны хлориды фенолдиазония, п-хлор- и п-нитрофенилдиазония. Данными ПМР-(таблица), УФ-, ИК-спектроскопии и масс-спектрометрии, а также элементного анализа доказано, что электрофильное замещение однозначно протекает в beta-положении пиррольного кольца индоло[5,6-d]бензо[b]тиофеновой системы (I).

Контроль за ходом реакции и чистотой соединений проведен на пластинках с закрепленным слоем силикагеля — «Silufol» UV-254.





УФ-спектры сняты на спектрофотометре «Specord» в этаноле, ИК-спектры — на приборе UR-20 с призмами из NaCl и LiF (в вазелиновом масле), масс-спектр на приборе МХ-1303 с непосредственным вводом образца в ионный источник. Ток эмиссии катода 1,5 мА. Ускоряющее напряжение 50 ЭВ. Спектры ПМР записаны на спектрометре СFT-20 «Varian» (80 МГц), внутренний стандарт — ТМС.

Параметры спектров ПМР соединений I—IV и Va—v

Соединение	Растворитель	Химические сдвиги, б, м. д.									Константы спин-спинового взаимодействия I, Г <sub>ц</sub>	
		a	b	c	d	e	f	g	CHO	—CH <sub>3</sub>		—CH <sub>3</sub> <sup>2a</sup>
I	(CD <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CO	10,4	7,46	6,66	7,93	7,84	8,23	8,49	—	—	—	I <sub>a,b</sub> =2,2; I <sub>a,c</sub> =1,9; I <sub>d,g</sub> =3,0; I <sub>c,d</sub> =0,8
II	CCl <sub>4</sub>	8,4	7,07	—	7,63	7,70	8,11	8,37	—	2,29	3,68	I <sub>a,b</sub> =20
III	d-ацетон	*	8,25	—	8,0	7,82	8,3	9,01	10,0	—	—	—
IV	CCl <sub>4</sub>	—	7,41	6,73	8,92	7,79	8,12	8,23	—	—	2,64	I <sub>b,c</sub> =3,9; I <sub>d,g</sub> =0,5; I <sub>c,d</sub> =0,5
									2 <sup>a</sup>   3			
V <sub>a</sub>	d-ацетон	11,0	8,34	—	8,01	7,8	8,35	9,41	7,4±7,6		I <sub>a,b</sub> =3,3	
V <sub>b</sub>	"	11,2	8,29	—	7,99	7,86	8,32	9,36	7,95	7,50	I <sub>a,b</sub> =3,0; I <sub>d,g</sub> =0,5; I <sub>2'3'</sub> =8,3	
V <sub>v</sub>	"	11,6	8,46	—	8,06	7,94	8,3	9,40	8,12	8,37	I <sub>a,b</sub> =3,4; I <sub>d,g</sub> =0,8; I <sub>2'3'</sub> =8,8	

\* Не наблюдается из-за плохой растворимости и быстрого дейтерообмена.

3-Диметиламинометилиндоло[5,6-d]бензо[b]тиофен (II). К 1,9 мл (0,009 моль) 33%-ного водного раствора диметиламина, охлажденного до 0°, медленно приливают 6 мл (0,104 моль) ледяной уксусной кислоты, затем 1 мл (0,008 моль) формалина и 0,45 г (0,002 моль) индоло[5,6-d]бензо[b]тиофена (I). Реакционную массу перемешивают при 20° 3 часа, прибавляют 5 мл воды, фильтруют, к фильтрату при перемешивании прибавляют по каплям 10%-ный раствор NaOH до pH 9. Выпавший осадок отфильтровывают, промывают водой и высушивают. Выход 0,3 г (81%), т. пл. 110—112°. ИК-спектр: 1460 (C—N), 3420 см<sup>-1</sup> (NH). УФ-спектр, λ<sub>max</sub> (lg ε): 217 (4,49), 248 (4,69), 266 (4,70), 290 (4,05), 320 (4,02), 445 нм (3,32). Найдено: С 72,6; Н 5,6; N 9,8; S 11,1%. [M<sup>+</sup>] 280. C<sub>17</sub>H<sub>16</sub>N<sub>2</sub>S. Вычислено: С 72,9; Н 5,7; N 10,0; S 11,4%. М 280.

3-Формилиндоло[5,6-d]бензо[b]тиофен (III). К 0,62 мл (0,008 моль) свежеперегнанного диметилформаида при 0° медленно прибавляют 0,2 мл (0,002 моль) хлорокси фосфора. Комплекс выдерживают 1 час при комнатной температуре. Затем охлаждают до 0° и добавляют 0,45 г (0,002 моль) индоло[5,6-d]бензо[b]тиофена (I), растворенного в 2 мл диметилформаида. Реакционную массу нагревают до 45° в течение 50 мин. Охлаждают, прибавляют измельченный лед и подщелачивают 0,1 н. раствором NaOH до pH 7. Осадок от-

фильтровывают, промывают водой и высушивают. Очищают на колонке, заполненной силикагелем, элюент—эфир-гексан, 2:9. Выход 0,2 г (44%), т. пл. 290—292°. ИК-спектр: 1660 (CO), 3290  $\text{см}^{-1}$  (NH). УФ-спектр,  $\lambda_{\text{max}}$  (lg  $\epsilon$ ): 212 (4,45), 243 (4,71), 373 (4,33), 373 (4,33), 312 (3,95), 322 (3,99), 336 нм (3,93). Найдено: С 71,8; Н 3,6; N 5,7; S 12,4%. [M<sup>+</sup>] 251. C<sub>15</sub>H<sub>9</sub>NOS. Вычислено: С 71,7; Н 3,6; N 5,6; S 12,7%. М 251.

1-Ацетилиндоло[5,6-d]бензо[b]тиофена (IV). Смесь 0,45 г (0,002 моль) индоло[5,6-d]бензо[b]тиофена (I), 1,5 мл (0,053 моль) свежеперегнанного уксусного ангидрида и 0,5 мл (0,087 моль) уксусной кислоты кипятят 30 часов. Охлаждают, выливают в воду, экстрагируют этилацетатом, экстракт промывают раствором NaHCO<sub>3</sub>, водой, концентрируют до 20 мл и пропускают через колонку с силикагелем, элюируя бензолом. Выход 0,2 г (42%), т. пл. 160—162°. ИК-спектр: 1710  $\text{см}^{-1}$  (C=O), УФ спектр,  $\lambda_{\text{max}}$  (lg  $\epsilon$ ): 209 (4,37), 259 (4,76), 292 (4,37), 322 (3,80), 336 нм (3,94). Найдено: С 72,5; Н 4,3; N 5,4; S 12,3%. [M<sup>+</sup>] 265. C<sub>16</sub>H<sub>11</sub>NOS. Вычислено: С 72,4; Н 4,2; N 5,3; S 12,1%. М 265.

3-Фенилазоиндоло[5,6-d]бензо[b]тиофен (Va). К раствору 0,45 г (0,002 моль) индоло[5,6-d]бензо[b]тиофена (II) в 30 мл диоксана и 20 мл воды при 0° прибавляют раствор (0,002 моля) хлористого фенилдиазония, поддерживая pH раствора при 5—6 добавлением ацетата натрия. Реакционную массу перемешивают 5 часов, азосоединение экстрагируют эфиром, эфирный раствор промывают 10%-ным раствором NaOH, а затем водой до нейтральной реакции, высушивают и упаривают досуха. Полученное соединение (Va) очищают хроматографически на колонке с силикагелем (элюент-бензол-эфир, 10:1). Выход 0,3 г (68%), т. пл. 241—243°. ИК-спектр: 1460 (—N=N—), 3320  $\text{см}^{-1}$  (NH). УФ-спектр,  $\lambda_{\text{max}}$  (lg  $\epsilon$ ): 240 (4,55), 322 (4,11), 482 нм (3,54). Найдено: С 73,5; Н 3,8; N 13,0; S 9,81%. [M<sup>+</sup>] 327. C<sub>20</sub>H<sub>13</sub>N<sub>3</sub>S. Вычислено: С 73,6; Н 3,7; N 12,8; S 9,8%. М 327.

3-(4-Хлорфенилазо)индоло[5,6-d]бензо[b]тиофен (Vb). Получают взаимодействием индоло[5,6-d]бензо[b]тиофена (I) с раствором хлористого 4-хлорфенилдиазония аналогично соединению (Va). Выход 0,5 г (76%), т. пл. 170—172°. ИК-спектр: 1470 (—N=N—), 3370  $\text{см}^{-1}$  (NH). УФ-спектр,  $\lambda_{\text{max}}$  (lg  $\epsilon$ ): 218 (4,46); 250 (4,62), 284 (4,22), 380 (4,06), 399 нм (4,38). Найдено: С 66,7; Н 3,4; N 11,7%. [M<sup>+</sup>] 361. C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>N<sub>3</sub>ClS. Вычислено: С 66,5; Н 3,3; N 11,6%. М 361.

3-(4-Нитрофенилазо)индоло[5,6-d]бензо[b]тиофен (Vb). Получают взаимодействием индоло[5,6-d]бензо[b]тиофена (I) с раствором хлористого 4-нитрофенилдиазония аналогично соединению (Va). Выход 0,52 г (78%), т. пл. 288—290°. ИК-спектр: 1380 (—N=N—), 3370  $\text{см}^{-1}$  (NH). УФ-спектр,  $\lambda_{\text{max}}$ : 215, 250, 266,6; 289,8; 339 нм. Найдено: С 64,6; Н 3,4; N 15,0; S 8,8%. [M<sup>+</sup>] 372, C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>N<sub>4</sub>O<sub>2</sub>S. Вычислено: С 64,5; Н 3,2; N 15,1; S 8,6%. М 372.

თ. ხოშტარია, ლ. კინცურაშვილი, ლ. კურკოვსკაია, ნ. სუვოროვი

ინდოლო [5,6-d]ბენზო[b]თიოფენის ელექტროფილური  
ჩანაცვლების ზოგიერთი რეაქცია

რეზიუმე

მანიხის, ვილსმაიერის, აცილირების და აზოშეუღლების რეაქციების გამოყენებით შესწავლილია ინდოლო [5,6-d] ბენზო[b]თიოფენის ელექტროფილური ჩანაცვლების ზოგიერთი ძირითადი რეაქცია. ნაჩვენებია, რომ მანიხის, ვილსმაიერისა და აზოშეუღლების რეაქციების შემთხვევაში ჩანაცვლება მიმდინარეობს ინდოლობენზო[b]თიოფენის ბირთვის მესამე მდგომარეობაში, ხოლო ძმარმეავე ანჰიდრიდით აცილირებისას რეაქცია ერთმნიშვნელოვნად მიმდინარეობს პიროლური აზოტით. მიღებულ ნაერთთა აღნაგობა დამტკიცებულია სპექტროსკოპული მეთოდების გამოყენებით.

PHARMACEUTICAL CHEMISTRY

T. E. KHOSHTARIA, L. A. KINTSURASHVILI, L. N. KURKOVSKAYA,  
N. N. SUVOROV

SOME REACTIONS OF ELECTROPHILIC SUBSTITUTION OF  
INDOLO[5, 6-D] BENZO[B] THIOPHENE

Summary

Some reactions of electrophilic substitution of indolo [5,6-d] benzo [b] thiophene are considered. It is shown that in the case of Mannich, azocoupling, and Vilsmeier reactions electrophilic substitution occurs according to position 3. However, the reaction of acetylation by acetic anhydride leads to an N-acetyl derivative. The structure of all the synthesized substances was verified by spectral methods.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. H. Kühn, O. Stein. Ber., № 70, 1937., 567-569.
2. Ф. Джеймс, Х. Р. Шнайдер. Сб. «Синтезы органических препаратов». М., 1961, 30—32.
3. I. E. Saxton. J. Chem. Soc., № 9, 1952, 3592-3594.



Т. В. ДЖАНЕЛИДZE

## К ВОПРОСУ ГЕОЛОГИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ НОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГЛИН В ПОЛОСЕ ТКВАРЧЕЛИ- НОДЖИХЕВИ-КОПИТ

(Представлено академиком АН ГССР Г. А. Твалчрелидзе 27.4.1983)

Бурное развитие промышленного и гражданского строительства в республике требует резкого увеличения производства красного кирпича. Ввиду ограниченности земельных участков, свободных от сельскохозяйственных культур, строительство новых кирпичных заводов, так же как расширение действующих за счет четвертичных глин, не представляется возможным. Поэтому большое значение приобретает выявление коренных месторождений кирпичных глин.

Ткварчельское месторождение чокракских глин является в настоящее время единственным в республике, на базе которого строится крупный кирпичный завод. В целях расширения его сырьевой базы необходимо выявление новых балансовых запасов глин. Такие работы и были проведены автором в полосе развития чокракских отложений Ткварчели-Ноджихеви-Копит.

Ткварчельское месторождение глин расположено в Абхазской АССР в пределах Самурзаканской подзоны Западной зоны погружения Грузинской глыбы [1] и сложено известково-мергелистыми и песчано-глинистыми отложениями палеогена и неогена [2]. Полезная толща приурочена к отложениям чокрака, которые трансгрессивно залегают на гипсоносных глинах олигоцена и протягиваются в меридиональном направлении в виде полосы шириной 450—500 м. Падение под юго-западное.

Полезная толща непосредственно залегают на синевато-серых крупно- и грубозернистых рыхлых песчаниках, переходящих книзу в мелкогалечные конгломераты. Окатанные гальки в конгломератах принадлежат к меловым известнякам и кремням, иногда юрским породам. Конгломераты являются базальными образованиями, представляя маркирующий горизонт.

Полезная толща сложена мощным комплексом глинистых довольно однородных пород. Среди преобладающих глин встречаются линзобразные пропластки известковых песчаников, мощность которых варьирует от 0,5 до 18,0 м.

По текстурным особенностям и цвету глины Ткварчельского месторождения подразделяются на две части. В нижней залегают голубовато-серые с полосчатой текстурой и в верхней — серые с коричневатым оттенком. Обе разновидности по минеральному составу идентичны и являются алевритово-карбонатной глиной, обладающей алевропелитовой структурой. Алевритовые зерна имеют размер 0,1—0,3 мм, представлены кварцем, полевым шпатом, пластинками мусковита, реже пиритом.

Пелитовая составная часть породы сложена дискретной смесью хлорита и каолинита. В ней наблюдаются многочисленные обуглившиеся растительные остатки и реликты микрофауны. Последние сло-





жены кристаллическим кальцитом. Мелкозернистым и криптозернистым кальцитом пропитана вся глинистая масса.

Указанные базальные образования были прослежены автором юго-восточнее от Ткварчельского месторождения, где были выявлены новые проявления глин, по строению аналогичные Ткварчельскому месторождению. Так, например, в окрестностях сел. Ноджихеви чокракские отложения несогласно залегают на размытой поверхности песчанистых глин нижнего миоцена и представлены грубозернистыми песчаниками с конгломератом в основании, за которым следует мощная толща глин, сложенная двумя горизонтами. Нижний из них представлен полосчатой глиной голубовато-серого цвета мощностью 20—30 м. Выше следует прослой песчаника, разделяющий горизонты глинистой толщи. Продуктивная толща чокрака согласно перекрывается песчанистыми глинами караганского горизонта среднего миоцена.

Аналогичная картина наблюдается и вблизи сел. Копит, расположенного юго-восточнее Ткварчельского месторождения. Здесь на размытой поверхности песчаников сакараульского горизонта несогласно залегают рыхлые грубозернистые песчаники с конгломератом в основании. Далее следуют полосчатые голубовато-серые глины мощностью до 20 м и серые с коричневатым оттенком глины мощностью до 20 м. На продуктивном горизонте залегают песчанистые глины караганского горизонта.

Из сопоставления литологических разрезов (рис. 1) следует, что все отмеченные месторождения геологически идентичны.

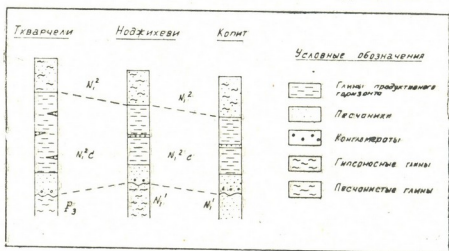


Рис. 1. Сопоставление разрезов Ткварчельского, Ноджихевского и Копитского месторождений глин

Глины Ткварчельского, Ноджихевского и Копитского месторождений имеют аналогичный минеральный состав. Они состоят из хлорита, каолинита, кварца, кальцита, мусковита и полевого шпата. По химическому составу (таблица) глины исследованного района также мало отличаются друг от друга.

По гранулометрическому составу содержание частиц менее 0,05 мм колеблется от 90,23 до 99,85%, соответственно частиц более 0,05 мм — от 9,77 до 0,15%.

Глины исследованного района (с добавкой зоны Ткварчельской ГРЭС в количестве 10%) пригодны для производства пустотелого кирпича (с 18 пустотами) марки «200», отвечающего всем требованиям ГОСТа 6316—74 марки «МРЗ 35». В чистом виде (без добавки) глины могут быть использованы для производства дренажных труб диаметром 50, 75 и 100 мм (при сушке 36 часов), а с добавкой золы (20%)





при сушке 47 часов — для дренажных труб диаметром 125 и 150 мм. Трубы по качеству удовлетворяют требованиям ГОСТа 8411—74 и выдерживают 15 попеременных замораживаний и оттаиваний.

№ проб	Содержание, %											
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub> O	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Влага	п.п.п.
1	50,86	14,54	3,26	2,2	1,0	10,0	2,64	1,12	1,42	2,64	1,0	10,11
2	50,62	14,96	2,12	2,87	0,63	8,42	1,94	1,16	1,10	3,0	1,57	11,15
3	50,67	13,77	1,96	2,87	0,56	9,21	2,17	0,83	1,20	2,7	1,70	11,18

Примечание: проба № 1 взята на Ткварчельском, № 2 — на Ноджихевском, № 3 — на Копитском месторождениях глин.

Таким образом, результаты минералого-технологических исследований глин Ткварчельского района устанавливают их благоприятные геолого-экономические условия и значительные потенциальные запасы, что позволяет отнести изученную полосу к перспективной, заслуживающей дальнейшего более детального изучения.

Управление геологии  
Грузинской ССР

(Поступило 28.4.1983)

გეოლოგია

თ. ჯანელიძე

ტყვარჩელი-ნოჯიხევი-კოპიტის ზოლის გეოლოგიისა და თიხის ახალი საბადოების გამოვლენის პერსპექტივები

რეზიუმე

ტყვარჩელის რაიონში, ტყვარჩელი-ნოჯიხევი-კოპიტის ჩოკრაქული ნალექების გავრცელების ზოლში ჩატარებულმა გეოლოგიურმა გამოკვლევამ გვიჩვენა თიხების დიდი გავრცელება. თიხების ლაბორატორიულმა შესწავლამ ცხადყო, რომ ის ხასიათდება მაღალი თვისობრივი მაჩვენებლებით. კვლევის შედეგები გვაძლევს საშუალებას ვივარაუდოთ, რომ ტყვარჩელის რაიონში არის ხელსაყრელი გეოლოგიური პირობები თიხის ახალი ბუდობების გამოსავლენად.

GEOLOGY

T. V. JANELIDZE

ON THE GEOLOGY OF THE TKVARCHELI-NOJIKHEVI-KOPITI LINE AND THE PROSPECTS OF DISCOVERING NEW CLAY DEPOSITS

Summary

Geological investigations of the zone of developing of Tkvarcheli-Nojikhevi-Kopiti Tschokrakian sediments in the Tkvarcheli district have shown

a vast distribution of clays. Laboratory examination of the clays demonstrate their high qualitative indices.

The findings suggest that in the Tkvarcheli area there are appropriate geological conditions for the occurrence of new clay deposits.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. Д. Гамкрелидзе. Тектоника. Геология СССР, т. X, ч. 1, Грузинская ССР. М., 1964.
2. А. А. Чиковани. Средний миоцен. Геология СССР, т. X, ч. 1, Грузинская ССР. М., 1964.

В. А. ЗУБАКОВ

## ЭКВИВАЛЕНТЫ СЕЛИНУНТИЯ В РАЗРЕЗЕ ЧЕРНОМОРСКОГО КАЙНОЗОЯ И ИХ ПАЛЕОКЛИМАТИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 28.4.1983)

Руджиери и Спровиери [1] показали, что подошва калабрийского яруса Жинью в его стратотипе Санта Мария ди Катанцаро и подошва сицилийского яруса в его типовом районе (западная Сицилия) одновозрастны. Оба рубежа датируются по микропалеонтологической шкале в 1,1—1,2 млн. лет. Этот вывод элиминирует рекомендацию Лондонской сесии МГК (1948 г.) о понижении плиоцен-плейстоценовой границы «под подошву калабрия». Однако сторонники понижения [1—3] продолжают апеллировать ко второй части рекомендации, указывающей, что критерием плиоцен-плейстоценовой границы должно быть похолодание, отраженное появлением «северных гостей» в итальянских разрезах. Интервал, соответствующий этим событиям, выделен в надъярус селинунтий, разделенный на три яруса: сантерно, эмилий и сицилий по появлению *Arctica islandica* L., *Hyalinea baltica* (Schr.) и *Globorotalia truncatulinoides exelsa* Spr., Rud. a. Unti [1, 3].

Степень изученности морского позднего кайнозоя Причерноморья сейчас не уступает, а возможно, и превосходит изученность итальянских стратотипических разрезов. Новые данные [4—7] и, в частности, магнитостратиграфические [8—10] позволяют выделить в черноморском разрезе в интервале, соответствующем надъярису селинунтий, девять климатостратиграфических подразделений (суперклиматем) длительностью в 100—300 тыс. лет. Ниже на основании магнито- и климатостратиграфических данных производится корреляция стратотипических черноморских и среди земногорских разрезов (см. таблицу).

«Чаудо-бакинский» горизонт, соответствующий в Грузии шавским слоям [8, 9], входит в магнетем Брюнес и вместе с сефскими опресненными слоями, выявленными в кровле Матуямского магнетема, сопоставляется с эрозионной фазой фламинию-миндель I [11] и началом тарквинийской трансгрессии. Цвермагальские слои [8, 9] по палеомагнитным и палеоклиматическим данным оказываются аналогом сицилийской [1, 2] — партуенско [11] трансгрессии. При этом среднецвермагальская фаза опреснения коррелируется с криомером (КМ) гюнц III по принадлежности обоих к харамильскому событию (таблица). Кассианская эрозионная фаза, КAg 1,05 млн. лет [11], синхронна квемонатанебской фазе опреснения, датируемой в 1,1 млн. лет одноименным событием прямой полярности [9].

Климатостратиграфическое расчленение позднего плиоцена-раннего плейстоцена Черноморского и средиземорского бассейнов (ТМ—термомер, МК—криомер, возраст в млн. лет)



В. А. Зубаков

Черное море		Магнитно-аргоновая шкала	Средиземное море [1—3, 11, 12]	Суперклиматы, млн. лет		
Чадудинский s. lato горизонт—пона Didacna tschoudae	Чауда s. str.—шана	Верхнечаудинский малокутский-колхидский ТМ— <i>D. eulachia-Cardium edule</i>	Тарквинийский ТМ— <i>Patella ferruginea</i> , терраса 33—40 м	4	0,65	
		Суглинки мыса Чауда—КМ				
		Нижнечаудинский ТМ— <i>D. baericrassa-Dr. caspia</i>		4	0,77	
	Софский КМ—опресненный бассейн		Фламинно-миндель I КМ, КА 0,7			
	Цвермагальские слои s. D. tschoudae-D. crassa gu-rtenis	Верхнецвермагальский ТМ—морские слои	0,73	Португальский-спиллий s. str., КА 0,82 [9]	5	Гюнц-миндель
		Среднецвермагальский КМ—слои с <i>Theodoxus pallasi</i>	0,9			
Нижнецвермагальский ТМ—морские слои		0,97	КМ гюнц III(?) Эолиты грота Валлоне			
Квемонатанебский КМ—алевриты с <i>Micromelania</i>	1,07	Харамильо	Терраса 83 м	6	1,08	
Гурийский s. lato горизонт—пона Digressodaena	Чакватский ТМ—слои с <i>D. pseudocrassa-Ts. raylovi</i>	1,17	Нахьярус салинугий	Эмлий—зона <i>Hyalinea ballica</i>	7	
	КМ—„циагубанские“ слои с <i>Sumb. pleistopleura</i>	R				Кассно-гюнц II (?) КМ, КА 1,05
	Надарбазенский ТМ—слои с <i>D. digressa-D. lithopodoliciformis</i>	1,67				Терраса 108 м (грот Валлоне)
		Олдувей				КМ аулла-гюнц I (?)
		Реюньон 1—2,03				Зона <i>Bulimina etnea</i>
Кувильяк s. lato-агриса	Мерийский КМ—слои с <i>Pyrgula-Micromelania</i> и цинкспердские-дрейсеновые слои	R	Сантерно—зона <i>Arctica islandica</i>	10	1,8	
	Эцерский ТМ—слои с <i>D. medeae</i>	Реюньон 2—2,13				?
	Поливадинский КМ—акчагыл	R				?
		Кизылташ 2,93?				Пьяченца— <i>G. inflata</i>
	R		?	11	2,22	
				12	2,5	



Гурийские s. l. слои [4, 5] являются стратиграфическим аналогом эмилийского яруса [1, 2]. Оба подразделения включают по три суперклиматемы, из которых нижняя совпадает с олдувейским событием прямой полярности (таблица).

Наиболее неопределенным остается стратиграфическое положение яруса сантерно. Подошва его и первое появление *Arctica islandica* L. и *Cyteropteron testudo* Sars [1] датируются по КАг в 2,0—2,1 млн. лет, по трекам — в 2,1—2,8 млн. [12]. Палеомагнитные данные интерпретируются неоднозначно [2, 3, 12] и допускают оценку «золотого гвоздя» — сапропелевых уровней «е—д» разреза Врика — в интервале от 1,6 до 2,3—2,5 млн. лет. В соответствии с этим ярус сантерно может сопоставляться либо с 10-й суперклиматемой, т. е. с мерийскими [8] и цихиспердскими [6] слоями, либо со всем верхним-средним куальникком-эгриси, включая поливадинский криомер. Подошва последнего, отмеченная появлением *Cardium dombra* Andr. в Приазовье, совпадает с инверсией Гуасс-Матуяма и имеет возраст 2,45 млн. лет [8].

Таким образом, можно констатировать следующее:

В интервале 2,5—0,5 млн. лет в геологической истории Черного и Средиземного морей появились одни и те же гидрологические этапы, отражающие климатически обусловленные фазы похолодания-опреснения и потепления-осолонения.

Принятая в Черноморском бассейне нижняя граница плейстоцена по подошве чауды тождественна границе под сицилием и под калабрием s. str., и не совпадает с границей под баку.

Новые предложения о понижении границы плейстоцена под подошву сантерно оказываются слишком неопределенными. В интервал неопределенности попадает почти весь куальникский-эгрисский ярус.

Государственный гидрологический институт  
Ленинград

(Поступило 29.4.1983)

ბოლოვია

### 3. ზუბაკოვი

სელინუნტიური ეპიკვალენტიები შავი ზღვის კაინოზოურის ზრისში და მათი კალეოკლიმატური შინაარსი

რეზიუმე

დადგენილია შავი ზღვის და ხმელთაშუა ზღვის აუზების პალეოკლიმატოლოგიური ისტორიის პარალელურობა, გამოხატული ორივეში გამტკნარება-აცივების ექვსი და გამარილება-დაბობის ხუთი ფაზის მორიგეობით 2,5—0,6 მლნ წ. შუალედში.



V. A. ZUBAKOV

 SELINUNTIAN EQUIVALENTS IN THE BLACK SEA CAENOZOIC  
 SECTION AND THEIR PALAEOCLIMATIC CONTENTS

## Summary

It is established that the palaeohydrological history of the Black Sea basin developed parallel to that of the Mediterranean Sea. In both basins there was an alternation—between 2.5 and 0.6 Myr—of 6 phases of water-freshening associated with cooling, and 5 brackish-water phases associated with warming.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. G. Ruggieri, R. Sprovieri. *Geologica Rom.*, v. 16, 1977, 131-139.
2. M. L. Colalongo *et al.* *Boll. Soc. Paleont. Ital.*, v. 20, № 2, 1981, 99-120.
3. H. Nacagawa *et al.* В кн. „Граница неогена и четвертичной системы“. М., 1980.
4. Т. Г. Китовани, З. А. Имнадзе, К. И. Чочиева. *Изв. Геол. о-ва Грузии*, № 9, 1980.
5. Г. А. Квалишвили. Моллюски семейства *Cardiidae* гурийского горизонта Западной Грузии. Тбилиси, 1976.
6. И. Г. Тактакишвили. *Сообщения АН ГССР*, 90, № 3, 1978.
7. И. И. Шатилова. Палинологическое обоснование геохронологии верхнего плиоцена и плейстоцена Западной Грузии. Тбилиси, 1974.
8. В. А. Зубаков, В. В. Кочегура. В кн.: «Геохронология СССР», т. 3. Л., 1974.
9. В. А. Зубаков, В. В. Кочегура, Г. И. Попов. В кн.: «Колебания уровня мирового океана». Л., 1975.
10. V. V. Kochegura, V. A. Zubakov. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, v. 23, 1978, 151-160.
11. P. Ambrosetti *et al.* *Boll. Soc. Geol. Ital.*, v. 91, f. 1, 1972.
12. C. Arrias *et al.* *Quatern. Res.*, v. 13, № 1, 1980.

М. З. ШАРИКАДЗЕ

## О СИСТЕМАТИЧЕСКОМ ПОЛОЖЕНИИ РОДА SALFELDIELLA SPATH (PHYLLOCERATIDA, AMMONOIDEA)

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 21.3.1983)

Род *Salfeldiella* установил Спет, поместив его в подсемейство *Calliphylloceratinae* Spath (семейство *Phylloceratidae* Zittel) [1]. Роман [2] считал его подродом *Calliphylloceras* Spath и относил к подсемейству *Phylloceratinae*. В. В. Друщич [3] в установленное им подсемейство *Holcophylloceratinae* Drusch., наряду с *Holcophylloceras* Spath и *Sowerbyceras* Parona et Bonarelli, включил и *Salfeldiella*. Н. В. Безносков [4] упомянутое подсемейство возвел в ранг семейства.

Среди *Holcophylloceratinae* до настоящего времени изучен морфогенез лопастной линии двух родов — *Holcophylloceras* и *Sowerbyceras* [4—6]. Установлено, что на ранней стадии развития линия состоит из пяти лопастей, а формирование сутуральной лопасти связано с лопастью  $U^1$  ( $=U^3$  по Шиндевольфу) [5] или  $U_1^1$  ( $U^4$  по Шиндевольфу) [6]. Согласно Н. В. Безноскову, новые элементы возникают в результате деления седла  $U/1$  [4, стр. 52], но, судя по рисунку лопастной линии *Holcophylloceras zignodianum* Orb. (рис. 23, д, е), расчленяется не седло  $U/1$ , а лопасть  $I$ , на что справедливо указала И. А. Михайлова [7].

Нами прослежен морфогенез лопастной линии средне- и позднеаптских салфелдиелл (8 экз.), встреченных в разрезах по рр. Хокодзь, Пшеха (Северо-Западный Кавказ) и Хохборт (Дагестан). Оказалось, что, как и у *Euphylloceras* и *Phylloparaceras*, 3-я и последующие линии до первичного пережима состоят из шести лопастей. Затем происходит редукция седла  $U_1/U_1$  и линия становится пятилопастной. Самым важным моментом является то, что новые элементы появляются в результате деления внутренней боковой лопасти  $I$ , а сутуральная лопасть формируется на базе лопасти  $I_2$ . У других филлоцератид такой способ образования сутуральной лопасти не наблюдается.

Ниже рассматривается морфогенез лопастной линии *S. guettardi* Rasp. (рис. 1), экземпляры которого встречены в верхнеаптских отложениях по р. Пшеха.

Просутура двухлопастная, а примасура пятилопастная —  $VLUID$ . 3-я линия шестилопастная —  $VLU_1:U_1ID$ . Умбиликальная лопасть симметрично делится ( $U_1U_1$ ). Такая же картина наблюдается у аптских *Euphylloceras* и *Phylloparaceras*. На 0,7 обороте (10-я линия), вблизи первичного пережима редуцируется вторичное седло  $U_1/U_1$  (рис. 1, д) и линия вновь становится пятилопастной —  $VLUID$ . В начале 2-го оборота (рис. 1, е) происходит асимметричное

деление внутренней боковой лопасти  $I-I_2I_1$  (в редких случаях она делится симметрично). Дальнейшее развитие и образование сутуральной лопасти связаны с лопастью  $I_2$ . На 1,4 обороте  $I_2$  смещается к шовной линии и также асимметрично делится —  $I_{2,2} I_{2,1}$  (рис. 1, ж). Седло  $I_{2,2}/I_{2,1}$  постепенно растягивается, укрупняется и на 2,3 обороте (рис. 1, и), вблизи вершины закладывается лопасть  $I_{2,2}$ . Несколько позже асимметрично делится лопасть  $I_{2,1} - I_{2,1,1} I_{2,1,2}$  (рис. 1, к). В последующем таким же способом образуются новые элементы сутуральной лопасти, т. е. лопасти, зарождающиеся на седле, смещаются на боковую сторону, а элементы, образующиеся в результате деления лопастей, остаются на внутренней стороне оборота. Таким образом, несмотря на то что у аптских *Euphyllloceras* и *Phylloporachyceras* с одной стороны, и *Salfeldiella*, с другой, вначале новые элементы закладываются в разных местах, развитие сутуральной лопасти в общем протекает по единому плану.

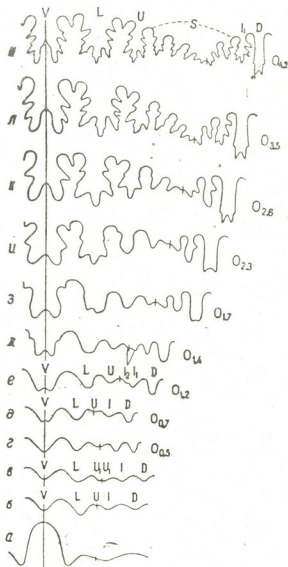


Рис 1. Изменение лопастной линии в онтогенезе *Salfeldiella guettard* Rasp. Экз. № 8—403/18: а—з — 1-я, 2-я, 3-я, 10-я, 17-я, 21-я, 27-я линии ( $\times 31$ ); и — 34-я линия, 2,3 оборота ( $\times 25$ ); к — 38-я линия, 2,6 оборота ( $\times 21$ ); л — 45-я линия, 3,5 оборота ( $\times 13$ ); м — 62-я линия, 4,2 оборота ( $\times 7$ ). Северо-Западный Кавказ, р. Пшеха, клансей

Начиная с 1,7 оборота, дорсальная лопасть становится двураздельной, а с 2,5 оборота ее литундное строение нарушается. Происходит это вследствие того, что на спинной стороне основание лопасти частично заходит в лопасть предыдущей перегородки. В результате задняя часть дорсальной лопасти сужается и на этом месте образуются мелкие боковые зубцы. Аналогичное строение имеет дорсальная



лопасть *E. ponticuli* Rouss. [3]. И. Видманн [8] объясняет образование боковых зубцов локальным утолщением дорсальной лопасти при частичном захождении соседних лопастей друг в друга. К тому же мнению приходит И. А. Михайлова [7]. По нашему соображению, несмотря на то, какими причинами вызвано образование боковых зубцов, начиная со второй половины 3-го оборота, дорсальная лопасть *Salfeldiella* фактически уже не имеет литунидного строения.

До 10-й линии вентральная лопасть цельная. Начиная с 0,7 оборота, она становится двураздельной. Все остальные крупные лопасти трехветвистые. Седла, расположенные на внешней стороне оборота, пальцевидно рассеченные, а на внутренней — вершины всех седел цельные.

Формула лопастной линии:

$$VLUID \rightarrow VLU_1 U_1 ID \rightarrow VLUID \rightarrow VLU_2 I_1 D \rightarrow VLUS (I_2) I_1 D.$$

Касаясь особенностей морфогенеза отряда *Phylloceratida*, И. А. Михайлова [7, стр. 1225—1226] писала: «Не до конца решенными остались вопросы: 1) может ли наблюдаться (хотя бы в исключительных случаях) деление внутренней лопасти; 2) может ли сутуральная лопасть возникнуть в результате перобразования лопасти  $U^3$ , а не  $U^2$ , как полагает И. Видманн; 3) случайность или исключительность — наличие двураздельности седел на внутренней стороне лопастной линии». Применительно к аптским филлоцератидам на эти вопросы можно ответить следующее: 1) деление внутренней боковой лопасти наблюдается у *Salfeldiella*; 2) возникновение сутуральной лопасти связано у *Euphyloceras* и *Phyllopacyceras* с преобразованием лопасти  $U^1$  ( $U^2$  по Михайловой), а у *Salfeldiella* — с лопастью  $I_2$ ; 3) двураздельность седел на внутренней боковой стороне не наблюдается.

Морфогенез лопастной линии *Salfeldiella* протекает иначе, чем у других представителей филлоцератид, и его, по-видимому, следует рассматривать в ранге подсемейства в составе семейства *Phylloceratidae*. Окончательно этот вопрос будет решен после тщательного изучения ранних стадий развития лопастных линий юрских *Phylloceratidae*.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 31.3.1983)

პალეონტოლოგია

ა. შარიძაძე

SALFELDIELLA SPATH (PHYLLOCERATIDA, AMMONOIDEA) გვარის  
სისტემატიკური მდგომარეობის შესახებ

რეზიუმე

გვიანპატური *S. guettardi* Rasp.-ს ტიხრის ხაზის ონტოგენეზური განვითარების შესწავლით დადგინდა, რომ ახალი ელემენტები ჩნდება შიგა გვერდითი უბის ( $I_1$ ) გაყოფით, ხოლო სუტურული უბე ვითარდება  $I_2$  უბის გარ-



დაქმნით. *Salfeldiella* გვარის ტიხრის ხაზის მორფოგენეზი მიმდინარეობს სხვაგვარად, ვიდრე დანარჩენი ფილოცერატიდებისა და იგი, ჩვენის აზრით, განხილული უნდა იქნეს ქვეოჯახის რანგში.

PALAEONTOLOGY

M. Z. SHARIKADZE

ON THE SYSTEMATIC POSITION OF THE GENUS *SALFELDIELLA*  
SPATH (PHYLLOCERATIDA, AMMONOIDEA)

Summary

An investigation of the suture line ontogeny of the Late Aptian *S. guetardi* Rasp. shows that new elements appear by division of the inner latera lobe (I), while the suture lobe develops by transformation of the  $I_2$  lobe. By the suture line morphogeny the genus *Salfeldiella* differs from other Phylloceratids, hence it can apparently be regarded in the subfamily rank.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. L. F. Spath. Revision of the Jurassic Cephalopodan Fauna of Kachin (Cutch), v.l. IX, № 2, 1927.
2. F. Roman. Les ammonites jurassiques et crétacés. Paris, 1938.
3. В. В. Друшиц. Нижнемеловые аммониты Крыма и Северного Кавказа. М., 1956.
4. Н. В. Безносков. Юрские аммониты Северного Кавказа и Крыма. Л., 1958.
5. O. H. Schindewolf. Abhandl., 1. 1961.
6. J. Wiedmann. Bol. Geologia. 24, 1968.
7. И. А. Михайлова. ДАН СССР, т. 246, № 5, 1979.
8. J. Wiedmann. Abhandl., 125, 1966.



Л. И. ПОПХАДЗЕ

НОВЫЙ ПРЕДСТАВИТЕЛЬ РОДА LEPTOCYTHERE  
ИЗ ЧОКРАКСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЛЕЧХУМИ  
(ЗАПАДНАЯ ГРУЗИЯ)

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 28.4.1983)

В настоящей статье описывается новый вид из рода *Leptocythere*, найденный нами в чокракских отложениях Западной части Рачинско-Лечхумской синклинали в окр. с. Барднала (Цагерский район, ущ. р. Цхенисцкали). В чокраке упомянутого региона нами обнаружена микрофауна (фораминиферы и остракоды), для которой характерно разнообразие видового состава, при небольшом количестве каждого вида. Совместно с характерными видами фораминифер нижнего чокрака [1] в глинах найдены следующие виды остракод: *Leptocythere stabilis* Schn., *L. distincta* Schn., *L. ex gr. cellula* Livent., *Cytheridea mülleri* (Münst), *Loxococoncha carinata alata* Schn. *Cytherura magna* Schn., *C. filicata* Schn., *Xestoleberis aff. lutrae* Schn. и др., широко распространенные и в чокракских отложениях Понто-Каспийской области. В чокракских отложениях Кавказа исследователи [2, 3] из рода *Leptocythere* отмечают всего несколько видов (среди которых руководящим для отмеченного региона является только *Leptocythere rugosa* Schn.), поэтому каждый новый вид, найденный в чокракских слоях, имеет большой научный интерес как с палеонтологической, так и с биостратиграфической точки зрения.

Ниже приводится описание нового вида из рода *Leptocythere*.

Надсемейство Cytheracea Baird, 1850

Семейство Cytheridae Baird, 1850

Подсемейство Leptocytherinae Hanai, 1957

Род *Leptocythere* Sars, 1928

*Leptocythere bardnalensis* Popchadze, sp. nov.

(рис. 1)

Название вида — от географического названия с. Барднала.

Материал. 10 целых раковин хорошей сохранности.

Голотип. ГИН АН ГССР № 98/80—1. Целая раковина. Рачинско-Лечхумская синклинали, с. Барднала. Нижний чокрак.



Описание. Раковина удлиненно-овальная, блестящая, средних размеров: равносторчатая, слабовыпуклая. Спинной край слабо изогнут, брюшной слабо вогнут в средней части. Передний конец выше заднего и свисает книзу. Задний конец дугообразно закруглен.

Раковина покрыта неравномерно расположенными, неглубокими, слабовыраженными морщинками, несущими невысокие возвышенные части. Поверхность последних носит точечный характер. Своеобразие морщинок особенно хорошо выражено на переднем конце, где они покрывают широкую порово-канальную зону. В результате канальцы этой зоны затушеваны и обнаруживаются только после смачивания створок. Параллельно заднему концу протягивается узкая складочка.

Размеры (мм)

	Д	В <sub>1</sub>	В <sub>2</sub>	В <sub>3</sub>	Ш <sub>1</sub>	Ш <sub>2</sub>
Голотип № 98/80—1	0,55	0,32	0,27	0,25	0,15	0,15
Экз. № 98/80—2	0,47	0,27	0,25	0,22	0,1	0,1
Экз. № 98/80—3	0,50	0,3	0,27	0,25	0,12	0,12

Изменчивость. Меняются в основном расположение морщинок на поверхности раковины, а также передний конец, который то слабо, то сильно свисает книзу, что вызывает изменение переднего контура раковины.



Рис. 1. *Leptocythere bardnalensis* Popchadze, sp. nov. (вид с внешней стороны,  $\times 86$ )

Сравнение. Описанный вид, несомненно, близок к *Leptocythere distincta* Schn. из чокракских и сарматских отложений Крыма и Кавказа [2], но отличается от него наличием складки в заднеспинной стороне, морщинками на поверхности, отсутствием слабо выраженного пунктира и редкими белыми точками.

Геологическое и географическое распространение. Нижний чокрак, Рачинско-Лечхумская синклинали, окр. с. Барднала, Цагерский район, ущ. р. Цхенисцкали, Западная Грузия.

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

(Поступило 29.4.1983)



ლ. ფოხხაძე

LEPTOCY THERE-ს გვარის ახალი წარმომადგენელი ლეჩხუმის ჩოკრაკული ნალექებიდან

რეზიუმე

რაჭა-ლეჩხუმის სინკლინის ჩოკრაკული ნალექებიდან (სოფ. ბარდნალას ქრილი) აღწერილია *Leptocythere*-ს გვარის ახალი წარმომადგენელი *L. bardnalensis* Popchadze, sp. nov.

PALAEONTOLOGY

L. I. POPKHADZE

A NEW REPRESENTATIVE OF THE GENUS *LEPTOCY THERE* FROM THE TSCHOKRAKIAN SEDIMENTS OF LECHKHUMI (WESTERN GEORGIA)

Summary

A new representative of the genus *Leptocythere*—*L. bardnalensis* Popchadze, sp. nov.—has been described from the Tschokrakian sediments of the Racha-Lechkhumi syncline (section of Bardnala village).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. К. Богданович. Труды ВНИГРИ, нов. сер., вып. 51. М.—Л., 1950.
2. А. В. Сузин. Остракоды третичных отложений Северного Предкавказья М., 1956.
3. Г. Ф. Шнейдер. Труды ВНИГРИ, нов. сер., вып. 34. М.—Л., 1949.

Г. Г. АНАНИАШВИЛИ

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ФАЦИЙ БАЙОСА В ПРЕДЕЛАХ ВЕРХНЕЙ РАЧИ И ЮГО-ОСЕТИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. И. Схиртладзе 23.4.1983)

Исследуемый район охватывает часть Южной Осетии и Верхней Рачи, приблизительно от ущелья р. Паца на юго-восток до окрестностей с. Уцера на северо-запад. Тектонически он принадлежит к Гагра-Джавской зоне [1] и занимает ее восточную часть, представляя собой зону сочленения Грузинской глыбы и геосинклинали Южного склона Большого Кавказа.

В районе обширную территорию занимают вулканогенные и вулканогенно-осадочные образования байоса [2, 3], к которым пространственно приурочены свинцово-цинковые и баритовые месторождения. Мощность байоса 2,5 км. Они постепенно сменяются в восходящем разрезе глинистыми сланцами и песчаниками сорской свиты (аален) и согласно продолжаются туфами, песчаниками и конгломератами с фауной верхней зоны верхнего байоса. На севере и северо-востоке свита по региональному надвигу перекрыта отложениями верхнеюрско-мелового флиша, а на юге граничит с третичными породами Рача-Лечхумской и Теделетской синклиналей, на данном участке слагающих грабен-синклинальную структуру.

Фациальный анализ вулканогенных и вулканогенно-осадочных образований байоса показал, что в исследуемом районе выделяется центральная зона активного вулканизма, граничащая на севере и на юге с бассейнами турбидного осадконакопления [4, 5] вулканокластиков и вулканогенно-осадочных толщ (рис. 1).

Центральная зона активного вулканизма протягивается с северо-запада на юго-восток в направлении от г. Купра до ущ. Паца. Ширина ее 10—15 км. В пределах этой зоны, очевидно представляющей в байосе подводный вулканический хребет, концентрируется основная часть вулканических центров. Ранее считалось, что в составе свиты пирокластические породы преобладают над лавами, и она рассматривалась как продукт вулканической деятельности центрального типа с высоким коэффициентом эксплозивности. Наши исследования показали, что вулканогенный байос четко делится на два комплекса. Нижний комплекс (мощность 1,8 км) сложен преимущественно пиллоулавами, имеющими широкое площадное распространение. С ними ассоциируют гналокластиты и породы брекчиевого облика, которые в основном представлены дезинтегрированными лавами и кластолавами. Эксплозивный материал полностью отсутствует.

Нижний комплекс в основном представлен базальтами, андезито-базальтами и пироксеновыми андезитами, в которых Г. С. Дзоценидзе выделял спилиты и авгит-лабрадоровые порфиры. На отдельных участках Чорди-Ири фиксируются рои базальтовых и диабазовых даек, а также мелкие субвулканические интрузии основного состава. Большая протяженность лавовых покровов и дайковые поля указывают на преимущественно трещинный тип вулканизма, в результате которого сформировался нижний комплекс.



Верхний комплекс (мощность до 0,7 км) отличается от нижнего как химическим, так и минералогическим составом слагающих его пород. Он представлен базальтовыми андезитами, андезитами, дацитами, которые, по Г. С. Дзоценидзе, соответствуют роговообманковым и плагиоклазовым порфиритам. Встречаются единичные покровы риолитов. Широко развиты роговообманковые разновидности, практически не представленные в нижнем комплексе. Гиперстеновые породы, выделенные Т. В. Джанелидзе, характеризуются малым распространением и встречаются в обоих комплексах [6]. Существенную роль приобретает эксплозивный материал. Широко развиты экструзивные купола и субвулканические интрузии андезитового и дацитового состава. Трещинный тип вулканизма сменяется центральным.

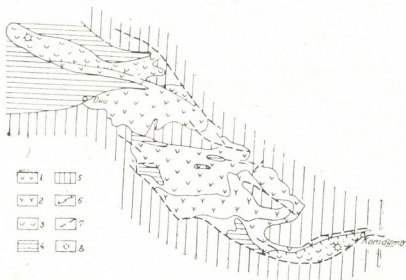


Рис. 1. Схематическая фациальная карта восточной части Гагра-Джавской тектонической зоны: 1—нижний комплекс: лавы преимущественно базальтового и андезито-базальтового состава; 2—верхний комплекс: лавы и туфы андезитового и дацитового состава; 3—вулканогенный флиш; 4—осадочный флиш; 5—постбайосские осадки; 6—границы активного вулканического пояса; 7—разрывные нарушения; 8—изолированные вулканические центры

Породы верхнего комплекса в значительной мере уничтожены предверхнеюрской эрозией и сохранились лишь на ограниченной территории (см. рис. 1).

Вулканические породы байоса в исследованном районе составляют высококальцевую известково-щелочную дифференцированную серию, в составе которой преобладают андезито-базальты.

Вулканически активный пояс на севере и юго-востоке граничит с байосскими флишевыми бассейнами, переходные же зоны между ними представлены смежными фациями.

Северная граница активного вулканического пояса проходит вдоль ущелья р. Сакао, а юго-восточная—в окрестностях с. Кемульты (ущ. р. Квирила).

В пределах северо-западного флишевого бассейна четко устанавливается поперечная фациальная зональность. На его южной периферии и лавы и иалокластиты чередуются с вулканокластическими породами, переотложенными турбидными потоками. Севернее последние занимают господствующее положение в строении байосской толщи и еще далее на север, в свою очередь, переходят в вулканогенно-осадочные и нормально-осадочные породы. Привнос материала происходит, по-видимому, в основном с вулканического хребта подводны-





მი течениями и турбидными потоками. Для пород характерны града-  
ционная, косая и конволютная слоистость и риппельмарки, т. е. все  
признаки, типичные для турбидитных отложений. В брекчиях относи-  
тельно крупные гальки ориентированы длинной осью вдоль направле-  
ния течения.

Разрез южного флишевого бассейна неполный, однако можно вос-  
становить аналогичную поперечную фаціальную изменчивость.

Турбидный флиш северного и южного бассейна смят в линейные,  
изоклинальные, сильно сжатые складки.

Двухчленное строение байосской вулканогенной толщи в преде-  
лах активного вулканического пояса должно учитываться при рас-  
шифровке характера смещений вдоль рудоконтролирующих структур в  
пределах Квайса-Чордского рудного района.

Анализ состава обломков вулканических пород и минералов в тур-  
бидитах южного и северного флишевых бассейнов позволяет выделить  
аналоги нижнего и верхнего комплексов вулканически активной зоны,  
что имеет большое значение для расшифровки строения этих сложно  
дислоцированных, монотонных, крайне бедных фаунистическими остат-  
ками отложений.

Кавказский институт  
минерального сырья  
им. А. А. Твалчрелидзе

(Поступило 29.4.1983)

კატროლოგია

ბ. ანანიაშვილი

ბაიოსური ვულკანური ფაციესების განაწილება ზემო რაჭასა  
და სამხრეთ ოსეთში

რეზიუმე

რაჭისა და ოსეთის ბაიოსური ვულკანოგენური წყების ფაციესების შეს-  
წავლის შედეგად რაიონში გამოყოფილია ბაიოსური აქტიური ვულკანიზმის  
ცენტრალური ზოლი, რომელიც ვულკანური ცენტრების 95% შეიცავს, და  
მისი მომიჯნავე ფლიშური აუზები, რომელშიც ვულკანოგენური წყება ტურ-  
ბიდიტული ნაკადების მიერ გადალექილი ვულკანოკლასტური მასალით არის  
აგებული. დადგენილია ბაიოსის ვულკანოგენური წყების ლატერალური და  
ვერტიკალური ზონალობის ხასიათი.

PETROLOGY

G. G. ANANIASHVIL

DISTRIBUTION OF THE BAJOCIAN VOLCANIC FACIES IN UPPER  
RACHA AND SOUTHERN OSETI

Summary

Basing on facies distribution in the volcanic series of Racha and Oseti,  
an active volcanic central zone has been identified, which comprises 95%  
of volcanic centres. In the north and the south it is bordered by flysch  
basins that accumulated thick volcanoclastic turbidites. The lateral and  
vertical zoning of the Bajocian volcanic series is characterized.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. Д. Гамкрелидзе. Основные черты тектонического строения Кавказа. Тбилиси, 1966.
2. Г. С. Дзоценидзе. Домиоценовый эффузивный вулканизм Грузии. Тбилиси, 1948.
3. Г. С. Дзоценидзе. Материалы к петрографии порфиритовой серии (Верхняя Рача и Юго-Осетия). Тбилиси, 1938.
4. М. А. Беридзе. Изв. Геол. о-ва Грузии, VII, вып. 1, 2. Тбилиси, 1970.
5. М. А. Беридзе. Литология и полезные ископаемые. № 1, 1982.
6. Т. В. Джanelидзе. Сообщения АН ГССР, 52, № 1, 1964.



СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

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

К РАСЧЕТУ ЗАМКНУТЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК  
 НЕКРУГОВОГО ОЧЕРТАНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 14.4.1983)

Рассмотрим замкнутую цилиндрическую оболочку некругового очертания, которая подвергается действию равномерного давления интенсивности  $q$ .

Оболочка образована путем плавного соединения вдоль образующих конечного числа цилиндрических панелей с разными радиусами кривизны.

Будем предполагать, что геометрические размеры оболочки и характер закрепления ее краев не противоречат допущениям статического характера полумоментной теории ( $M_1 = Q_1 = H = O$ ), а коэффициент Пуассона равен нулю.

Упругое равновесие такой оболочки описывается следующей системой дифференциальных уравнений [1]:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 u}{\partial s^2} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 v}{\partial x \partial s} = 0,$$

$$\frac{1}{2} \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial s} + \left(1 + \frac{h^2}{12R^2}\right) \frac{\partial^2 v}{\partial s^2} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{1}{R} \frac{\partial w}{\partial s} - \frac{h^2}{12R} \frac{\partial^3 w}{\partial s^3} = 0,$$

$$\frac{1}{R} \frac{\partial v}{\partial s} - \frac{h^2}{12R} \frac{\partial^3 v}{\partial s^3} + \frac{w}{R^2} + \frac{h^2}{12} \frac{\partial^4 w}{\partial s^4} = \frac{q}{Eh}, \quad (1)$$

где  $h$  — толщина оболочки;  $R$  — ее ступенчато-постоянный радиус кривизны;  $s$  — длина дуги направляющей;  $E$  — модуль упругости, а  $u$ ,  $v$  и  $w$  — перемещения в осевом, кольцевом и радиальном направлениях, соответственно.

Для сведения системы (1) к одному дифференциальному уравнению воспользуемся операторным методом [1], в соответствии с которым некоторые миноры определителя системы выглядят следующим образом:

$$D_{31} = \frac{1}{2R} \frac{\partial^3}{\partial s^2 \partial x} - \frac{h^2}{24R} \frac{\partial^5}{\partial s^4 \partial x},$$

$$D_{32} = \frac{1}{R} \frac{\partial^3}{\partial s \partial x^2} - \frac{h^2}{12R} \frac{\partial^5}{\partial s^3 \partial x^2} + \frac{1}{2R} \frac{\partial^3}{\partial s^3} - \frac{h^2}{24R} \frac{\partial^5}{\partial s^5},$$

$$D_{33} = \left(1 + \frac{h^2}{12R^2}\right) \frac{\partial^4}{\partial s^2 \partial x^2} + \frac{1}{2} \frac{\partial^4}{\partial x^4} + \left(\frac{h^2}{24R^2} + \frac{1}{2}\right) \frac{\partial^4}{\partial s^4}.$$



Полагая,

$$\omega = D_{33} \Psi, \quad (2)$$

в соответствии с известными теоремами теории линейных алгебраических уравнений получим соотношение

$$D\Psi + \frac{q}{Eh} = 0, \quad (3)$$

где  $D$  — определитель рассматриваемой системы, который в раскрытом виде записывается в виде

$$D = \frac{\partial^8}{\partial s^8} + 2 \frac{\partial^8}{\partial s^6 \partial x^2} + \frac{\partial^8}{\partial s^4 \partial x^4} + \frac{2}{R^2} \frac{\partial^6}{\partial s^6} + \\ + \frac{4}{R^2} \frac{\partial^6}{\partial s^4 \partial x^2} + \frac{1}{R^4} \frac{\partial^4}{\partial s^4} + \frac{2}{R^2} \frac{\partial^4}{\partial s^2 \partial x^2} + \frac{12}{h^2 R^2} \frac{\partial^4}{\partial x^4}.$$

Располагая функцией  $\Psi$ , перемещения  $u$  и  $v$  определяются формулами

$$u = D_{31} \Psi, \quad v = D_{32} \Psi. \quad (4)$$

Таким образом, решение поставленной задачи свелось к интегрированию одного дифференциального уравнения восьмого порядка в частных производных (3).

Построим решение (3).

Предположим, что края оболочки оперты свободно. Анализ формул (2) и (4) показывает, что решение (3) можно искать в виде следующего ряда:

$$\Psi = \sum_{n=1}^{\infty} \bar{\Psi}_n(s) \cos tx, \quad (5)$$

где  $l$  — длина оболочки, а  $t = \frac{n\pi}{l}$ .

При этом соответствующим образом следует разложить и нагрузку  $q$ :

$$q = \frac{4}{\pi} q \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \cos tx. \quad (6)$$

Подставляя (5) и (6) в (3), приходим к обыкновенному дифференциальному уравнению восьмого порядка, для интегрирования которого используем вариант метода коллокации [2]. Следуя этому варианту, решение представим в виде следующего тригонометрического полинома:

$$\bar{\Psi}_n(s) = \sum_{k=1}^m A_k \cos \frac{k\pi s}{s_0},$$

где  $A_k$  — неизвестные пока постоянные, а  $s_0$  — длина дуги между осями симметрии, поперечного сечения оболочки.

Описанная последовательность расчета позволяет учитывать влияние продольных (вдоль образующих) шарниров и опор. При этом сле-

дует принять во внимание условия обращения в нуль изгибающего момента в шарнирах и радиального перемещения на опорах.

Таким образом, если количество точек коллокации равно  $N_1$ , шарниров  $N_2$  и радиальных опор  $N_3$ , то мы будем располагать системой из  $m = N_1 + N_2 + N_3$  алгебраических уравнений относительно неизвестных коэффициентов  $A_k$ .

Конкретные расчеты были выполнены для оболочки, подвергающейся действию внутреннего давления интенсивности  $q = 10^3$  кн/м<sup>2</sup>, поперечное сечение которой имеет две оси симметрии и образована в результате сопряжения четырех цилиндрических панелей ( $l = 20$  м;  $h = 0,2$  м;  $R_1 = 4,1$  м;  $R_2 = 0,75$  м;  $E = 3,45 \times 10^8$  кн/м<sup>2</sup>;  $n = 1$ ;  $s_0 = 2,73$  м;  $s_1 = 1,9$  м;  $N_1 = 48$ ;  $N_2 = 1$ ;  $N_3 = 1$ ). Вдоль линий сопряжения предполагалось существование либо шарнирного соединения, либо радиальной опоры.

Результаты расчета приведены в таблице.

Координата		$W$	$M_2$	$T_2$	$S$	$T_1$
$s$		$\times 10^{-4} \cos sx$	$\times \cos sx$	$\times 10^2 \cos sx$	$\times 10^{-2} \sin sx$	$\times \cos sx$
Оболочка без продольных опор и шарниров	0,00	-0,7968	-7,9219	-0,1514	0,0000	-0,2348
	0,25	-0,7654	-7,2100	-0,1454	-0,9041	-0,2254
	0,50	-0,6733	-6,6711	-0,1279	-1,7350	-0,1976
	0,75	-0,5266	-5,2004	-0,0999	-2,4254	-0,1538
	0,99	-0,3354	-3,3073	-0,0636	-2,9191	-0,0,75
	1,24	-0,1139	-1,1416	-0,0216	-3,1756	-0,0331
	1,49	0,1201	1,1263	0,0227	-3,1739	0,0340
	1,74	0,3450	3,3182	0,0654	-2,9143	0,0982
	1,99	0,5389	5,0474	0,5582	-13,2217	0,8424
	2,24	0,6756	6,4192	0,7009	-9,4478	1,0784
2,48	0,7558	7,2882	0,7852	-4,9192	1,2269	
2,73	0,7822	7,5844	0,8130	0,0000	1,2775	
Оболочка с продольными шарнирами	0,00	-0,8309	-13,2531	-0,1576	0,0000	-0,2402
	0,25	-0,7949	-11,7325	-0,1508	-0,9247	-0,2305
	0,50	-0,6909	-7,6063	-0,1311	-1,7747	-0,2032
	0,75	-0,5277	-2,0467	-0,1004	-2,4814	-0,1575
	0,99	0,3215	3,3990	-0,0614	-2,9871	-0,09,9
	1,24	-0,0903	7,2829	-0,0176	-3,2505	-0,0341
	1,49	0,1453	8,6946	0,0271	-3,2499	0,0345
	1,74	0,3640	7,5254	0,0688	-2,9851	0,1003
	1,99	0,5470	4,2606	0,5669	-13,5477	0,8620
	2,24	0,6716	0,4236	0,6988	-9,6835	1,1045
2,48	0,7429	-2,6109	0,7750	-5,0429	1,2572	
2,73	0,7660	-3,7572	0,7998	0,0000	1,3093	
Оболочка с продольными опорами	0,00	-0,7604	-2,2151	-0,1448	0,0000	-0,2291
	0,25	-0,7338	-3,1823	-0,1396	-0,8820	-0,2198
	0,50	-0,6568	-5,6700	-0,1244	-1,6,25	-0,1927
	0,75	-0,5253	-8,5764	-0,0995	-2,3655	-0,1499
	0,99	-0,3503	-10,4862	-0,0661	-2,8462	-0,0949
	1,24	-0,1391	-10,1595	-0,0257	-3,0954	-0,0321
	1,49	0,0931	-6,9751	0,0181	-3,0926	0,0333
	1,74	0,3246	-1,1854	0,0617	-2,8385	0,0959
	1,99	0,5304	5,8897	0,5489	-12,8728	0,8215
	2,24	0,6798	12,8372	0,7032	-9,1954	1,0505
2,48	0,7696	17,8846	0,7962	-4,7867	1,1944	
2,73	0,7994	19,7250	0,8272	0,0000	1,2434	

Академия наук Грузинской ССР

Тбилисский математический институт

им. А. М. Размадзе

(Поступило 15.4.1983)



ბ. ბაზლაძე, რ. გიორგაძე, მ. შალაბაგაშვილი

არაწრიული მოხაზულობის შეკრული ცილინდრული გარსების  
ბანანბარიშებისათვის

რეზიუმე

განხილულია არაწრიული მოხაზულობის შეკრული ცილინდრული გარსი, რომელიც შედგენილია მსახველების გასწვრივ ერთმანეთთან დაკავშირებულ სასრული რაოდენობის ცილინდრული ბანელებისაგან. გარსი განიცდის თანაბარი წნევის ქმედებას.

გარსის დრეკადი წონასწორობის შესწავლა დაყვანილია მერვე რიგის კერძოწარმოებულნიანი დიფერენციალური განტოლების ინტეგრებაზე. გამოყენებულია კოლოკაციის მეთოდის ვარიანტი [2].

შესწავლილია მსახველების გასწვრივ განლაგებული სახსრებისა და საყრდენების გავლენა გარსის დაძაბულ-დეფორმირებულ მდგომარეობაზე. განხილულია კონკრეტული მაგალითი.

STRUCTURAL MECHANICS

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

TOWARDS ANALYSIS OF NON-CIRCULAR CLOSED CYLINDRICAL SHELLS

Summary

A non-circular closed cylindrical shell composed of cylindrical panels of finite number and joined along the generators is considered. The shell is subjected to uniform pressure.

The study of the elastic equilibrium of the shell is reduced to the integration of a partial differential equation of the 8th order. A variant of the collocation method developed by M. Sh. Mikeladze is used. The influence of longitudinal hinges and supports, arranged along the generators, on the stress-strained state of the shell is studied. A numerical example is given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Л. Гольденвейзер. Теория упругих тонких оболочек. М., 1976.
2. М. Ш. Микеладзе. Упругость и пластичность элементов конструкций и машин. Тбилиси, 1976.

Т. И. ГОГЕЛИЯ, Н. О. ГОНГЛИАШВИЛИ

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД С УЧЕТОМ ПОДВИЖНОСТИ НАГРУЗОК

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 14.5.1983)

В работе [1] изложены общие положения, связанные с применением МКЭ для динамического расчета произвольной конструкции на подвижные нагрузки. В настоящей работе задача решается для конструкции дорожной одежды.

Предположим, что продольный разрез полупространства вдоль оси дороги имеет вид, показанный на рис. 1. Определим напряженно-деформированное состояние участка CD дороги, когда на его поверхности с заданной постоянной скоростью  $V$  передвигается сосредоточенная, изменяющаяся во времени сила  $P(t, x, y, z)$ .

Для решения этой задачи в рассматриваемом полупространстве выделим конечномерную модель среды  $AA_1 BB_1$  в виде, представленном на рис. 1б,в. Здесь нижний граничный контур  $A_1B_1$  совпадает с поверхностью, ниже которой грунт предполагается либо настолько жестким, что в условиях принятой нагрузки его можно считать недеформируемым (рис. 1б), либо в виде некоторого упругого основания (рис. 1в). Уровень расположения этой поверхности  $h$  можно определить на основе анализа натуральных и численных экспериментов. Боковые грани модели  $AA_1$ ,  $BB_1$  введены в предположении, что при их достаточном удалении от участка CD, т. е. при достаточной длине модели, напряженно-деформированное состояние на участке CD будет незначительно отличаться от реального.

Изменение подвижной нагрузки во времени представим в виде

$$P(t) = W + A \cdot W \cdot \sin \left( \frac{2\pi \cdot t}{T} \right), \quad (1)$$

где  $W$  — постоянная часть нагрузки (например, вес автомобиля);  $A$  — коэффициент, указывающий степень изменения постоянной части нагрузки от динамического эффекта воздействия;  $T$  — период изменения нагрузки по времени;  $t$  — время.

Для каждого момента времени  $t_n$  с заданным шагом требуется определить напряженно-деформированное состояние дорожной одежды.

Описанная расчетная модель соответствует двумерной (плоской) постановке задачи. На основе аналогичных рассуждений можно построить и трехмерную расчетную модель.

Определив таким образом границы расчетной модели дорожной одежды и выбрав подходящую схему дискретизации среды на конечные элементы, сводим решение поставленной задачи к численному интегрированию дифференциального уравнения [2]

$$[M] \{\ddot{y}\} + [C] \{\dot{y}\} + [K] \{y\} = \{\bar{P}\}, \quad (2)$$

где  $[M]$ —матрица масс;  $[C]$  и  $[K]$ —соответственно, матрицы демпфирования и жесткости;  $\{y\}$ ,  $\{\dot{y}\}$ ,  $\{\ddot{y}\}$ —соответственно векторы перемещения, скорости и ускорения;  $\{\bar{P}\}$ —вектор узловой нагрузки, меняющейся во времени по величине и местоположению.

В работе [1] был приведен простейший способ формирования вектора узловой нагрузки  $\{\bar{P}\}$ , согласно которому дискретизация тела производится таким образом, чтобы точка местоприложения силы, названная точкой действия, совпадала с узловой точкой. В промежутке времени, когда сила находится между двумя соседними узловыми точками вдоль траектории пути передвижения, нагрузка перераспределяется по линейному закону. Такой способ представления нагрузки  $\{\bar{P}\}$  и используется в рассматриваемой задаче.

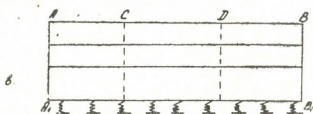
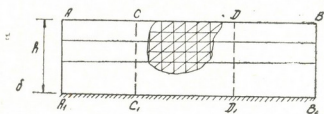
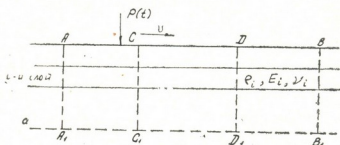


Рис. 1. Расчетная модель конструкции дорожной одежды, испытывающей действие подвижной нагрузки: а — дорожная модель; б — дорожная модель на жестком основании; в — дорожная модель на упругом основании

В качестве примера приведем результаты определения напряженно-деформированного состояния условной дорожной одежды из однородного материала толщиной  $h=4$  м (рис. 2,а) со следующими физико-механическими показателями: плотностью  $\rho=2,4$  т/м<sup>3</sup>; модулем упругости  $E=100000$  кн/м<sup>2</sup> и коэффициентом Пуассона  $\nu=0,45$ . В расчете использовалась модель дорожной одежды с жестким основанием (рис. 1,б), а в качестве конечного элемента применен треугольный, линейный элемент [2], испытывающий плоскую деформацию. Схема дискретизации на конечные элементы (рис. 2,а) была выбрана таким образом, чтобы расстояние между узловыми точками, расположенными вдоль траектории пути передвижения нагрузки, т. е. вдоль поверхности дороги, составляло 1 м. При заданной скорости передвижения 36 км/ч подвижная нагрузка проходит это расстояние за  $\tau=0,1$  с. Период колебаний нагрузки задан равный  $T=0,3$  с. Исходя из этих двух временных параметров шаг интегрирования составлял 0,01 с. При этом  $W=200$  кн,  $A=0,5$ .

Результаты расчета приведены на рис. 2. Здесь же для удобства интерпретации представлен график изменения во времени нагрузки  $P(t)$  (рис. 2,г). На рис. 2,д по оси ординат отложены напряжения  $\sigma$ , максимальные для всей модели дороги для соответствующего мо-

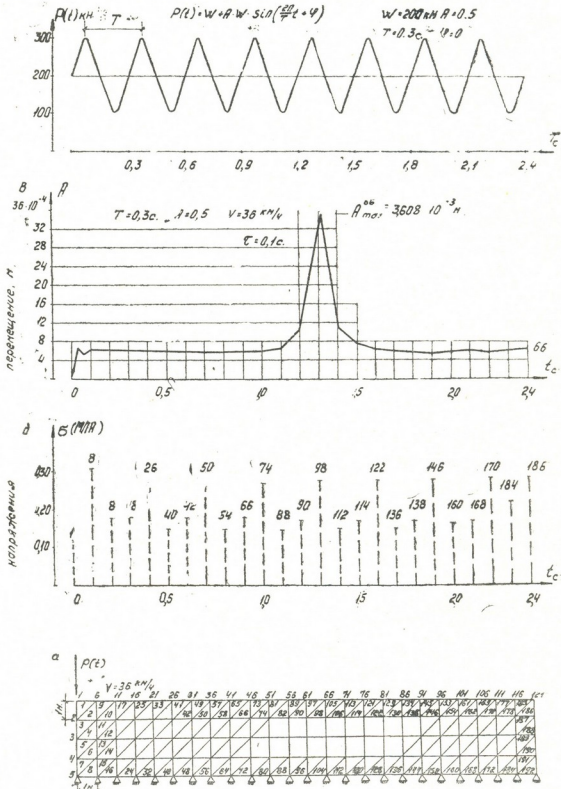


Рис. 2. Результаты расчета тестовой задачи; а — расчетная модель дорожной одежды; д — график изменения максимальных вертикальных напряжений; в — график изменения величины вертикального перемещения в узле № 66

мента времени. На вершинах отдельных ординат указаны номера элементов, в которых действует соответствующее максимальное напряжение в данный момент времени. На рис. 2,в приводится график изменения величины вертикального перемещения в узле № 66.





Как видно из рис. 2, д, в на расстоянии  $L=h$  от левой боковой грани результаты расчета включают влияние граничных и начальных условий, а начиная с расстояния  $L=h$  они соответствуют установившемуся процессу колебаний дорожной одежды, испытывающей воздействие подвижной силы. Легко заметить также, что местоположение действия максимальных напряжений четко следует за местоположением силы.

Полученные результаты качественно реально отражают напряженно-деформированное состояние дорожной одежды при воздействии подвижной нагрузки. Количественную сторону следует оценивать путем сравнения результатов расчета с аналитическими или экспериментальными данными.

Расчеты были выполнены на ЭВМ БЭСМ-6 в Институте прикладной математики Тбилисского государственного университета по программе, разработанной на базе комплекса программ «СИМСИ» (автор Т. И. Гогелия), предназначенного для решения статистических и динамических задач строительной механики.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт строительной механики  
и сейсмостойкости  
им. К. С. Завриева

(Поступило 27.5.1983)

სამშენებლო მექანიკა

თ. გოგელია, ნ. გონგლიაშვილი

სასრული ელემენტების მეთოდის გამოყენება გზის საფარის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის გამოსაკვლევად დატვირთვის მოვილოვის ბათვალისწინებით

რეზიუმე

აღწერილია დატვირთვის მობილობის გათვალისწინებით გზის საფარის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის საანგარიშო მოდელი, რომელიც დაფუძნებულია სასრული ელემენტების მეთოდის გამოყენებაზე. მოცემულია ტესტური ანგარიშების შედეგები.

STRUCTURAL MECHANICS

T. I. GOGELIA, N. O. GONGLIASHVILI

USE OF THE FINITE ELEMENT METHOD IN THE STUDY OF THE  
STRESS-STRAIN STATE OF THE PAVEMENT WITH  
ACCOUNT OF LOAD MOBILITY

Summary

A calculation model of the stress-strain state of the pavement is described with account of load mobility. The proposed model is based on the use of the finite element method. The results of test calculations are presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. И. Гогелия. Сообщения АН ГССР, 115, № 1, 1984.
2. О. Зенкевич. Метод конечных элементов в технике. М., 1975.
3. Р. Клаф, Дж. Пензиен. Динамика сооружений. М., 1979.



РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИИ И ОБОГАЩЕНИЕ

Т. Ш. ПХОВЕЛИШВИЛИ

ОБ УСТОЙЧИВОСТИ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ КРЕПИ ПРИ  
ВЗРЫВНОЙ ОТБОЙКЕ ПОЛЕЗНОГО ИСКОПАЕМОГО

(Представлено академиком А. А. Дзидзигури 14.1983)

В механизированных крепях различают два основных вида нарушения устойчивости — опрокидывание боковое и продольное и сдвиг по падению и простиранию пласта.

На практике встречаются задачи расчета крепи на устойчивость в четырех положениях:

- 1) в свободном положении, когда стойки не расперты;
- 2) в рабочем положении, когда стойки расперты давлением, соответствующим моменту срабатывания предохранительного клапана;
- 3) при передвижении забойного конвейера (крепь сама расперта);
- 4) при передвижении секции [1].

В работе [2] приведены условия и расчет устойчивости крепей как в статическом положении, так и в процессе передвижения при машинной отбойке полезного ископаемого. Однако ряд ископаемых, в связи с их высокой крепостью, не поддается машинной отбойке и в настоящее время их добывают буровзрывным способом.

При взрывной отбойке на оборудовании очистного забоя возникают высокие динамические нагрузки от действия на него ударной воздушной волны и кусков отбитой горной массы, что вызывает преждевременный выход оборудования из строя. С целью предотвращения этого в очистных забоях применяются взрывозащитные оградительные щиты. В момент взрыва массива полезного ископаемого щиты подвергаются указанным нагрузкам, которые при передаче секциям крепи вызывают сдвиг последних по простиранию пласта. В связи с этим создается необходимость изучения задачи устойчивости крепи в процессе взрывания массива полезного ископаемого, когда на его секции действуют внешние силы со стороны забоя.

Расчет на устойчивость против сдвига секции крепи по простиранию пласта при взрыве будем определять условием, при котором максимальная нагрузка  $F_B$ , нанесенная на секцию в момент взрыва, должна быть меньше сил трения  $F_1$  и  $F_2$  на контактных поверхностях от распорных усилий стоек в сумме с результирующей составляющей нагрузки на оградительной части секции.

Силы трения на контактных поверхностях от распорных усилий стоек будут

$$F_1 = \sum_{i=1}^m P_i \cdot f_{1i}, \text{ кН}, \quad (1)$$

$$F_2 = \sum_{i=1}^m P_i \cdot f_2, \text{ кН}, \quad (2)$$

где  $P_i$  — усилия, развиваемые стойками секции, кН;  $f_1$  и  $f_2$  — коэффициенты трения соответственно перекрытия секции с кровлей и основания с почвой пласта;  $m$  — количество стоек на одной секции крепи.

Равнодействующая сила ( $Q_p$ ) на ограждение секции при нормальном и трапециевидальном характере нагружения дается в работе [3].

Взрывозащитный оградительный щит (рис. 1), разработанный в ИГМ АН ГССР, шарнирно подвешен и упирается через упругие элементы на специальные кронштейны, которые жестко закреплены на перекрытии секции крепи. При взрыве шпуров, расположенных против него, нагрузки на щит будут приложены разнообразно. Определение направления действия этих нагрузок или усилия от них на отдельные участки щита связано с большими трудностями — оно и не имеет особого значения, так как все нагрузки, приложенные при взрыве на щит, в той или иной степени все равно передаются на секцию крепи через опоры щита, в которых и возможно определение их значений.

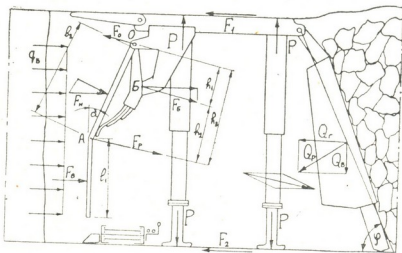


Рис. 1. Секция механизированной крепи с взрывозащитным оградительным щитом

Допустим, что нагрузка от взрыва равномерно распределяется по всей площади щита. Равнодействующая сила, действующая на вертикальной и наклонной частях щита, будет приложена в точке А и равна

$$F_p = q_B \text{Ш} \left( \frac{l_2 \sin 2\alpha}{2} + l_1 \right), \text{ кН} \quad (3)$$

где  $F_p$  — результирующая составляющая сила, кН;  $q_B$  — давление на щит со стороны забоя в момент взрыва, Па;  $l_1$  и  $l_2$  — длины, соответственно вертикальной и наклонной частей щита, м; Ш — ширина щита, м;  $\alpha$  — угол между наклонной и вертикальной частями щита, град.



Относительно опор О и Б щит можно представить как рычаг. Тогда действие на него равнодействующей силы ( $F_p$ ) в указанных опорах вызовет опорные силы, равные

$$F_0 = \frac{F_p \cdot h_2}{h_1}, \text{ кН}, \quad (4)$$

$$F_B = \frac{F_p \cdot h_3}{h_1}, \text{ кН}, \quad (5)$$

где  $h_1$  и  $h_2$  — плечо приложения равнодействующей силы относительно опор О, Б, м.

Из этих сил  $F_B$  направлена в сторону секции и именно она может вызвать сдвиг секции по простиранию пласта в момент взрыва массива полезного ископаемого. Так как сила  $F_B$  передается непосредственно перекрытию секции, то ее будет воспринимать сила трения  $F_1$  по кровле пласта и сила  $Q_p$ , действующая на ограждение секции со стороны завала. Исходя из этого, условие отсутствия проскальзывания секции по кровле пласта в момент взрыва будет иметь вид

$$F_B < F_1 + Q_p, \quad (6)$$

а запас устойчивости

$$n = \frac{F_1 + Q_p}{F_B} > 1. \quad (7)$$

После соответствующих подстановок и математических преобразований получим

$$n = \frac{h_1 \left( \sum_{i=1}^m P_i \cdot f_1 + Q_p \right)}{h_3 q_B \text{ III} \left( \frac{l_2 \sin 2\alpha}{2} + l_1 \right)} > 1. \quad (8)$$

Из этой формулы видно, что с увеличением расстояния между опорами ( $h_1$ ) устойчивость секции крепи улучшается, а с увеличением расстояния ( $h_3$ ) от опоры О до места приложения  $F_p$  — ухудшается.

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

(Поступило 29.4.1983)

საბაღოთა ღამუშავება და გამღივრება

თ. ფხოველიძე

მექანიზებული სამაგრის მღვრადობა სასარგებლო წიაღისეულის ავთიტებით მონგრევისას

რეზიუმე

მოცემულია სასარგებლო წიაღისეულის ავთიტებით მონგრევისას მექანიზებული სამაგრის მღვრადობის პირობა, როდესაც მისი სექციები აღჭურვილია გადახურვაზე ჩამოკიდებული ავთიტებდამცავი გაღამლობი ფარებით.

EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

Т. Ш. PKHOVELISHVILI

CONCERNING THE STABILITY OF A POWERED SUPPORT AT  
BLASTING MINERAL RESOURCES

## Summary

The condition is presented for the stability of a powered support at blasting mineral resources, its sections being equipped with protective, explosion-proof shields suspended from the roof.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Солад, В. Н. Гетопанов и др. Расчет и конструирование горных машин и комплексов. Механизированные крепи. М., 1974.
2. РТМ 12.44.013—76. Крепи механизированные. Расчет устойчивости. МУП СССР от 3/1—1977, № 4—35—44/1.
3. В. И. Солад, В. Н. Гетопанов, В. М. Рачек. Проектирование и конструирование горных машин и комплексов. М., 1982.



Д. Д. ТАВХЕЛИДЗЕ

К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ МЕХАНИЗМОВ  
 ПЕРЕДАЧИ ДВИЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. В. Хвингия 2.3.1983)

Исполнительные механизмы промышленных роботов и манипуляторов представляют собой сложные пространственные механические системы со многими степенями свободы. При движении данной механической системы в звеньях кинематической цепи и механизмах передачи движения приводов возникают взаимосвязанные поперечные, крутильные и продольные упругие перемещения, которые существенно влияют как на кинематику, так и на динамику системы [1].

В приводных системах промышленных роботов двигатели с механизмами передачи движения часто конструктивно объединяют с шарнирами звеньев исполнительных механизмов. В данной работе рассматривается динамическая модель исполнительного механизма промышленного робота с вращательными кинематическими парами, для которой кинематическая схема механизма передачи движения (рис. 1), является наиболее распространенной. Приведенная эквива-

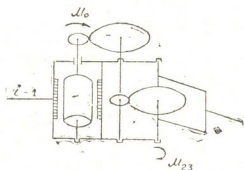


Рис. 1

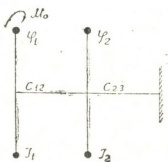


Рис. 2

лентная расчетная схема данного механизма передачи может быть представлена в виде рис. 2. Движение представленной динамической системы описывается следующей системой дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned}
 I_1 \ddot{\varphi}_1 + C_{12}(\varphi_1 - \varphi_2) &= M_0, \\
 I_2 \ddot{\varphi}_2 - C_{12}(\varphi_1 - \varphi_2) + C_{23} \varphi_2 &= 0,
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

где  $I_i$  — приведенные моменты инерции дискретных масс;  $\varphi_i$  — угловые отклонения масс от равномерного вращения;  $C_{i,i+1}$  — приведенные жесткости валопроводов;  $M_0$  — момент, развиваемый на валу двигателя привода.

С целью упрощения математических выкладок, на основе уравнения (1) и методики, предложенной в работе [2], запишем уравнения



движения участка плоской разомкнутой кинематической цепи с учетом упругости составляющих звеньев и влияния моментов сил упругости, возникающих в валопроводах механизмов передачи движения. Расчетная схема упругой кинематической цепи приведена на рис. 3.

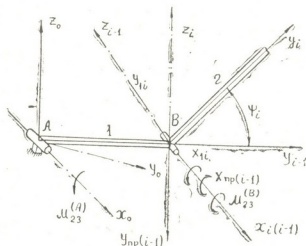


Рис. 3

Для сечения А, проходящего в конце стержня 1 в месте сопряжения с шарниром стойки, уравнение движения будет состоять только из уравнений, описывающих перемещения, происходящие в механизме передачи движения, которые относительно моментов сил упругости запишутся в виде

$$\begin{aligned} \ddot{M}_{12}^{(A)} + \beta_{12}^2 M_{12}^{(A)} &= \frac{C_{12}}{I_2} M_{12}^{(A)} - \frac{C_{12}}{I_1} M_0^{(A)}, \\ \ddot{M}_{23}^{(A)} + \beta_{23}^2 M_{23}^{(A)} &= \frac{C_{23}}{I_2} M_{23}^{(A)}, \end{aligned} \quad (2)$$

где  $M_{12} = C_{12}(\varphi_1 - \varphi_2)$ ;  $M_{23} = C_{23}\varphi_2$  — моменты сил упругости, развиваемые в узлах приведенной эквивалентной схемы механизма привода.

$\beta_{i,i+1}^2 = C_{i,i+1} \frac{I_i + I_{i+1}}{I_i I_{i+1}}$  — цикловые частоты собственных колебаний парциальных систем.

Индекс «А» означает, что уравнения записаны относительно механизма привода, находящегося в сечении А кинематической цепи. Для сечения В система уравнений движения будет иметь вид

$$\begin{aligned} Y_{21} - Y_{1np} \cos \psi_1 &= 0, \\ X_{21} - X_{1np} &= M_{23}^{(B)}, \\ \ddot{M}_{12}^{(B)} + \beta_{12}^2 M_{12}^{(B)} &= \frac{C_{12}}{I_2} M_{23}^{(B)} - \frac{C_{12}}{I_1} M_0^{(B)}, \\ \ddot{M}_{23}^{(B)} + \beta_{23}^2 M_{23}^{(B)} &= \frac{C_{23}}{I_2} M_{23}^{(B)}. \end{aligned} \quad (3)$$

Граничные условия для сопряжения звеньев в сечении В будут иметь вид

$$y_{21} = y_{1np} \cos \psi_i; \quad x_{21} = x_{1np} + \varphi_{23}^{(B)}.$$

В уравнениях (3) применены следующие обозначения:

$Y_{21}, Y_{1np}$  — перерезывающие силы, действующие в левой и правой частях сечения В;  $X_{21}, X_{1np}$  — изгибающие моменты;  $x_{21}, x_{1np}, y_{21}, y_{1np}$  —



углы поворота и прогибы в левой и правой граничных сечениях рассматриваемого участка.

В развернутом виде значения изгибающих моментов и перерезывающих сил запишутся в виде

$$X_{1np} = \frac{m_1 l_1^2}{105} \frac{d^2}{dt^2} (x_{1np} + \varphi_{23}^{(A)}) - \frac{4EI}{l_1} (x_{1np} + \varphi_{23}^{(A)}) - \frac{2EI}{l_1} \varphi_{23}^{(A)} + \frac{11}{210} m_1 l_1 \ddot{y}_{1np} + \frac{6EI}{l_1^2} y_{1np}; \quad (4)$$

$$X_{2л} = \frac{m_2 l_2^2}{105} \ddot{x}_{2л} + \frac{4EI}{l_2} x_{2л} + \frac{2EI}{l_2} (x_{2np} + \varphi_{23}^{(B)}) - \frac{11}{210} m_2 l_2 \ddot{y}_{2л} - \frac{6EI}{l_2^2} y_{2л} + \frac{6EI}{l_2} y_{2np}; \quad (5)$$

$$Y_{1np} = \frac{13}{35} m_1 \ddot{y}_{1np} + \frac{12EI}{l_1} y_{1np} + \frac{11}{210} m_1 l_1 \frac{d^2}{dt^2} (x_{1np} + \varphi_{23}^{(A)}) + \frac{6EI}{l_1^2} (x_{1np} + \varphi_{23}^{(A)}) - \frac{6EI}{l_1^2} \varphi_{23}^{(A)}; \quad (6)$$

$$Y_{2л} = \frac{13}{35} m_2 \ddot{y}_{2л} + \frac{12EI}{l_2^2} y_{2л} - \frac{12EI}{l_2^3} y_{2np} - \frac{11}{210} m_2 l_2^2 \ddot{x}_{2л} - \frac{6EI}{l_2^2} x_{2л} + \frac{6EI}{l_2^2} (x_{2np} + \varphi_{23}^{(B)}), \quad (7)$$

где  $EI$  — жесткость стержней кинематической цепи;  $m_i$  — масса и длина стержня.

Из опыта эксплуатации промышленных роботов необходимо отметить, что движение механической системы в основном происходит в режимах разгон—торможение, вследствие чего упругие моменты, развиваемые в механизмах привода, могут достигать таких значений, при которых вопрос обеспечения точности позиционирования и быстрого действия исполнительных механизмов промышленных роботов становится проблематичным.

В связи со сказанным необходимо исследовать приведенную механическую систему с точки зрения выбора оптимальных параметров как механизма передачи движения, так и разомкнутой кинематической цепи с целью уменьшения динамических усилий, возникающих в их ответственных узлах. Применяя принцип суперпозиции, решим задачу оптимального синтеза механизма передачи движения исполнительного механизма, в связи с чем рассмотрим два последних уравнения системы (3). Следуя методике, предложенной в работах [3] и [4], значения моментов сил упругости, развиваемых в звеньях привода, запишем в виде

$$M_{12} = \frac{C_{12}}{a_0 I_0} M_0 B^{(1)}(C_1, \tau) + C_1 M_0 B^{(-1)}(\tau, C_1), \quad (8)$$

$$M_{23} = M_0 C_1 B^{(-1)}(\tau, C_1), \quad (9)$$

где

$$C_1 = \frac{a_1}{a_0}; \quad \tau = \sqrt{a_0 I}; \quad a_0 = \frac{C_{12}}{I_1} + \frac{C_{12}}{I_2} + \frac{C_{23}}{I_2}; \quad a_1 = \frac{C_{12} C_{23}}{I_1 I_2}.$$

Функции переходного процесса  $B^{(1)}(\tau)$ ,  $B^{(-1)}(\tau)$  зависят от аргумента  $\tau$  и от  $C_1$ , величина которого определяется и зависит от физических



параметров системы  $C_{12}$ ,  $C_{23}$ ,  $I_1$ ,  $I_2$ . Таким образом, значения моментов сил упругости, развиваемых в звеньях исследуемой системы, зависят от четырех параметров. Для упрощения исследуемой задачи введем обозначения

$$\frac{I_1}{I_2} = b; \quad \frac{C_{12}}{C_{23}} = \rho. \quad (10)$$

Соответственно выражения для значений моментов сил упругости можем записать в виде

$$M_{12} = M_0 [DB^{(1)}(\tau, b, \rho) + C_1 B^{(-1)}(\tau, b, \rho)], \quad (11)$$

$$M_{23} = M_0 C_1 B^{(-1)}(\tau, b, \rho), \quad (12)$$

где

$$D = \frac{\rho}{\rho + \rho b + b}; \quad C_1 = \frac{\rho b}{(\rho + \rho b + b)^2}.$$

Исходя из существующих конструктивных параметров приводных устройств различных механизмов [3, 4] и минимальные значения моментов сил упругости, действующих на звенья механизма, будут в том случае, когда на величины параметров  $\rho$  и  $b$  будут наложены следующие ограничения:

$$0,05 \leq b \leq 1,00; \quad 0,02 \leq \rho \leq 0,75. \quad (13)$$

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 3.2.1983)

მანქანათმშენებლობა

დ. თავხელიძე

სამრეწველო რობოტების მოძრაობის გადამცემი მექანიზმების  
დინამიკის კვლევის საკითხისათვის

რეზიუმე

განხილულია მეთოდика, რომლის საშუალებით ხდება დრეკადროლებიანი სივრცითი მექანიზმების გარდამავალი პროცესების დინამიკის მათემატიკური მოდელირება მოძრაობის გადამცემ მექანიზმებში წარმოქმნილი დრეკადი მომენტების ზემოქმედების გათვალისწინებით.

MACHINE BUILDING SCIENCE

D. D. TAVKHELIDZE

## TOWARDS THE STUDY OF THE DRIVE MECHANISM DYNAMICS OF INDUSTRIAL ROBOTS

Summary

A method has been elaborated for mathematical simulation of the dynamics of transient processes of elastic link spatial mechanisms, with account of the influences of elastic torques occurring from drive mechanisms during the motion.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. П. Попов, А. Ф. Верещагин, С. Л. Зенкевич. Манипуляционные роботы. М., 1978.
2. Д. Д. Тавхелидзе, Т. Ф. Мchedlishvili. Сообщения АН ГССР, 99, № 1, 1980, 157—160.
3. А. Н. Голубенцев. Интегральные методы в динамике. Киев, 1967.
4. Д. Д. Тавхелидзе. Сообщения АН ГССР, 57, № 3, 1970, 641—644.



Ю. С. ДЕВДАРИАНИ, Г. Н. ХАЗАРАДЗЕ

## К ВОПРОСУ ОБ УВЕЛИЧЕНИИ ГАРАНТИРОВАННОЙ МОЩНОСТИ И ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД КАСКАДА ГЭС НА ГОРНОМ ВОДОТОКЕ

(Представлено академиком В. И. Гомелаури 7.4.1983)

Возможность осуществления водохранилищ полного годового регулирования на горных реках Грузии ограничена. Восполнение зимних дефицитов по базисной и полупиковой мощности и выработке зимней электроэнергии ложится в основном на тепловые электростанции. Между тем одним из возможных путей для увеличения гарантированной мощности и отдачи ГЭС и их каскадов является создание ГАЭС длительного (годового) цикла. В качестве верхнего водохранилища ГАЭС могут быть использованы естественные озера, расположенные на высоких отметках, а также чаши водохранилищ в верховьях малых и средних водотоков. Потенциальный объем таких водохранилищ иногда столь велик, что их наполнение должно происходить как за счет располагаемого бытового стока, так и за счет подкачки части стока из нижних зон каскада в весенний и летний период с дальнейшей сработкой всего аккумулированного стока в зимний сезон.

Обоснованное решение по энерго-экономической эффективности ГАЭС с годовым циклом аккумулирования и определение ее оптимальных параметров можно получить путем разработки соответствующей экономико-математической модели с дальнейшей реализацией задачи на ЭВМ.

Предлагаемая модель построена на базе разработанных в ГрузНИИЭГС экономико-математических моделей планирования развития энергетической и водохозяйственной систем в горном регионе, включающих суточные ГАЭС [1, 2].

Модель включает в себе две гидроэлектростанции каскада: ГЭС-1 и ГЭС-2 (предполагается, что ГЭС-2, расположенная ниже по течению, построена и находится в эксплуатации), а также ГАЭС, сооружаемую на притоке основного водотока выше водохранилища ГЭС-1. В качестве заменяющего источника базисной мощности в модель вводится ТЭС или АЭС.

В модели предполагается, что год условно делится на два сезона: летний (индекс «л»), продолжительностью 5 месяцев (подкачка): май-сентябрь и зимний (индекс «з»), продолжительностью 7 месяцев (сработка): октябрь-апрель.

Основу модели составляют балансовые уравнения по водохранилищам ГЭС-1, ГЭС-2 и ГАЭС:



$$W_{0.3}^{G1} - W_{\text{зап.л}}^{G1} - W^{\downarrow} = W_3^{G1}, \quad (1)$$

$$W_{0.л}^{G1} + W_{\text{зап.л}}^{G1} + W^{\uparrow} \leq W_{\text{л}}^{G1}, \quad (2)$$

$$W_{0.3}^{G2} - W_{0.3}^{G1} - W_{\text{зап.л}}^{G2} = W_{\text{доп.з}}^{G2}, \quad (3)$$

$$W_{0.л}^{G2} + W_{\text{зап.л}}^{G2} - W_{0.л}^{G1} \leq W_{\text{доп.л}}^{G2}, \quad (4)$$

$$W^{\downarrow} - W^{\text{ГА}} = W_3^{\text{ГА}}, \quad (5)$$

$$W^{\text{ГА}} - W^{\uparrow} = W_{\text{л}}^{\text{ГА}}, \quad (6)$$

где  $W_{\text{зап.л}}^{G1}$  — оптимизируемый объем запаса воды в водохранилище ГЭС-1 в летний сезон;  $W_{\text{зап.л}}^{G2}$  — то же для ГЭС-2;  $W_{0.3}^{G1}$ ,  $W_{0.л}^{G1}$  — оптимизируемые объемы отдачи воды из водохранилища ГЭС-1 соответственно в зимний и летний сезоны;  $W_{0.3}^{G2}$ ,  $W_{0.л}^{G2}$  — то же для ГЭС-2;  $W^{\downarrow}$  — оптимизируемый объем сработки из водохранилища ГАЭС в зимний сезон;  $W^{\uparrow}$  — оптимизируемый объем подкачки в водохранилище ГАЭС в летний сезон;  $W_3^{G1}$ ,  $W_{\text{л}}^{G1}$  — объемы бытового стока в створе плотины ГЭС-1 соответственно за зимний и летний сезоны;  $W_{\text{доп.з}}^{G2}$ ,  $W_{\text{доп.л}}^{G2}$  — объемы дополнительной приточности в водохранилище ГЭС-2 на участке между створами плотин ГЭС-2 и ГЭС-1;  $W^{\text{ГА}}$  — переменное значение емкости водохранилища ГАЭС;  $W_3^{\text{ГА}}$ ,  $W_{\text{л}}^{\text{ГА}}$  — объемы бытового стока в створе плотины ГАЭС.

Подсчет потребляемой и вырабатываемой электроэнергии агрегатами ГАЭС в насосном и турбинном режимах осуществляется следующими зависимостями:

$$\tau_{\text{л}} X_{\text{л}}^{\uparrow} - \frac{W^{\uparrow} H^{\uparrow}}{367 \eta^{\uparrow}} = 0, \quad (7)$$

$$\tau_{\text{з}} X_{\text{з}}^{\downarrow} - \frac{W^{\downarrow} H^{\downarrow} \eta^{\downarrow}}{367} = 0, \quad (8)$$

где  $\tau_{\text{з}}$ ,  $\tau_{\text{л}}$  — продолжительность зимнего и летнего сезонов в часах;  $X_{\text{л}}^{\uparrow}$ ,  $X_{\text{з}}^{\downarrow}$  — переменные значения установленной мощности ГАЭС соответственно в насосном и турбинном режимах;  $H^{\uparrow}$ ,  $H^{\downarrow}$  — средние расчетные напоры ГАЭС соответственно в насосном и турбинном режимах;  $\eta^{\uparrow}$ ,  $\eta^{\downarrow}$  — к.п.д. ГАЭС соответственно в насосном и турбинном режимах.

Работоспособность модели проверена расчетами, которые выполнены на примере развития Грузинской энергосистемы и сооружения ГАЭС с годовым циклом аккумуляции на правобережном притоке Ингури — р. Ненскра выше водохранилища проектируемой Худони ГЭС. Расчеты произведены на ЭВМ М-222 по стандартной программе симплекс-метода линейного программирования.

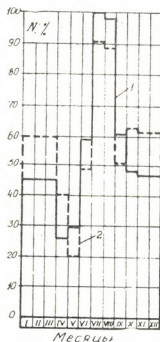
В результате расчетов, которые выполнялись с варьированием некоторых стоимостных показателей, а также показателей, определяющих степень использования природных водно-энергетических ресурсов, определились оптимальные параметры генерирующих объектов и подсчитан энерго-экономический эффект от сооружения ГАЭС.



Так, для одного из рассматриваемых вариантов выработка электроэнергии по Ингурскому каскаду ГЭС увеличивается в зимний сезон года на 30%, а гарантированная мощность на 14%.

Сказанное иллюстрируется графиком, на рис. 1.

Рис. 1. График средне-  
месячных мощностей  
Ингурского каскада  
ГЭС: 1 — до сооруже-  
ния ГАЭС; 2 — после  
сооружения ГАЭС



Результаты численных расчетов указывают на применимость модели в проектной практике для определения энерго-экономической эффективности ГАЭС на ранних стадиях проектирования.

Грузинский научно-исследовательский институт  
энергетики и гидротехнических  
сооружений

(Поступило 8.4.1983)

ინჟინერობა

О. დვდარიანი, ზ. ხაზარაძე

მთის მდინარის ჰიდროელექტროსადგურების კასკადის  
ბარანტირებული სიმპლავრის და ზამთრის პერიოდში  
ელექტროენერჯის გამომუშავების გაზრდის საკითხისათვის

რეზიუმე

განხილულია ჰიდროელექტროსადგურების კასკადის გარანტირებული სიმ-  
ძლავრის და ელექტროენერჯის გამომუშავების გაზრდის შესაძლებლობა ზამ-  
თრის განმავლობაში. კასკადის ზედა ზონაში გათვალისწინებულია აკუმული-  
რების წლიურციკლიანი ჰიდრომააკუმულირებელი ელექტროსადგურის შექმნა.  
შედგენილია მათემატიკური მოდელი, რომელიც საშუალებას გვაძლევს ელექ-  
ტრონული გამომთვლელი მანქანების გამოყენებით დავადგინოთ ჰიდროელექტ-  
როსადგურების კასკადის და ჰიდრომააკუმულირებელი ელექტროსადგურის  
ოპტიმალური პარამეტრები.



I. S. DEVDARIANI, G. N. KHAZARADZE

ON THE EXPANSION OF GUARANTEED POWER CAPACITY AND  
OUTPUT OF A SERIES OF HYDROELECTRIC STATIONS ON A  
MOUNTAIN RIVER IN WINTER

## Summary

The expansion of guaranteed power capacity and output of a series of hydroelectric stations in winter is discussed. The construction of a water storage station with an annual cycle of storage in the upper zone of the series is suggested. A mathematical model permitting computerised determination of the optimal parameters of the hydroelectric station series and the water storage station is given.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ю. С. Девдариани, Г. Н. Хазарадзе, Г. М. Карчава. Гидроэнергетическое строительство в горных условиях, вып. 4. М., 1977, 15—30.
2. Ю. С. Девдариани, Г. Н. Хазарадзе. Гидроэнергетическое строительство в горных условиях, вып. 7. М., 1980, 16—24.



АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

З. Е. КРУАШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР), Р. В. СЕМЕНОВ

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ КОАГУЛЯЦИОННОЙ ОЧИСТКОЙ ВЫСОКОМИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ПРИРОДНЫХ ВОД

В современных условиях очистки природной воды приобретает исключительную важность в связи с неуклонным развитием промышленности и ростом населения.

Согласно принятым в СССР нормам на питьевую воду, кроме безупречности в бактериальном отношении, она должна быть практически бесцветна, прозрачна, без посторонних привкусов и запахов. Получение такой воды из природных вод составляет основную задачу очистки сооружений водопроводов.

Технологическая схема очистки воды предусматривает в большинстве случаев обработку ее различными химическими реагентами, из которых наибольшее применение находят коагулянты в виде сернокислого алюминия и железа, вводимые в воду в миллиграммовых количествах. Эти реагенты обеспечивают в первую очередь эффективное снижение мутности и цветности воды. Однако до настоящего времени на большинстве станций водоочистки Союза применяется ручная дозировка в воду раствора коагулянта, в результате чего не могут быть обеспечены заданная технологическим регламентом точность дозировки порядка  $\pm 2\%$ — $2,5\%$  и непрерывный автоматический контроль за постоянством дозы коагулянта.

С целью дальнейшего совершенствования процесса очистки воды коагулянтами и повышения эффективности работы водоочистных сооружений необходимо оснащение этого процесса современной измерительной аппаратурой контроля и поддержания заданных доз коагулянта в обрабатываемых водах.

В этой связи использование аппаратуры физико-химического анализа более предпочтительно, чем аппаратуры объемного дозирования, так как такая аппаратура в зависимости от используемого метода непосредственно реагирует на изменение физико-химических параметров исходных природных вод. В числе этих параметров мутность, рН, щелочность, цветность, удельная электропроводимость, окислительно-восстановительный потенциал и др. Это свидетельствует о том, что процесс коагуляции является сложным многопараметрическим процессом.

Систематизация и анализ качественных характеристик ряда природных водосточников показывают, что наиболее частым и резким колебаниям подвержены мутность и цветность воды, а также рН и щелочность в связи с выпадением атмосферных осадков и развитием фитопланктона. По сравнению с этими параметрами колебания удельной электрической проводимости (УЭП) более плавные и носят в основном сезонный характер. Между тем, проведенные нами экспериментальные исследования ряда физико-химических параметров обрабатываемых коагулянтами вод некоторых водосточников, имеющих различные качественные характеристики и минеральный состав, позволили выявить и уточнить характер функциональных зависимостей:  $M=f(D_p)$ ;  $pH=f(D_p)$ ;  $Щ=f(D_{\text{ж}})$ ;  $Ц=f(D_{\text{ж}})$ ;  $\chi=f(D_{\text{ж}})$ .

Было установлено, что кривые зависимости параметров мутности, рН, щелочности, цветности воды от дозы коагулянта в своей основе нелинейны, непропорциональны и при имеющих место в течение года колебаниях качественных показателей исходных вод представлены многочисленным семейством кривых.



По этой причине использование оптического и потенциометрического метода анализа даже при условии линейризации кривых становится нецелесообразным ввиду значительного завышения погрешности измерения дозы коагулянта, а также невозможности установления постоянных шкал измерительной аппаратуры в пределах сезона года.

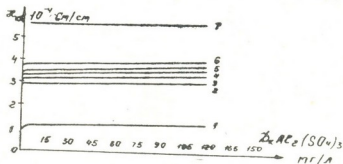


Рис. 1. Зависимость УЭП коагулируемых вод от дозы коагулянта: 1—р. Нева, 2—р. Волга, 3—р. Москва, 1972 г., 4—Самгорское водохранилище, 5—р. Днепр, 6—р. Москва, 1978 г., 7—р. Кура

В отличие от этих функциональных зависимостей, зависимость  $x = f(D_k)$  является линейной, приближенной к горизонтальной прямой на требуемых диапазонах измерения дозы коагулянта 0—120 мг/л коагулянта (рис. 1). В то же время зависимость между относительным изменением УЭП коагулируемой воды и дозой коагулянта, т. е. приращение УЭП  $\Delta x = f(D_k)$ , выражена возрастающими кривыми (рис. 2), имеющими два линейных участка в пределах исследуемого диапазона измерения дозы коагулянта. Фактор линейности кривых для кондуктометрического метода является основополагающим в выборе необходимой точности и инструментализации метода.

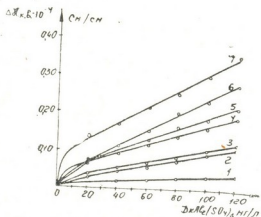


Рис. 2. Зависимость относительного приращения УЭП коагулируемых вод от дозы коагулянта: 1—р. Дон, январь 1977 г., 2—р. Москва, февраль 1978 г., 3—р. Кура, февраль 1978 г., 4—р. Нева, январь 1976 г., 5—р. Волга, май 1971 г.

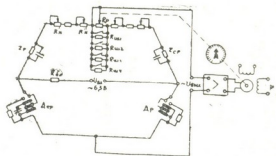


Рис. 3. Электрическая принципиальная схема к автоматическому дозатору коагулянта

Кроме того, преимуществом кондуктометрического метода измерения дозы коагулянта по сравнению с другими методами физхиманализа является независимость параметра УЭП от колебаний мутности (оптической плотности), цветности, рН природных вод, а также нечувствительность метода к добавляемым в воду, помимо коагулянтов, микроконцентраций других химических реагентов, таких как сода, известь, перманганат калия, флокулянты, хлор, озон, активированный уголь. К этому следует добавить простоту конструкции и надежность кондуктометрической измерительной аппаратуры по сравнению с аппаратурой оптического и потенциометрического анализа и ее дешевую стоимость. Однако, несмотря на ряд преимуществ метода УЭП, возникает проблема, связанная с измерением посредством этого метода



малых концентраций технически очищенного коагулянта, добавляемого в воду.

В современных условиях при широком использовании с целью ускорения процесса хлопьеобразования флокулянтов величины заданных доз коагулянта на водопроводных станциях снижаются от предельного значения порядка 120 мг/л до 50—70 мг/л  $Al_2(SO_4)_3$ .

Минимальные дозы коагулянта, особенно для вод с малой мутностью и цветностью, могут составлять 5—20 мг/л  $Al_2(SO_4)_3$  или 1—3 мг/л по  $Al_2O_3$  (р. Москва).

Проведенные нами исследования параметров УЭП и УЭС (удельного электрического сопротивления) обрабатываемых различными сортами коагулянта природных вод ряда водосточников, имеющих разную степень минерализации, показали, что если для маломинерализованных вод (р. Нева) приращение УЭП  $\Delta\kappa$  См/см составляет 15—25% в диапазоне 10—120 мг/л  $Al_2(SO_4)_3$ , то для вод средней и повышенной минерализации градиент приращения колеблется от 0,3 до 5%. Данные исследований наглядно показывают, что в пределах поддиапазона УЭП природных вод  $1-11 \cdot 10^{-4}$  См/см величины добавочной УЭП настолько малы, что не могут быть измерены существующей промышленной аппаратурой. Так, например, для заданной дозы 20 мг/л  $Al_2(SO_4)_3$  в зимнее время для р. Волга  $\Delta\kappa = 1,12\%$ , для р. Москва  $\Delta\kappa = 0,6\%$ , для р. Кура — 0,66%, для р. Дон — 0,18%.

При заданной дозе 60 мг/л коагулянта приращение  $\Delta\kappa$  составляет: для р. Волга — 4,07%, р. Москва — 1,94%, р. Дон — 0,3%, р. Кура — 1,2%.

Малый градиент приращения УЭП коагулируемых вод обуславливается малыми весовыми концентрациями вводимого коагулянта, в состав которого входят химические компоненты с низкой электропроводимостью и малым весовым содержанием (десятые и сотые доли процента).

Исходя из теории ионной проводимости, повышение  $\kappa$  коагулируемых вод происходит в результате замены бикарбонатных ионов сульфатными или хлоридными; ионная электропроводность  $HCO_3^-$  —  $44,5 \text{ см}^{-1} \text{ см}^2$ ,  $1/2 SO_4^{2-}$  —  $79,8 \text{ см}^{-1} \text{ см}^2$ .

В нижеприведенной таблице даны характерные величины приращений УЭП и УЭС для ряда источников с разной степенью минерализации при предельных дозах 10—120 мг/л коагулянта для  $T = 20^\circ\text{C}$ .

Для маломинерализованных и слабощелочных вод до 100 мг/л солей и 1 мг-экв/л щелочности (р. Нева) применялся разработанный в 1960 г. во ВНИИГС (г. Ленинград) дозатор кондуктометрического типа, чувствительный к измерению УЭС порядка от 300 до 1500 Ом/см.

Однако, его применение на водах средней и повышенной минерализации (рр. Волга, Москва, Кура) оказалось невозможным из-за низкой чувствительности к измерению малого приращения УЭП (до 15 мкСм/см) и УЭС (до 100 Ом/см) (таблица). Исходя из преимуществ кондуктометрического способа измерения дозы коагулянта в природных водах нами была поставлена задача создать кондуктометрическую аппаратуру со схемой повышенной чувствительности по УЭП порядка от 0,025 до 0,2 мкСм/см или по УЭС от 0,03 до 0,5 Ом/см, способную измерять малое приращение УЭС порядка 5—70 Ом/см в природных водах повышенной минерализации (150—700 мг/л солей). С этой целью была применена электрическая схема 4-плечевого моста переменного тока (6,3v) специальной конструкции (рис. 3), отличающаяся высокой чувствительностью. В состав схемы входят два контактных датчика с постоянной 1 и следящая система от автоматического моста КСМ.

Абсолютная погрешность аппаратуры для диапазона 10—120 мг/л  $Al_2(SO_4)_3$  от  $\pm 0,25$  до 3 мг/л  $Al_2(SO_4)_3$ . Опытные образцы дозаторов в течение ряда лет прошли экспериментальную проверку в условиях





водопроводных станций с различным соевым составом (р. Москва — 280 мг/л солей, р. Даугава — 300 мг/л, р. Кура — 600 мг/л), в том числе при малых дозировках (5—20 мг/л) коагулянта. В условиях водоочистной станции р. Даугава (г. Рига) впервые была задейст-

№ п/п	Источник воды	Пределы колебаний	Пределы колебаний
		приращения УЭП Δх к. в., мкСм/см	приращения УЭП ΔR, Ом/см
1	р. Волга	2 ÷ 35,1	13 ÷ 250
2	р. Москва	1,3 ÷ 28,0	7 ÷ 142
3	р. Днепр	1,8 ÷ 39,0	9 ÷ 314
4	р. Дон	0,5 ÷ 6,2	5 ÷ 69
5	р. Кура	1,7 ÷ 29,0	3 ÷ 73
6	Самгорское водохрани- лище	3,0 ÷ 29,0	14 ÷ 149
7	р. Даугава	1,0 ÷ 21,0	6 ÷ 150
8	р. Нева	6,0 ÷ 23,0	316 ÷ 1428

на и функционирует на основе описанного кондуктометрического устройства повышенной чувствительности автоматическая система контроля и регулирования дозы коагулянта в смесителе, обеспечивающая ежегодно экономический эффект до 9,0 т. р.

НПО «Аналитприбор»

(Поступило 31.3.1984)

ავტომატური მართვა და გაომოვლითი ტექნიკა

ზ. კრუაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი),  
რ. სემიონოვი

კონდუქტომეტრული მეთოდის შემუშავება და დანერგვა მართვის  
სისტემაში მაღალმინერალიზაციური ბუნებრივი წყლების  
გაწმენდისას

რეზიუმე

მოცემულია თეორიული და ექსპერიმენტული გამოკვლევები კონდუქტომეტრული მეთოდით ბუნებრივი წყლების მაღალი მინერალიზაციის გაწმენდის პროცესში.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

Z. E. KRUSHVILI, R. V. SEMYONOV

DESIGN AND INTRODUCTION OF A CONDUCTOMETRIC METHOD  
FOR CONTROL SYSTEMS OF HIGHLY MINERALIZED NATURAL  
WATER PURIFICATION BY COAGULATION

Summary

The paper deals with theoretical and experimental studies of the conductometric method for coagulant dose control in the process of purification of highly mineralized natural waters.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. И. Воробьев. Применение измерения электропроводности для характеристики химического состава природных вод. М., 1963.
2. Л. А. Клячко, Н. Э. Апельцин. Очистка природных вод. М., 1971.
3. И. Т. Горюновский. Физико-химическое обоснование автоматизации технологических процессов обработки воды. Киев, 1975.
4. Б. А. Лопатин. Кондуктометрия. Новосибирск, 1964.
5. Д. Н. Смирнов. Автоматическое регулирование процессов очистки сточных и природных вод. М., 1974.
6. В. А. Михайлов, Н. С. Новаковский. Автоматизация очистных городских водопроводов. М., 1960.
7. О. И. Мартынова. Водоподготовка. Процессы и аппараты. М., 1977.
8. К. Б. Карандеев. Методы электрических измерений. М.—Л., 1952.



АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

Г. М. АЛЕЩЕНКО, Т. Ю. ЦИНЦАДЗЕ

ДЕКОМПОЗИЦИЯ ВАРИАЦИОННОЙ ЗАДАЧИ НА ОСНОВЕ ПОНЯТИЯ ПРОЕКЦИИ ОПТИМАЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ

(Представлено академиком И. В. Прангишвили 22.9.1983)

Определение оптимального управления в динамических задачах большой размерности, как правило, наталкивается на трудности решения краевых задач, возникающих при использовании формализма принципа максимума Л. С. Понтрягина. Одним из способов преодоления сложностей решения краевых задач большой размерности является декомпозиция исходной задачи оптимального управления, формулирование подзадач меньшей размерности и организация итерационной процедуры последовательного решения отдельных подзадач.

В настоящей работе предлагается один из возможных вариантов декомпозиции исходной задачи. Для формулирования подзадач вводится понятие проекции оптимальной траектории. Решение исходной задачи получается путем последовательного (либо параллельного) определения проекций оптимальной траектории.

Для формализации понятия проекции рассмотрим задачу оптимального управления, записанную в форме задачи Лагранжа:

$$\begin{aligned} \dot{x} &= f(x, u), \quad \Omega_1(u) \leq 0, \quad \Omega_2(x) \leq 0, \\ x &= \{x_i\}, \quad i \in I = \{1, 2, \dots, n\}, \\ u &= \{u_r\}, \quad r = \overline{1, R}; \quad t \in ]t_0, T], \\ x(t_0) &= x^0, \quad x(T) = x^T, \quad t_0, T = \text{fixe}, \end{aligned} \quad (1)$$

$$L = \int_{t_0}^T f_0(x, u) dt \rightarrow \min.$$

Разобьем множество индексов  $I$  на  $K$  подмножеств  $I_k (k = \overline{1, K})$ , таких, что  $I = \bigcup_{k=1}^K I_k$ . Введем обозначения

$$\tilde{x} = \{x_{ij}\}, \quad j \in I_k, \quad k = \text{fixe}, \quad x^* = \{x_m\}, \quad m \in I \setminus I_k. \quad (2)$$

В соответствии с введенными обозначениями (2) задача (1) может быть представлена в виде

$$\begin{aligned} \dot{\tilde{x}} &= \tilde{f}(\tilde{x}, x^*, u), \quad \dot{x}^* = f^*(\tilde{x}, x^*, u), \\ \Omega_1(u) &\leq 0, \quad \Omega_2(\tilde{x}, x^*) \leq 0, \\ L &= \int_{t_0}^T f_0(\tilde{x}, x^*, u) dt \rightarrow \min. \end{aligned} \quad (3)$$

Предположим, что вектор-функция  $x^*$  из (2) фиксирована, т. е.  $\dot{x}^* = x^*(t) = \text{fixe}$  и  $\dot{\tilde{x}} = \tilde{x}^*(t) = \text{fixe}$ . Тогда второе дифференциальное уравнение из (3) можно рассматривать как совместное ограничение, нало-



женное на фазовые переменные  $\tilde{x}$  и вектор управлений  $u$ . Используя это ограничение, можно выразить часть управляющих воздействий через фазовые переменные  $x$ . Очевидно, что эту операцию можно произвести при выполнении условия

$$R - M_k > 0 \quad (M_k = \dim\{I \setminus I_k\}). \quad (4)$$

Условие (4) является ограничением на возможные варианты разбиения множества  $I$  на подмножества  $I_k$ . Наличие в задаче (1) дифференциальных связей, не зависящих от управляющих воздействий, и вид подынтегральной функции  $f_0(x, u)$  также должны учитываться при выделении подмножеств  $I_k$ .

Предположим, что условие (4) выполнено и есть возможность определить первые  $R - M_k$  управляющих воздействий в виде

$$u_r = \alpha_r(\dot{x}^*(t), x^*(t), \tilde{x}, \tilde{u}), \quad r = \overline{1, (R - M_k)}, \quad (5)$$

$$\tilde{u} = \{u_{R - M_k + 1}, \dots, u_R\}.$$

Используя условия (5) в задаче (3), получаем задачу

$$\begin{aligned} \dot{\tilde{x}} &= \tilde{\varphi}(\tilde{x}, \tilde{u}, x^*(t), \dot{x}^*(t)), \quad \tilde{x} = \{x_j\}, \quad j \in I_k, \\ \tilde{u} &= \{u_r\}, \quad r = \overline{(R - M_k + 1), R}; \quad \omega_1^k(\tilde{x}, \tilde{u}, \dot{x}^*(t), x^*(t)) \leq 0, \\ \omega_2^k(\tilde{x}, x^*(t)) &\leq 0, \quad x_j(t_0) = x_j^0, \quad x_j(T) = x_j^T, \end{aligned} \quad (6)$$

$$L = \int_{t_0}^T \tilde{\varphi}_0(\tilde{x}, \tilde{u}, \dot{x}^*(t), x^*(t)) dt \rightarrow \min.$$

Очевидно, что задача типа (6) может быть сформулирована по количеству разбиений  $K$  множества индексов  $I$ , с учетом оговоренных ограничений.

Предположим, что решение задачи (1) известно, т. е. известны функции  $x_i(t) = x_i^{\text{opt}}(t)$ ,  $i \in I$ . Используем это решение для формулирования  $K$  задач типа (6). Можно утверждать, что часть решения  $x^{\text{opt}}(t)$ , не фиксируемая при формулировании  $k$ -й задачи, будет определена из решения этой задачи. То есть, если в  $k$ -ю задачу типа (6) в качестве вектор-функции  $x^*(t)$  и  $\dot{x}^*(t)$  заданы соответствующие компоненты вектор-функции  $x^{\text{opt}}(t)$  и  $\dot{x}^{\text{opt}}(t)$ , то решение  $k$ -й задачи  $\tilde{x}^{\text{opt}}(t)$  совпадает с недостающей в  $x^*(t)$  частью решения задачи (1).

Будем называть решение  $k$ -й задачи при таком задании функций  $x^*(t)$ ,  $\dot{x}^*(t)$   $l$ -мерной проекцией оптимальной траектории (где  $l = \dim I_k$ ). Определение всех проекций оптимальной траектории однозначно определит саму оптимальную траекторию.

Поскольку при формулировании задачи определения проекции оптимальной траектории использовалась часть компонент векторов оптимального решения неизвестных до решения задачи, то для конструктивного использования понятия проекции оптимальной траектории может быть организован итеративный процесс последовательного определения приближений проекций оптимальной траектории.

Для случая  $K = 2$  и  $I_1 \cap I_2 = \emptyset$  предлагаемая итерационная процедура может быть записана в виде

$$\dot{x}^1(v) = \varphi_1(x^1(v), u^1(v), x^{2(v)}(t), \dot{x}^{2(v)}(t)), \quad \omega_1(x^1(v), u^1(v), x^{2(v)}(t), \dot{x}^{2(v)}(t)) \leq 0,$$

$$L_1 = \int_{t_0}^T \varphi_{01}(x^{1(v)}, u^{1(v)}, \dot{x}^{2(v)}(t), x^{2(v)}(t)) dt \rightarrow \min,$$

$$\dot{x}^{2(v+1)} = \varphi_2(x^{2(v+1)}, u^{2(v+1)}, \dot{x}^{1(v)}(t), x^{1(v)}(t)),$$

$$\omega_2(x^{2(v+1)}, u^{2(v+1)}, \dot{x}^{1(v)}(t), x^{1(v)}(t)) \leq 0,$$

$$L_2 = \int_{t_0}^T \varphi_{02}(x^{2(v+1)}, u^{2(v+1)}, \dot{x}^{1(v)}(t), x^{1(v)}(t)) dt \rightarrow \min,$$

$$x^1 = \{x_i\}, i \in I_1, x^2 = \{x_i\}, i \in I_2.$$

Итерационный процесс теперь сводится к следующему: задается начальное приближение  $x^{2(0)}(t)$ ,  $\dot{x}^{2(0)}(t)$ ; если известно  $x^{2(v)}(t)$ ,  $\dot{x}^{2(v)}(t)$  ( $v=0, 1, \dots$ ), то  $x^{1(v)}(t)$  и  $\dot{x}^{1(v)}(t)$  находится из решения первой задачи (7), где предположено, что  $x^{2*} = x^{2(v)}(t)$ ,  $\dot{x}^{2*} = \dot{x}^{2(v)}(t)$ ;  $x^{2(v+1)}(t)$  и  $\dot{x}^{2(v+1)}(t)$  определяются из решения второй задачи (7), где задано  $x^{1*} = x^{1(v)}(t)$ ,  $\dot{x}^{1*} = \dot{x}^{1(v)}(t)$ . Таким образом, на каждом шаге итерационного процесса рассматривается лишь одна из двух оптимизационных задач.

Доказательство сходимости предлагаемой итерационной процедуры для задач общего вида (типа (I)) не представляется возможным. Однако в некоторых специальных случаях такое доказательство может быть проведено, например, для линейных задач с квадратичным критерием.

В качестве примера предлагаемой итерационной процедуры рассмотрим процесс решения задачи оптимального управления, заданной следующим образом:

$$\dot{x}_1 = \alpha(\beta u_1 - \gamma u_3) + \sqrt{1 - \alpha^2}(\beta u_2 - \gamma u_4), \dot{x}_2 = \beta u_1,$$

$$\dot{x}_3 = \gamma u_3, u_1^2 + u_2^2 = u_3^2 + u_4^2 = 1 \quad t \in [0, T],$$

$$x_i(0) = x_i^0, i = \overline{1, 3}, x_1(T) = x_1^T, T \rightarrow \min,$$

где

$$\alpha = \alpha(x) = (x_2 - x_3)/x_1, \beta = \beta(x) = \sqrt{b_0 x_2 + b_1/(x_1 + c) + b_2 x_3},$$

$$\gamma = \gamma(x) = \sqrt{a_0 x_2 + a_1/(x_1 + c) + a_2 x_3}.$$

Для численного решения задачи (8) организуем итерационную процедуру последовательного определения проекций оптимальной траектории. Число проекций в данном случае равно 2. Сформулируем две двумерные подзадачи:

$$\dot{x}_1 = \alpha_1(\beta_1 u_1 - \dot{x}_3(t)) + \sqrt{1 - \alpha_1^2}(\beta_1 u_2 - \sqrt{\gamma_1^2 - (\dot{x}_3(t))^2}),$$

$$\dot{x}_2 = \beta_1 u_1, u_1^2 + u_2^2 = 1, t \in [0, T], x_1(0) = x_1^0,$$

$$x_2(0) = x_2^0, x_1(T) = x_1^T, T \rightarrow \min$$

и

$$\dot{x}_1 = \alpha_2(\dot{x}_2(t) - \gamma_2 u_3) + \sqrt{1 - \alpha_2^2}(\sqrt{\beta_2^2 - (\dot{x}_2(t))^2} - \gamma_2 u_4),$$

$$\dot{x}_3 = \gamma_2 u_4, u_3^2 + u_4^2 = 1, t \in [0, T], x_1(0) = x_1^0,$$

$$x_3(0) = x_3^0, x_1(T) = x_1^T, T \rightarrow \min.$$

В задаче (9) функции  $x_3(t)$  и  $\dot{x}_3(t)$  считаются фиксированными,





$$\alpha_1 = \alpha_1(x_1, x_2, t) = (x_2 - x_3(t))/x_1, \quad \beta_1 = \beta_1(x_1, x_2, t) = \sqrt{b_0 x_2 + b_1/(x_1 + c) + b_2 x_3^2(t)}$$

$$\gamma = \gamma_1(x_1, x_2, t) = \sqrt{a_0 x_2 + a_1/(x_1 + c) + a_2 x_3(t)}$$

В задаче (10) фиксированными считаются функции  $x_2(t)$  и  $x_3(t)$ ; функции  $\alpha_2 = \alpha_2(x_1, x_3, t)$ ,  $\beta_2 = \beta_2(x_1, x_3, t)$ ,  $\gamma_2 = \gamma_2(x_1, x_3, t)$  определяются аналогично функциям  $\alpha_1$ ,  $\beta_1$  и  $\gamma_1$  из (10). При использовании в задачах (9) и (10) оптимальных, в смысле задачи (8), функций  $x_2(t)$  и  $x_3(t)$  решение, этих задач определит две проекции оптимальной траектории задачи (8).

Организуем теперь в соответствии с (7) итерационный процесс последовательного решения задач (9) и (10). Интерпретируя задачу (8) как задачу определения траекторий оптимальных в смысле минимума времени сближения на заданное расстояние  $\epsilon$  двух материальных точек, находящихся в некотором потенциальном поле (координата  $x_1$  из (8) представляет собой евклидово расстояние между точками). Действительно, поскольку задача оптимального сближения двух точек может быть записана в виде

$$\dot{X}_1 = V_1 u_1, \quad \dot{Y}_1 = V_1 u_2, \quad \dot{X}_2 = V_2 u_3, \quad \dot{Y}_2 = V_2 u_4,$$

$$u_1^2 + u_2^2 = u_3^2 + u_4^2 = 1, \quad t \in [0, T], \quad X_i(0) = X_i^0, \quad Y_i(0) = Y_i^0,$$

$$i=1, 2, \quad r(T) = \sqrt{(X_1(T) - X_2(T))^2 + (Y_1(T) - Y_2(T))^2} = \epsilon,$$

$$T \rightarrow \min,$$

где  $V_1 = \sqrt{a_0 Y_1 + a_1/(r+c) + a_2 Y_2}$ ,  $V_2 = \sqrt{b_0 Y_1 + b_1/(r+c) + b_2 Y_2}$ , то исключая из (11) переменные  $X_1$  и  $X_2$  и вводя уравнение для переменной  $r$ , определяющей евклидово расстояние между точками, получаем из задачи (11) задачу (8).

Таким образом, результаты решения показывают наличие сходимости предлагаемой итерационной процедуры и возможность ее использования в качестве способа получения оптимизационных моделей при решении сложных нелинейных задач оптимального управления.

Институт проблем управления  
Минприбора и АН СССР

(Поступило 6.10.1983)

ავტომატური მართვა და ბაზოთვლითი ტექნიკა

ბ. ალუზიანო, თ. ცინცაძე

ვარიაციული ამოცანის დეკომპოზიცია ოპტიმალური ტრაექტორიის პროექციის ცნების საფუძველზე

რეზიუმე

ოპტიმალური მართვის არახაზობრივი ამოცანის ამოხსნის მიზნით გამოყენებულია რიცხობრივი წესი. ნაჩვენებია აღნიშნული ტერხის გამოყენების შესაძლებლობა ოპტიმალური მართვის რთული არახაზობრივი ამოცანების ახსნისათვის.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

G. M. ALESHCHENKO, T. Yu. TSINTSADZE

VARIATION PROBLEM DECOMPOSITION ON THE BASIS OF THE CONCEPT OF OPTIMUM TRAJECTORY PROJECTION

Summary

Numerical solution of a nonlinear problem on optimum control is suggested. Use of the indicated method in solving complex nonlinear problems of optimum control is shown to be feasible.





Г. М. НОЗАДЗЕ

## ОЧЕРК ФЛОРЫ АЛАВЕРДСКОГО ПОИМЕННОГО ЛЕСА (долины реки Алазани)

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Ш. Нахуцишвили, 14.1983)

Алавердский пойменный лес расположен на правом берегу верхней части долины р. Алазани, в пределах Ахметского района. Флора его насчитывает 314 видов сосудистых растений, относящихся к 241 роду и 82 семействам. Это составляет соответственно 98% видов, 96% родов и 98% семейств флоры всех пойменных лесов долины р. Алазани. Несмотря на сравнительно небольшие размеры территории алавердского пойменного леса (361 га, т.е. около 3% территории пойменных лесов долины р. Алазани), она является репрезентативной, а ее флора может рассматриваться в качестве конкретной флоры. Последнюю мы понимаем как флору «площади выявления» элементарного флористического района [1], или элементарной флоры [2]; это наименьшая естественная региональная флористическая система.

Для наиболее детального и всестороннего изучения конкретных флор несомненный интерес представляет анализ флористических систем ценотического уровня, в связи с чем нами закладывались в пределах формаций пробные площадки, охватывающие все ценотаксономическое разнообразие и в достаточной степени отражающие ее ботанико-географические черты в пределах конкретной флоры. В дальнейшем флоры формаций сравнивались между собой. Для их сравнения использовалась формула Жаккара:

$$K = \frac{c \cdot 100}{a + b - c}$$

где  $a$  — количество видов, встречающихся в первой формации;  $b$  — количество видов, встречающихся во второй формации;  $c$  — количество общих видов.

Полученные данные приведены в табл. 1. Эти данные говорят о том, что флора дубовых и дубово-грабовых лесов имеет степень видового сходства, равную 98, в связи с чем она рассматривается в качестве грабово-дубового комплекса.

Таким образом, растительность алавердских пойменных лесов образует пять комплексов, а именно тополевый (P), тополево-дубовый (PQ), лапниковый (Pt), ольшатниковый (A) и грабово-дубовый (CQ).

Существенное значение для познания организации, формирования, развития и изменения флоры имеет анализ ее структур. Важнейшими структурами являются систематическая, биоморфологическая, экологическая и ценотическая.

Систематическая структура определяется А. И. Толмачевым [3] как свойственное каждой флоре распределение видов между систематическими категориями высшего ранга, что, по мнению В. И. Чопика [4], отражает существенные ботанико-географические закономерности. Основными ее показателями являются соотношения между



различными таксонами растений, которые могут сравниваться с таковыми других флор.

Подавляющее большинство (86,3%) видов алавердского пойменного леса составляют покрытосемянные и только незначительную часть (13,7%) — сосудистые споровые, что, по мнению А. А. Гроссгейма [5], характерно для флоры земного шара в целом. Среди покрытосемянных на однодольные приходится 18%, на двудольные — 82% (1:5).

Таблица 1

Коэффициенты видового сходства флор формаций алавердского пойменного леса

Формации	P	A	Pt	PQ	Q	CQ
Тополевая (P)		82	85	90	80	79
Ольшатниковая (A)			90	86	75	73
Лапниковая (Pt)				79	73	78
Тополево-дубовая (PQ)					89	82
Дубовая (Q)						98
Грабово-дубовая (CQ)						

Флористическая пропорция для алавердского пойменного леса равна 1:2,6:3,7. Таким образом, среднее количество родов в семействе равно 2,6, видов — 3,7. При этом 10 семейств, насчитывающих 51% всех видов, имеют уровень видового богатства выше среднего, в то время как остальные 26 семейств — ниже среднего.

Разные таксоны надсемейственного уровня флоры алавердского пойменного леса характеризуются неодинаковыми пропорциями, что является отражением неравномерности процессов эволюции. Низкие пропорции у Equisetophyta (1:1:4) и Polypodiophyta (1:1:1,3) свидетельствуют об угасании процессов видообразования, и, наоборот, высокая пропорция у Magnoliopsida (1:2:3,7) и Liliopsida (1:5,8:7,1) — об интенсификации процессов видообразования.

Значительный интерес представляет спектр 10 наиболее богатых видами семейств, приведенный в табл. 2.

Таблица 2

Важнейшие семейства флоры алавердского пойменного леса

Семейства	Число родов		Число видов	
	абс.	%	абс.	%
Poaceae	28	11,1	32	9,5
Asteraceae	22	8,8	30	9,1
Fabaceae	14	5,6	27	8,1
Rosaceae	16	4,4	20	6,8
Brassicaceae	10	4	11	3,5
Ranunculaceae	10	4	14	4,5
Lamiaceae	7	2,8	12	3,6
Cyperaceae	7	2,8	12	3,6
Liliaceae	7	2,8	7	2,1
Malvaceae	5	2	5	1,5

Как видно из приведенных в табл. 2 данных, ведущее место в спектре семейств флоры алавердского пойменного леса занимают семейства Poaceae (9,5%), Asteraceae (9,1%), Fabaceae (8,1%). Такое

высокое положение указанных семейств характерно и для других флор южного Средиземноморья [6, 7]. Их роль чрезвычайно высока в формировании тополевого леса, особенно на берегу реки у ручьев на аллювиальных почвах.

Сем. Rosaceae стоит на 4-м месте (6,8%) во флоре алавердского пойменного леса. Наиболее высокое место это семейство занимает в комплексах CQ, что также характерно для дубовых лесов равнины Европейской части СССР [8]. В комплексах P и A его роль снижается (5—6 места — 5—4%).

Сем. Ranunculaceae (4,5%), Lamiaceae (3,6%), Brassicaceae (3,5%) занимают соответственно 5—6—7-е места. Самый высокий показатель у этих семейств в комплексах CQ и PQ, минимальный показатель (16—17-е места—1,2%) характерен для комплекса P и A.

Сем. Surrageae принадлежит 8-е место во флоре алавердского пойменного леса (3,7%); самое высокое — 5-е место (5,5%) семейство занимает в комплексах P и A. В комплексе CQ роль его заметно снижается.

Сем. Liliaceae находится на 9-м месте во флоре алавердского пойменного леса (2,6%). Самое высокое — 6-е место (3,4%) семейство занимает в комплексе CQ. Оно входит также в состав главной части спектров комплексов PQ и P—6—7-е место (3—3,5%).

Флора алавердского пойменного леса по жизненным формам является довольно типичной для флоры голарктики. В ее составе преобладают гемикриптофиты (42,3%), которые, по данным Р. П. Камелина [2], играют такую же роль и во флоре бассейна р. Варзоб. Они преобладают в спектрах всех комплексов, за исключением CQ, в котором составляют лишь 23,8%, A=38,8%, P=37%, PO=34%. На 2-м месте находятся фанерофиты (22,4%), которые максимального участия (38%) достигают в комплексе CQ (деревья составляют 49%, а кустарники — 51%).

На 3-м месте находятся терофиты (22,7%), роль которых возрастает в комплексе P (26%), где они занимают 2-е место, особенно на берегу реки и ручьев на аллювиальных наносах. В комплексе CQ процент терофитов в 2—3 раза ниже (7,6%).

Геофиты во флоре алавердского пойменного леса представлены 9,8%. Максимальное участие их отмечено в комплексах CQ (16,2) и PQ (13,5%), а в комплексе P оно составляет 7,9%.

Невысокий процент во флоре составляют хамефиты (6%). В спектре комплексов PQ и CQ они достигают 13,5 и 16,6% соответственно.

Много видов алавердского пойменного леса являются редкими и исчезающими. В связи с этим все они нуждаются в проведении целого ряда мероприятий по их индивидуальной охране. Это *Quercus pedunculiflora*, *Pterocarya pterocarpa*, *Paeonia caucasica*, *Polygonatum multiflorum*, *Brunnera macrophylla*, *Trachystemon orientalis*, *Staphylea pinnata* и др. Некоторые из них являются редкими для территории СССР и внесены в „Красную книгу“.

## ბ. ნოზადე

## ალავერდის ჭალის ტყის ფლორის ნარკვევი

რეზიუმე

შესწავლილია ალავერდის ჭალის ტყის ფლორისტული შემადგენლობა (314 სახეობა). დადგენილია ფლორისტული პროპორცია (1:2,6:3,7), სისტემატიკური და ცენოტური სტრუქტურა. სასიცოცხლო ფორმების სპექტრი გვიჩვენებს: ფანეროფიტები 22,4 %-ია, ჰამეტოფიტი 6 %, ჰემიკრიფტოფიტი 42,3 %, გეოფიტი 9,8 % და ტეროფიტი 22,3 %.

BOTANY

G. M. NOZADZE

## AN ESSAY ON THE ALAVERDI FLOOD-LAND FOREST

## Summary

The floristic composition of the Alaverdi flood-land forest (1:2.6:3.7) has been investigated, and its systematic and coenotic structure established. The spectrum percentage of living forms is as follows: phanerophytes, 22.4%; gametophytes, 6; hemicryptophytes, 42.3; geophytes, 9.8, and therophytes, 22.3.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. А. Юрцев. Бот. ж., № 1, 1976.
2. Р. В. Камелин. Флорогенетический анализ естественной флоры горной Средней Азии. Л., 1973.
3. А. И. Толмачев. Введение в географию растений. Л., 1974.
4. В. И. Чопик. Высокогірна флора Українських Карпат. Киев, 1976.
5. А. А. Гроссгейм. Анализ флоры Кавказа. Баку, 1936.
6. А. И. Толмачев. Вести. ЛГУ, сер. биол., № 15, 1970.
7. М. А. Заки, В. М. Шмидт. Вести. ЛГУ, сер. биол., № 9, 1973.
8. Ю. Р. Шелян-Сосонко. Фитоценотическая характеристика *Querceta roboris*. Киев, 1971.



М. В. ЧУРАДЗЕ

КРИТИЧЕСКАЯ ЗАМЕТКА О ВИДЕ *RANUNCULUS*  
*CAUCASICUS* BIEB.

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Ш. Нахуцришвили 3.4.1983)

Крымско-кавказско-переднеазиатский вид *R. caucasicus* М. Биберштейн [1] описал в 1808 году с Северного Кавказа—“*In Caucaso subalpine; in collibus herbidis circa acidulam Narzana frequens*”. От наиболее близкого евро-сибирского вида *R. acris* L. автор новый вид отличал в основном по рассеченности листьев: по трехраздельно-сложным прикорневым листьям с трехраздельными сегментами клиновидной формы.

Некоторые исследователи: А. А. Гроссгейм [2], П. Н. Овчинников [3], Л. М. Кемулариа-Натадзе [4, 5, 6], А. Л. Тахтаджян [7]—*R. caucasicus* приводят как самостоятельный вид. Н. А. Буш [8] и Девис [9, 10] данный вид трактуют в более широком объеме. Буш в состав *R. caucasicus* включает кавказско-переднеазиатский вид *R. buhsei* Boiss. Девис *R. caucasicus* принимает как систему подвидов: *R. caucasicus* Bieb. subsp. *caucasicus* Davis и subsp. *subleiocarpus* (Somm. et Levier) Davis. Вид Биберштейна—*R. caucasicus*—Девис приравнивает к subsp. *caucasicus*, а subsp. *subleiocarpus* считает сборным подвигом, включая западнокавказские виды *R. raddeanus* Regel и *R. sommieri* Albov, малоазиатско-переднеазиатский вид *R. szowitsianus* Boiss., центральнокавказский вид *R. osseticus* Ovcz. и малоазиатский вид *R. burgaei* Boiss.

Учитывая весь комплекс морфологических признаков исследованного материала, объем и понимание вида *R. caucasicus* представляются нам несколько иначе. В изученных популяциях (Картли, Ю. Осети, Хеви, Мтиулет, Хевсурети) можно выделить целый ряд отличительных морфологических признаков, позволяющих рассматривать *R. caucasicus* в ранге самостоятельного вида, но в более узком смысле, нежели у Девиса и Буша. Виды *R. szowitsianus*, *R. osseticus*, *R. transcaucasicus* Kem.-Nath., приводимые ранее [11] как синонимы *R. raddeanus*, на основе последующих исследований считаем правильнее отнести к *R. caucasicus*. По нашему мнению, идентичным *R. raddeanus* является лишь *R. sommieri*.

Нечеткость границ видов *Ranunculus* L., вызванная вариабельностью вегетативных и генеративных органов, обусловила неточность подхода к определению близкородственных видов *R. caucasicus* и *R. raddeanus*. Изучение морфологических признаков по всему ареалу распространения данного рода свидетельствует, что амплитуда варьирования этих признаков довольно значительна. На всем ареале распространения вид *R. caucasicus* варьирует по многим признакам, в частности, размеры растения колеблются от 10 до 100 см. По литературным данным, у *R. caucasicus* корневище почти не развито или очень короткое [3, 7], в то время как растение характеризуется хоро-





шо развитым утолщенным, изредка тонким корневищем. В отличие от тех же исследователей, нами чаще отмечены популяции с многоцветковыми индивидами, изредка с малоцветковыми.

Многообразные прикорневые листья варьируют от округлой, яйцевидной формы до широкояйцевидной и широкояйцевидно-ромбической. Размеры листовой пластинки также колеблются—от 2—3 до 10—13 см в длину и от 3 до 15 см в ширину. Ширина листа обычно больше его длины. Особенно велик диапазон изменчивости рассеченности прикорневых листьев. Сегменты трехрассеченных прикорневых листьев варьируют от широкояйцевидных до узкоклиновидных. Встречаются также прикорневые листья трехрассеченные с сидячими или почти сидячими сегментами. Обычно средний сегмент на черешке, длина которого колеблется от 0,5 до 2 см. Для *R. caucasicus* характерны также перисто-трехрассеченные листья, когда средняя доля среднего сегмента на черешке. Доли сегментов варьируют от округло-клиновидных до узкоклиновидных. Подобные формы прикорневых листьев характерны и для *R. gaddeanus*. Виды родства *R. gaddeanus*—*R. caucasicus* ввиду полиморфности прикорневых листьев дают множество переходных форм, поэтому отмеченные признаки являются заходящими.

Несколько варьируют размеры орешков *R. caucasicus*, но не превышают 4,5 мм, а длина носика колеблется в пределах 0,5—1,2 мм. Особенно изменчива степень закрученности носика орешка. В популяциях встречаются носики клювовидные, крючковатые, закруженные, прямые.

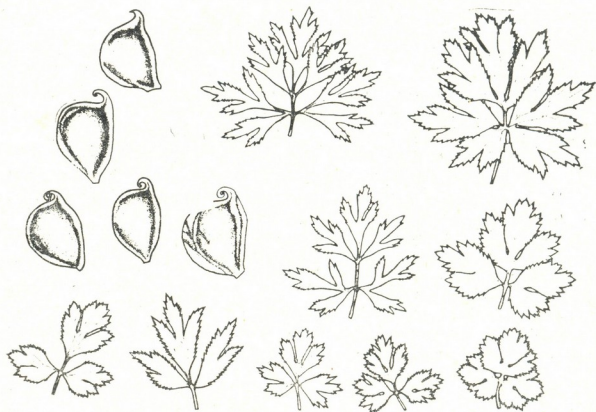


Рис. 1. Формы орешков и листьев *Ranunculus caucasicus* Bieb.

Однако в популяциях *R. caucasicus* преобладают широкояйцевидные и широкояйцевидно-ромбические, трехрассеченные прикорневые листья. Средний сегмент трехраздельный, на черешке 0,5—2 см длины. Боковые сегменты почти сидячие, двухраздельные; доли округло-клиновидные, коротколопастные. Лепестки желтые, до 2,5 см длиной.



Орешки округло-яйцевидные, всегда голые, размеры их, как было отмечено, не превышают 4,5 мм, носик короткий, расширенный у основания (рис. 1).

В популяциях *R. gaddeanus* преобладают формы с узкорассеченными прикорневыми листьями. Лепестки золотистого цвета, до 3,5 см длиной. Орешки крупные, от 4 до 6 мм длиной, с длинным носиком, достигающим 3 мм. В популяциях четко можно выделить вид *R. gaddeanus* по крупным орешкам с длинным носиком и рыхлой плодовой головкой, в то время как у *R. caucasicus* более мелкие орешки с коротким расширенным у основания носиком образуют плотные плодовые головки.

Следует отметить, что мелкие формы *R. caucasicus* встречаются нередко. В основном они характерны для относительно сухих местобитаний, для пастбищ, где интенсивный выпас скота способствует вытаптыванию почвенного покрова, что, в свою очередь, мешает нормальной вегетации. Поэтому по мелким экземплярам вида *R. caucasicus* был ошибочно описан *R. szowitsianus*.

*R. caucasicus* произрастает на субальпийских лугах, в высокоотравье, в березовых и буковых криволесьях, в субальпийских кленарниках на лесных лужайках.

Ареал данного вида охватывает Большой и Малый Кавказ, Крым, а также Малую Азию и Иран. *R. gaddeanus* является колхидским видом с иррадиацией в районы Восточного Закавказья, находящиеся под влиянием Колхидской флоры.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 8.4.1983)

ბოტანიკა

მ. შურაძე

კრიტიკული შენიშვნა *RANUNCULUS CAUCASICUS* BIEB.  
სახეობის შესახებ

რეზიუმე

განხილულია *R. caucasicus*-ის ტაქსონომია და ნომენკლატურა. დაზუსტებულია ამ სახეობის მოცულობა, კრიტიკულადაა შეფასებული მისი სისტემატიკური ნიშნების ტაქსონომიური მნიშვნელობა. უფრო მართებულადაა მიჩნეული, რომ *R. szowitsianus* Boiss., *R. osseticus* Ovcz., *R. transcaucasicus* Kem.-Nath. სახეობები ჩაითვალოს *R. caucasicus* სინონიმებად.

BOTANY

M. V. CHURADZE

A CRITICAL NOTE ON THE SPECIES *RANUNCULUS CAUCASICUS*  
BIEB.

Summary

The author has reviewed the taxonomy and nomenclature of *R. caucasicus*. The scope of the species is defined more precisely and the taxonomic

importance of its systematic signs is evaluated critically. It is believed to be more correct to consider the species *R. szowisianus* Boiss., *R. osseticus* Ovcz., *R. transcaucasicus* Kem.-Nath. and *R. caucasicus* as synonyms.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Bieberstein. Flora Taurico-Caucasica, 2, 1808.
2. А. А. Гроссгейм. Флора Кавказа, 4. М.—Л., 1950.
3. П. Н. Овчинников. Флора СССР, 7. М.—Л., 1937.
4. Л. М. Кемулариа-Натадзе. Флора Грузии, 4, 1948.
5. Л. М. Кемулариа-Натадзе. Зам. сист. и геогр. раст. Тбилиси, 1963, 23.
6. Л. М. Кемулариа-Натадзе. Флора Грузии, 2, 2, 1973.
7. А. Л. Тахтаджян. Флора Армении, 1, 1954.
8. Н. А. Буш. Flora caucasica critica, 3, 1903.
9. P. Davis. Notes Royal Bot. Garden. Edinburgh, 23, 2, 1960.
10. P. Davis. Flora of Turkey, 1, Edinburgh, 1965.
11. М. В. Чурадзе. Сообщения АН ГССР, 106, № 2, 1982.

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Р. М. ХАТИАШВИЛИ, Т. Г. АБУЛАШВИЛИ

ВЛИЯНИЕ ИОНОВ ЖЕЛЕЗА, ФОСФОРА И КАЛИЯ НА  
ПОГЛОЩЕНИЕ МАРГАНЦА ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗОЙ

(Представлено академиком Г. А. Санадзе 17.5.1983)

Изучению вопросов физиологии минерального питания растений посвящено значительное количество работ, однако некоторые разделы освещены недостаточно и требуют дальнейших исследований. В литературе скудно представлены данные по изучению корневого питания микроэлементами виноградной лозы.

В настоящем сообщении обсуждается вопрос о влиянии и действии ионов железа, фосфора и калия на поглощение и накопление марганца в листьях винограда. С целью изучения этого вопроса саженцы лоз сорта Ркацители выращивались в инертном субстрате (кварцевый песок).

В вегетационные сосуды (кроме контроля) на фоне двух доз марганца ( $MnCl_2$  10 и 50 мг/кг) по вариантам вносились соли других ионов: железа ( $FeCl_3$ ) 50 мг, фосфора ( $KH_2PO_4$ ) 500 мг и калия ( $KCl$ ) 500 мг на 1 кг субстрата. В мае листья подопытных растений подвергались химическому анализу на определение общего марганца [1]. Поглощение марганца растениями учитывалось по их наличию в листовой пластинке. Полученные результаты обработаны статистически [2]. Данные о наличии марганца в листьях винограда являются средними из 10—12 аналитических определений. Расхождение повторностей между вариантами каждого опыта не более 10%. Полученные данные приводятся в таблице.

Выяснилось, что наиболее высоким содержанием марганца отличаются растения, произрастающие на фоне марганцевого питания, и степень поглощения зависит от наружной концентрации — по мере повышения количества марганца в питательной среде его вынос растениями возрастает. Таким образом, субстрат непосредственно регулирует характер накопления означенного микроэлемента. Несмотря на повышенное содержание марганца в листьях, растения не проявляют внешних симптомов избытка. На избыточном фоне марганцевого и борного питания их чрезмерно высокое накопление в виноградной лозе отмечено в наших прежних работах [3, 4]. На повышенное поступление элементов минерального питания в растения под влиянием внешней среды указывают и другие авторы [5, 6].

Рассмотрим более детально поступление марганца в растения, произрастающие в присутствии железа. Сопоставление данных ионного режима двух элементов показало, что железо, находящееся в среде, препятствует поступлению марганца в растения.

Такое антагонистическое действие железа наблюдается в обоих случаях, как при низкосолевых, так и при высокосолевых концентрациях марганца. Имеются данные об антагонистическом взаимодействии между марганцем и железом [7—9].

Таким образом, влияние железа является самым значительным и минимум поглощения марганца растением наблюдается именно при его





наличии в среде. Наиболее резко выраженный антагонизм имеет место при равных концентрациях ионов указанных соединений — разница достигает наиболее значительных величин.

Влияние ионов Fe, P, и K на накопление марганца в листьях винограда сорта Ркацители (мг на кг сухого вещества)

№	Варианты	Мп	%
1	Кварцевый песок — контроль	64	100
2	Марганец 10 мг/кг	138	215
3	Марганец 50 мг/кг	360	562
4	Марганец 10 мг/кг+железо	92	143
5	Марганец 50 мг/кг+железо	153	239
6	Марганец 10 мг/кг+фосфор	115	179
7	Марганец 50 мг/кг+фосфор	260	406
8	Марганец 10 мг/кг+калий	130	203
9	Марганец 50 мг/кг+калий	322	503

Накопление марганца в листьях винограда на фоне фосфорного питания указывает, что ионы фосфора в какой-то степени также препятствуют проникновению марганца в растения, но они являются менее выраженными антагонистами, чем железо. На данном фоне листья опытных растений по содержанию марганца выглядят промежуточными между марганцевым и железо-марганцевым вариантами.

Внесение фосфора в почву вызывает снижение концентрации Zn, Cu, Fe и Mn в стеблях и корнях риса [10].

При изучении влияния калия на марганцевое питание растений обнаружено, что эти ионы при взаимодействии практически не проявляют антагонизма.

Растения, подвергшиеся действию калия, по наличию марганца приравниваются к листьям, получившим только марганец. Например, при низкосолевых концентрациях марганца (10 мг/кг) их величина равна 215—203%, а при максимальном снабжении (50 мг/кг) — 562—503%.

Увеличение содержания марганца в листьях винограда отмечено и при совместном внесении в почву фосфорно-калийных удобрений [11]. Скорость поглощения ионов из субстрата обуславливается рядом факторов, которые выражаются в достаточно широких пределах [12, 13].

В результате проведенной нами работы установлено, что соли разных ионов неодинаково влияют на характер поглощения марганца виноградной лозой. Поступление марганца в растения в основном зависит от режима минерального питания, которое влияет на степень поглощения марганца в достаточно широком диапазоне. В отличие от железа, на фоне фосфорного и калиевого питания выявляется факт более интенсивного накопления марганца в листьях. По степени уменьшения влияния ионов на поступление марганца эти элементы можно расположить в следующем порядке:  $Fe > P > K$ .

Академия наук Грузинской ССР  
Институт ботаники  
им. Н. Н. Кецохели

(Поступило 19.5.1983)



რ. ხატიაშვილი, თ. აბულაშვილი

 რკინის, ფოსფორის და კალიუმის იონების გავლენა მან-  
 განუმის მანგანუმის შეთვისებაზე

რეზიუმე

შევისწავლეთ რკინის, ფოსფორის და კალიუმის იონების გავლენა მან-განუმის დაგროვებაზე რქაწითელის ჯიშის ფოთლებში.

ვაზის ფოთლებში მანგანუმის დაგროვებაზე აღნიშნული იონები ანტაგონისტური მოქმედების სიძლიერის მიხედვით შემდეგი თანმიმდევრობით განლაგდებიან  $Fe > P > K$ .

## PLANT PHYSIOLOGY

R. M. KHATIASHVILI, T. G. ABULASHVILI

## THE EFFECT OF IRON, PHOSPHORUS AND POTASSIUM IONS ON THE ABSORPTION OF MANGANESE BY THE GRAPEVINE

## Summary

The effect of salts of different ions (iron, phosphorus and potassium) on the absorption and accumulation of manganese in grapevine leaves is discussed. Grapevine saplings of the Rkatsiteli variety were grown on quartz sand in nutrient medium. Along with two doses of manganese (10 and 50 mg/kg  $MnCl_2$ ), salts of other ions were introduced separately from one another: iron ( $FeCl_3$ )-50mg, phosphorus ( $KH_2PO_4$ )-500mg and potassium (KCl)-500 mg per kilogram of substrate. The total amount of manganese was determined in May. The absorption of manganese was judged by its presence in leaf plate.

The highest content of manganese was found in plants grown only on manganese, without the concomitance of other elements (Fe, P, K). The degree of absorption varied in a wide range, depending on the outer concentration of manganese.

Iron manifested antagonistic action, preventing manganese penetration into plants. The action of phosphorus was also antagonistic, but not to such an extent as iron. Plants subjected to the action of potassium, are equated with plants exposed to manganese alone. According to the degree of decrease of ion influence on the manganese uptake, these elements can be arranged in the following order:  $Fe > P > K$ .

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Ковальский, А. Д. Гололобов. Методы определения микроэлементов в почвах, растительных и животных организмах. М., 1959.
2. В. Л. Вознесенский. Первичная обработка экспериментальных данных. Л., 1969.



3. Р. М. Хатиашвили, Н. В. Мамукелашвили. Тез. докл. Респ. науч. конф. по вопросам физиологии и биохимии растений. Тбилиси, 1979.
4. Р. М. Хатиашвили. Тез. докл. Второго симпозиума по физиологии виноградной лозы. София, 1983.
5. S. M. Alam. *Commun. Soil Sci. and Plant Anal.*, 12, № 2, 1981.
6. Т. А. Парибок, Г. Д. Ленна, Н. А. Сазыкина, Г. А. Темп. Растения в экстремальных условиях минерального питания. Л., 1983.
7. K. K. Baruah, O. S. Singh. *Реф. ж. биол. физ. раст.* № 11, 1981.
8. J. W. Riekels, J. C. Lingle. *Plant Physiol.*, 41, № 7, 1966.
9. L. E. Chinnery, C. P. Harding. *Ann. Bot.*, 46, № 4, 1980.
10. M. Haldar, L. N. Mandal. *Plant and Soil*, 59, № 3, 1981.
11. А. С. Арутюнян. Удобрение виноградников. М., 1983.
12. Д. Кларксон. Транспорт ионов и структура растительной клетки. М., 1978.
13. А. Уоллес. Поглощение растениями питательных веществ из растворов. М., 1966.



**ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ**

Т. В. ТАКАИШВИЛИ, М. Н. ЧРЕЛАШВИЛИ

**АКТИВНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ФЕРМЕНТОВ ДЫХАНИЯ  
 У ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СОРТОВ ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЫ**

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. А. Санадзе 13.4.1983)

Скорость отдельных звеньев обмена веществ внутри живой клетки зависит от ряда факторов, в том числе от активности ферментов.

Регулируя каталитические действия ферментов, можно целенаправленно регулировать жизненные процессы, происходящие в клетке, с целью повышения устойчивости к неблагоприятным условиям среды. В связи с этим была изучена активность окислительно-восстановительных ферментов в виноградной лозе в разных фазах ее развития.

Известно, что по активности дыхательных ферментов в годичном цикле развития виноградной лозы можно судить о физиологическом состоянии тканей и степени зимостойкости растений [1].

В статье приводятся данные активности ферментов: каталазы (определенной газометрическим методом), полифенолоксидазы, аскорбинатоксидазы и цитохромоксидазы (манометрическим методом Варбурга). Для анализов были подобраны производственные сорта виноградной лозы: Чинури, Саперави, Горули мцване, а также американские подвойные сорта: Берландиери×Рипария 5 ББ, Рупестрис Дюло. Активность каталазы изучалась в листьях и побегах в течение годичного цикла развития, активность же остальных ферментов — в побегах в фазах органического и вынужденного покоя.

Таблица 1

Динамика активности каталазы в листьях  
 (выделение O<sub>2</sub> в мл на 1 г сырого веса за 1 ч)

Сорт	Дата взятия проб				
	IV	V	VI	VII	X
Ркацители	200	360	840	390	242
Чинури	160	280	660	360	266
Саперави	144	280	560	300	180
Горули мцване	180	260	600	240	200
Берландиери×Рипария 5 ББ	260	560	484	430	302
Рупестрис Дюло	234	274	540	300	242

Согласно результатам, представленным в табл. 1, активность каталазы в листьях максимальной интенсивности достигает в первой фазе активного роста ягод, затем значительно снижается, хотя в конце вегетации она довольно высокая.



Выявляются и некоторые сортовые различия, которые выражаются в том, что у сравнительно более стойкого сорта Ркацители активность каталазы выше, чем у других производственных сортов. Динамика активности каталазы в побегах несколько иная. Она на порядок превышает показатели активности в листьях. Наибольшая активность в побегах отмечается во время сокодвижения и в начале его (табл. 2). Активность фермента более высокая в подвойных сортах Берландиери × Рипария 5 ББ и Рупестрис Дюло, а среди производственных сортов выделяется Ркацители.

Таблица 2

Динамика активности каталазы в побегах  
(выделение  $O_2$  в мл. на 1 г сырого веса за 1 ч)

Сорт	Дата взятия проб						
	I	II	III	V	VI	X	XII
Ркацители	1800	1666	2500	2100	1260	2240	3336
Чинури	1926	1500	2000	1900	1090	1390	3100
Саперави	1866	1800	2300	1080	968	1878	3108
Горули миване	1866	1566	1880	1860	1332	1879	2857
Берландиери × Рипария 5 ББ	2640	2860	2780	2260	1030	2840	3620
Рупестрис Дюло	2160	2528	2720	2120	1150	2960	3360

Ранее [2] было показано, что активность каталазы в побегах лозы резко возрастает в период глубокого покоя. Повышение активности каталазы в период глубокого покоя для лозы отмечено также другими исследователями [3, 4], согласно которым она наиболее высока в полудревесневших побегах, именно в фазе затухания и окончания роста.

На максимальную активность каталазы именно зимой указывают данные анализов, проведенных на молодых прививках виноградной лозы в условиях севера [5]. С этими выводами вполне согласуются полученные нами результаты. Максимальное повышение активности каталазы к началу зимнего периода характерно для всех изученных нами сортов, особенно для Ркацители и подвоев.

Что касается активности полифенолоксидазы, аскорбинатоксидазы и цитохромоксидазы, то самая низкая активность выявлена в подвоях Рупестрис Дюло и Берландиери × Рипария 5 ББ, а среди производственных сортов в периоде покоя резких сортовых различий в активности ферментов не наблюдается (табл. 3).

В побегах Ркацители, Чинури и у подвоев активность ферментов держится стабильно в течение осенне-зимнего периода с резким возрастанием к концу зимы, когда температура воздуха повышается.

В заключение можно сказать, что в листьях виноградной лозы в начальной фазе развития активность каталазы низкая, затем она постепенно повышается и достигает максимума в период активного роста ягод, после чего падает. Надо отметить, что в листьях активность каталазы намного ниже, чем в побегах. В побегах наиболее высокая активность фермента наблюдается в осенне-зимний период, причем высокой активностью фермента среди изученных сортов выделяются более морозоустойчивые Ркацители и подвойные сорта.



Установлено, что активность полифенолоксидазы, аскорбинатоксидазы, цитохромоксидазы держится стабильно в течение осенне-зимне-

Таблица 3

Активность полифенолоксидазы, аскорбинатоксидазы и цитохромоксидазы в побегах (количество поглощенного  $O_2$  в мл на 1 г сырого веса за 1 ч)

Фермент	Сорт	Дата взятия проб				
		X	XI	XII	I	II
Полифенолоксидаза	Ркацители	2,2	2,4	2,2	2,3	5,7
	Чинури	2,1	1,8	2,0	1,7	5,0
	Саперави	3,4	2,4	2,2	2,1	3,4
	Горули мцване	3,6	3,2	2,2	2,4	3,8
	Рупестрис Дюло	0,8	0,9	0,6	0,7	1,2
	Берландиери × Рипария 5 ББ	1,3	1,0	0,9	0,9	1,7
Аскорбинатоксидаза	Ркацители	2,5	2,6	2,5	2,5	5,4
	Чинури	3,6	3,4	3,3	3,4	5,2
	Саперави	3,2	2,3	2,4	2,3	5,0
	Горули мцване	3,5	2,5	2,3	2,4	5,0
	Рупестрис Дюло	0,9	1,0	1,2	1,3	2,1
	Берландиери × Рипария 5 ББ	1,2	1,0	0,8	0,9	1,8
Цитохромоксидаза	Ркацители	2,5	2,3	2,4	2,4	5,5
	Чинури	2,6	2,5	2,6	2,6	3,2
	Саперави	3,6	2,2	2,1	2,2	4,7
	Горули мцване	3,8	3,0	3,1	3,0	4,5
	Рупестрис Дюло	1,0	1,1	0,9	0,9	1,5
	Берландиери × Рипария 5 ББ	1,2	1,0	0,9	0,8	1,5

го периода с резким возрастанием к концу зимы, когда температура воздуха повышается.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт ботаники

(Поступило 14.4.1983)

მცენარეთა ფიზიოლოგია

თ. თაყაიშვილი, ა. ზრელავილი

სუნთქვის ზოგიერთი ფერმენტის აქტივობა ვაზის საწარმოო ჯიშებში

რეზიუმე

ვაზის განვითარების ფაზის დასაწყისში ფოთლებში კატალაზას აქტივობა დაბალია, შემდეგ თანდათანობით იზრდება და მაქსიმუმს აღწევს ნაყოფების აქტიური ზრდის პერიოდში, რის შემდეგ ფერმენტის აქტივობა ისევ ეცემა.



უნდა აღინიშნოს, რომ ფოთლებში კატალაზას აქტივობა ბევრად უფრო დაბალია, ვიდრე ღეროებში. ღეროებში კატალაზა აქტიურია შემოდგომა-ზამთრის პერიოდში, ფერმენტის მაღალი აქტივობით გამოირჩევიან ყინვაგამძლე ჯიში რქაწითელი და ამერიკული საძირეები.

გამოირკვა, რომ პოლიფენოლოქსიდაზას, ასკორბინატოქსიდაზას და ციტოქრომოქსიდაზას აქტივობა თითქმის ერთ დონეზეა შემოდგომა-ზამთრის პერიოდში, შემდგომ კი ჰაერის ტემპერატურის მატებასთან ერთად ამ ფერმენტის აქტივობა მკვეთრად იზრდება.

## PLANT PHYSIOLOGY

T. V. TAKAISHVILI, M. N. CHRELASHVILI

## THE ACTIVITY OF SOME ENZYMES OF RESPIRATION IN INDUSTRIAL VARIETIES OF GRAPEVINE

## Summary

Some data on the activity of the following enzymes; catalase, polyphenoloxidase, ascorbate oxidase and cytochrome oxidase are presented. The following industrial varieties of grapevine were subjected to analysis: Rkatsiteli, Chinuri, Saperavi, Goruli mtsvane as well as some American stock varieties: Berlandieri x Riparia 5BB, Rupestris Dulot. The activity of catalase was studied in the leaves and shoots during the annual development cycle, and the activity of the other enzymes was studied in the shoots in the phases of organic and exogenous dormancy.

The results obtained show that the activity of catalase in the leaves is low in the initial phase of development; then it gradually increases, reaching its maximum in the berry-ripening stage, and then falling. It should be noted that the activity of catalase is much lower in the leaves than in the shoots. The highest activity of catalase in the shoots is observed in the autumn-winter period, the more frost-resistant variety Rkatsiteli and stock varieties being distinguished by the highest activity of catalase among all the varieties studied. The activity of catalase, polyphenoloxidase, ascorbate oxidase and cytochrome oxidase was found to be stable during the autumn-winter period, increasing by the end of winter, with the rise of air temperature.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. С. Погосян. Физиологические особенности морозоустойчивости виноградно-го растения. Ереван, 1975.
2. Т. В. Такайшვილი. XIII научная конференция аспирантов и молодых научных работников. Тбилиси, 1962.
3. М. А. Дрбоглав. Виноградарство, 6, №1, 1959.
4. Е. А. Макаревская. Физиология регенерационных процессов у виноградной лозы. Тбилиси, 1966.
5. Н. В. Новопавловская. Бюлл. Центр. генет. лабор. им. И. В. Мичурина, № 9—10, 1960.



ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

И. В. ОЧЕРАШВИЛИ

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕДЛЕННЫХ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ  
ПОТЕНЦИАЛОВ СОМАТОСЕНСОРНОЙ КОРЫ, ВОЗНИКАЮЩИХ  
ПРИ ЕЕ ПРЯМОМ РАЗДРАЖЕНИИ И ПРИ РАЗДРАЖЕНИИ  
ПЕРЕДАТОЧНОГО ЯДРА ТАЛАМУСА

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурадзе 26.4.1983)

Известно, что при прямом раздражении коры больших полушарий мозга [1, 2] или при поступлении к ней афферентной импульсации [3—6] возникает медленный отрицательный потенциал. Одни исследователи считают, что этот потенциал есть пассивное дипольное отражение тормозных постсинаптических потенциалов (ТПСП) пирамидных клеток, расположенных в глубине коры [7], а другие предполагают, что данный потенциал возникает в результате деполаризации глиальных клеток, что, в свою очередь, является следствием повышения внеклеточной концентрации ионов калия [3, 5, 6].

Целью настоящей работы было изучение взаимодействия медленных отрицательных потенциалов, возникающих в задней сигмовидной извилине при ее прямом раздражении одиночным стимулом и при нанесении одиночного стимула на вентро-постеро-латеральное (ВПЛ) ядро таламуса.

Опыты ставились на кошках под нембуталовым наркозом (60—80 мг/кг, подкожно). Раздражение ВПЛ производилось посредством двух стальных проволок в стеклянной изоляции. Расстояние по вертикали между кончиками проволок составляло 0,5 мм. Для прямого раздражения коры использовался биполярный электрод с межполюсным расстоянием 300 мкм. Отведение электрических потенциалов осуществлялось серебряной проволокой диаметром 0,5 мм. Индифферентным электродом служила серебряная пластинка, которая закреплялась в пазухе между кожей и мышцами в области шеи. Макроэлектрод и индифферентный электрод хлорировались. Усиление потенциалов производилось по постоянному току. Регистрация потенциалов велась с катодного осциллографа.

Для упрощения описания результатов медленный отрицательный потенциал прямого ответа коры, возникающий вслед за дендритным потенциалом, будет обозначен как МОП, а медленный отрицательный потенциал, возникающий при раздражении ВПЛ вслед за первичным ответом, — как МОП<sub>но</sub>.

В опытах по изучению взаимодействия МОП с МОП<sub>но</sub> электроды располагались по схеме, представленной на рис. 1. Макроэлектрод устанавливался в области, где МОП<sub>но</sub> был наиболее четко выражен. Раздражающий электрод, предназначенный для прямой стимуляции коры, устанавливался на расстоянии 1—2 мм от макроэлектрода. На рис. 1, А и Б показаны МОП, вызванный прямой стимуляцией коры, и МОП<sub>но</sub>, возникший в результате нанесения одиночного стимула на ВПЛ. Дендритный потенциал, предшествовавший МОП, и первичный ответ, предшествовавший МОП<sub>но</sub>, приняли форму пика из-за медленной развертки луча осциллографа. Обычно между дендритным потен-

диалом и МОП есть положительное колебание, которое рассматривается как отражение возбуждения элементов глубоких слоев коры. Из рис. 1, А и Б видно, что амплитуда МОП была равна 1,5 мВ, а  $МОП_{по}$  — 1,1 мВ. Амплитуда потенциала, возникшего при одновременном нанесении стимулов на поверхность коры и ВПЛ, составила 2,2 мВ (рис. 1, В), т. е. она была меньше алгебраической суммы амплитуды МОП и  $МОП_{по}$ .

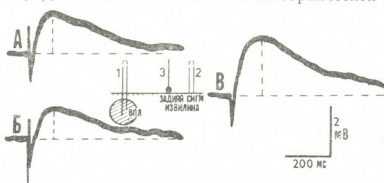


Рис. 1. Медленные отрицательные потенциалы, возникающие при изолированном и одновременном нанесении стимулов на поверхность коры и на ВПЛ. Схема расположения электродов показана в центре рисунка: 1 — раздражающий электрод, введенный в ВПЛ, 2 — раздражающий электрод, установленный на поверхности коры; 3 — отводящий макроэлектрод. А — МОП прямого ответа коры; Б —  $МОП_{по}$  в ответ на раздражение ВПЛ; В — ответ, возникший при одновременном нанесении стимулов через электроды 1 и 2

литуды МОП и  $МОП_{по}$ , вызываемых изолированным раздражением указанных структур (2,6 мВ), на 0,4 мВ. Таким образом, в описанных выше опытах наблюдался эффект, напоминающий явление окклюзии.

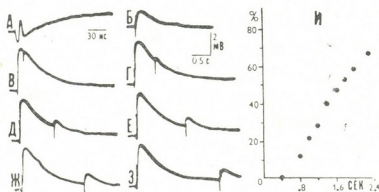


Рис. 2. Изменения медленного отрицательного потенциала, вызываемого раздражением ВПЛ на фоне медленного отрицательного потенциала прямого ответа коры: А и Б — первичный ответ и  $МОП_{по}$  при быстрой и медленной развертке луча; В—З — сочетания  $МОП_{по}$  с МОП с различными интервалами; В — интервал между стимулами, наносимыми на кору и ВПЛ 0,2 с; Г — 0,5 с; Д — 0,8 с; Е — 1,5 с; Ж — 1,7 с; З — 2,3 с; И — график зависимости степени угнетения  $МОП_{по}$  от интервала между стимулами, наносимыми на кору и ВПЛ, абсцисса — интервалы между стимулами, с; ордината — значения  $МОП_{по}$ , % от его фонового значения

В другой серии опытов  $МОП_{по}$  вызывался вслед за МОП с различными интервалами. Изменения первичного ответа на фоне МОП



были описаны ранее [8, 9]. На рис. 2,А и Б показаны первичный ответ и следующий за ним  $МОП_{по}$ , зарегистрированные при быстрой и медленной развертке. Из рис. 2,В видно, что  $МОП_{по}$  был полностью подавлен, когда стимул на ВПЛ наносился спустя 200 мс после вызова МОП. Положительная фаза первичного ответа (она видна на вершине МОП в виде положительного пика) при этом была четко выражена. Восстановление  $МОП_{по}$  происходило параллельно со спадом МОП и длилось более 2 с. Данные этих опытов показаны в виде графика на рис. 2, И. Таким образом, возникновение МОП приводит к угнетению  $МОП_{по}$ . Аналогичная картина наблюдалась и в том случае, когда последовательность нанесения стимулов была обратной, т. е. когда МОП вызывался вслед за  $МОП_{по}$ .

Из представленных выше опытов видно, что МОП и  $МОП_{по}$  четко взаимодействуют друг с другом. Длительное (порядка нескольких секунд) подавление генерации  $МОП_{по}$  трудно объяснить, если исходить из положения, что МОП есть дипольное отражение ТПСР пирамидных нейронов, так как показано, что длительность ТПСР, вызываемого прямым раздражением коры, не превышает нескольких сот миллисекунд [1, 7]. Следовательно, угнетение  $МОП_{по}$  на фоне МОП обусловлено иной причиной. Было показано, что МОП [2] и  $МОП_{по}$  [6] положительно коррелируют с изменениями внеклеточной концентрации ионов калия. Можно предположить, что описанные в данной работе изменения медленных отрицательных потенциалов обусловлены изменениями калиевых сигналов. Применение калийселективных микроэлектродов может дать возможность экспериментальной проверки этого предположения.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт физиологии  
им. И. С. Бериташвили

(Поступило 29.4.1983)

აღაგინისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ი. ოჩიაიშვილი

სომატოსენსორული ძერძის პირდაპირი და თალამუსის ვკლ ბირთვის გაღიზიანებით აღმოცენებული ნელი უარყოფითი პოტენციალების ურთიერთკავშირის შესახებ

რეზიუმე

შევავე ცდები ჩატარდა ღრმა ანესტეზიაში მყოფ კატებზე. თალამუსის ვკლ ბირთვისა და სომატოსენსორული ძერძის ერთდროულმა, ერთჯერადად გაღიზიანებამ გამოიწვია ნელი უარყოფითი პოტენციალის აღმოცენება. ამ პოტენციალის ამპლიტუდა უფრო ნაკლები იყო, ვიდრე აღნიშნული სტრუქტურების იზოლირებული გაღიზიანების შედეგად აღმოცენებული ნელი უარყოფითი პოტენციალების აღგებრული ჯამი. ძერძის გაღიზიანებით აღმოცენებული ნელი უარყოფითი პოტენციალის ფონზე ითარგუნებოდა თალამუსის გაღიზიანებით გამოწვეული პასუხი და პირიქით.

I. V. OCHERASHVILI

 INTERACTION OF SLOW NEGATIVITIES OF THE SOMATOSENSORY  
 CORTEX EVOKED BY ITS DIRECT STIMULATION AND THALAMIC  
 VPL NUCLEUS STIMULATION

## Summary

Acute experiments were carried out on cats under deep anaesthesia. The amplitude of a slow negativity (SN) evoked by simultaneous application of single stimuli to the surface of the cortex and VPL was smaller than the algebraic sum of SN evoked by isolated stimulation of these structures. SN evoked by VPL stimulation was depressed against the background of SN of a direct response, and vice versa.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. И. Ройтбак, В. В. Фанарджян, Д. С. Мелконян, А. А. Мелконян. *Нейрофизиология*, 14, № 1, 1982, 76—84.
2. А. И. Ройтбак, И. Махек, В. Павлик, А. В. Бобров, И. В. Очерашвили. *Нейрофизиология*, 12, № 5, 1980, 459—463.
3. А. И. Ройтбак. В кн.: «Современные проблемы физиологии и патологии нервной системы». М., 1965.
4. И. В. Очерашвили. *Сообщения АН ГССР*, 100, № 3, 1980, 657—660.
5. И. В. Очерашвили. *Матер. III конф. молодых физиол. Закавказья*. Ереван, 1981, 189—193.
6. И. В. Очерашвили, А. И. Ройтбак, А. В. Бобров, Р. Г. Капель. *Нейрофизиология*, 15, № 2, 1983, 192—194.
7. Т. Ш. Лабахуа, Г. Л. Бекая, В. М. Окуджава. *Нейрофизиология*, 14, № 2, 1982, 115—121.
8. А. И. Ройтбак. В кн.: «Рефлексы головного мозга». М., 1965.
9. И. В. Очерашвили. *Изв. АН ГССР, сер. биол.*, 8, № 2, 1982, 94—99.



ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Т. А. НАТИШВИЛИ, Н. И. СИХАРУЛИДZE, А. И. КАДАГИШВИЛИ

О ВОЗМОЖНОСТИ ОБУЧЕНИЯ ПИЩЕВОМУ ПОВЕДЕНИЮ  
С ОДНОЙ ПРОБЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурадзе 29.4.1983)

Психологов и исследователей поведения животных с давних пор привлекали такие наблюдения, которые как бы говорили в пользу наличия у животных определенных форм деятельности мозга, не сводимых к выработке классических или инструментальных условных рефлексов [1—6]. В частности, не раз обращалось внимание на возможность выработки некоторых форм приобретенного поведения так сказать с ходу, после однократного сочетания условных и безусловных стимулов; такого рода приобретенные реакции в разное время разными исследователями обозначались по-разному: «ага-реакция» [1], «инсайт» [2], «казуальный условный рефлекс» [5], «условная аверсивная реакция» и т. д. Уже само разнообразие названий указывает на разнообразие интерпретаций, предлагавшихся разными исследователями для обозначения соответствующих форм деятельности мозга.

В данной работе нам бы хотелось остановиться не столько на интерпретационном аспекте феномена «обучения с одной пробы» (ООП), сколько на экспериментально возможно более «чистом» доказательстве наличия ООП в области пищевого поведения. Судя по имеющимся данным, ООП в области оборонительного поведения (т. н. реакция «пассивного избегания») не вызывает никаких сомнений, тогда как наличие ООП в области пищевого поведения часто критиковалось исходя из методических предпосылок [6, 7].

Поэтому мы решили исследовать этот вопрос заново, с применением этологических критериев пищевого поведения, по следующей принципиальной схеме.

Животное помещалось в однородную экспериментальную ситуацию — выкрашенный серым цветом экспериментальный ящик размером  $60 \times 42 \times 40$  см<sup>3</sup>; крыша ящика, выкрашенная в серый цвет, имеет небольшое отверстие, через которое ведется наблюдение за поведением животного. Опыты ставились на белых лабораторных крысах. Регистрировались следующие категории поведения: 1) обнюхивание, 2) локомоция, 3) релаксация, 4) вертикальная поза, 5) груминг, 6) ползание. Эти категории поведения были сведены в специальную таблицу. За поведением крыс велось ежедневное (кроме воскресенья) наблюдение двумя экспериментаторами, которые представляли в соответствующих столбцах таблицы значки «+» или «-» в зависимости от наличия или отсутствия соответствующих категорий поведения, на которые был разбит 15-минутный период наблюдения. Описанная процедура наблюдения и регистрации поведения велась на голодных животных в одно и то же время суток (11 часов утра). Свою обычную порцию пищи (3,5—4 г смоченного молоком хлеба) животные получали лишь по окончании наблюдения, после их перевода в «домашние» клетки. Наблюдение за поведением животных велось до достижения определенного критерия «привыкания» к экспериментальной ситуации — в течение 5 последовательных дней поведение живот-



ных должно было оставаться стабилизированным (отклонение от среднего для каждой из подопытных крыс по каждой категории поведения не должно было превышать трех стандартных ошибок).

На следующий день после достижения указанного критерия в экспериментальную ситуацию вводился пищевой раздражитель — небольшой шарик смоченного молоком хлеба весом 500 мг. После поедания этого шарика («одна проба» для обучения пищевому поведению) животное сразу же вводилось из экспериментальной ситуации и помещалось в «домашнюю» клетку. Наблюдения за поведением животных в экспериментальной ситуации возобновлялись на следующий день и велись в то же время и по той же схеме, что и до введения пищевого раздражителя. Разумеется, пищевой раздражитель в этом случае отсутствовал.

Поведение крыс до и после однократного приема пищи в экспериментальной ситуации. В клетках таблицы даны средние значения величин для каждой из категорий поведения. Эти средние получаются путем подсчета количества «+» для данной категории поведения в течение 5-дневных периодов до однократного кормления (без скобок) и после него (в скобках)

Категории поведения	Подопытные животные			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Обнюхивание	18 (38)	29 (42)	28 (40)	24 (42)
Вертикальная поза	1 (1)	3 (5)	10 (11)	7 (10)
Локомоция	10 (23)	11 (25)	17 (30)	16 (31)
Релаксация	26 (10)	15 (6)	4 (0)	16 (8)
Аутогруминг	10 (13)	9 (12)	9 (6)	14 (13)
Ползание	7 (9)	11 (12)	22 (20)	13 (2)

Результаты опыта в суммарном виде представлены в таблице. Можно видеть, что после однократного восприятия пищи в экспериментальной ситуации поведение животных претерпело существенную модификацию — различие между суммарной этограммой до такого восприятия и после такого восприятия значимо на уровне 0,001 по критерию Манна—Уитни. При этом обращает на себя внимание тот факт, что после разового восприятия пищи в этограмме повысился удельный вес тех категорий поведения, которые характерны для поиска пищи.

Полученные данные можно интерпретировать двояко, причем обе эти интерпретации не исключают, а взаимно дополняют друг друга. Во-первых, можно считать, что после первого же восприятия пищи в данной ситуации у животных формируется «классический условный драйв-рефлекс пищи» (согласно [3]), который, по нашим данным, сохраняется по крайней мере в течение суток. Во-вторых, с точки зрения известной концепции И. С. Бериташвили [4], можно считать, что после однократного поедания пищи в данной ситуации у животного формируется образ наличия пищи в данной ситуации. Репродукция

этого образа при повторном попадании животного в ту же обстановку приводит к активации двигательных механизмов и соответствующего эмоционального состояния, что хорошо проявляется в характере этограмм, полученных после однократного поедания пищи в данной ситуации.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 29.4.1983)

აღმნიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

თ. ნათიშვილი, ნ. სიხარულიძე, ა. კადაგიშვილი

კვებითი ძვევის დასწავლის შესაძლებლობის შესახებ ერთჯერად სინჯში

რეზიუმე

ცდები ჩავატარეთ თეთრ ლაბორატორიულ ვირთაგვებზე შემდეგი სქემით: ე. წ. „ღია ველის“ ტიპის სპეციალურ ექსპერიმენტულ სიტუაციაში ცხოველის ქცევა დეტალურად რეგისტრირდებოდა ყოველდღე ერთსა და იმავე დროს 15 წუთის განმავლობაში. დროის ეს პერიოდი დაყოფილი იყო ერთწუთიან ინტერვალებად, რომლის დროსაც უწყვეტად რეგისტრირდებოდა ეთოგრამა, შემდგარი ქცევის შემდეგი კატეგორიებისაგან: 1) ყნოსვა, 2) ლოკომოცია, 3) ვერტიკალური დგომა, 4) რელაქსაცია, 5) აუტოგრუმინგი, 6) ხოხვა. ეთოგრამების შედარებამ გვიჩვენა, რომ ერთჯერადი კვებისას აღმოცენებული მეხსიერების კვალი შენარჩუნებულია არანაკლებ 24 საათის განმავლობაში, რაც ადასტურებს „ერთჯერადი დასწავლის“ ფენომენის არსებობას კვებითი მოტივაციის სფეროში.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

T. A. NATISHVILI, N. I. SIKHARULIDZE, A. I. KADAGISHVILI

## ON THE FEASIBILITY OF ONE-TRIAL LEARNING OF FOOD-SEEKING BEHAVIOR

### Summary

In an experimental situation resembling the "open field", rat behavior was recorded—using ethological criteria—everyday at one and the same time during 15-minute periods of observation. These periods were divided into 1-minute intervals during which ethograms involving the following patterns of behavior were continuously recorded: 1. sniffing, 2. locomotion, 3. vertical posture, 4. relaxation, 5. autogrooming, 6. crawling.

Ethograms were made 5 days prior to a single perception and intake of food in the given experimental situation and for 5 days after such perception. Comparison of these ethograms showed that the memory trace of a single food intake may be stored for at least 24 hours. The data supports the presence of phenomenon of "one-trial learning" in food seeking behavior.



## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Келер. Исследования интеллекта человекоподобных обезьян. М., 1930.
2. Ю. Конопский. Интегративная деятельность мозга. М., 1970.
3. Р. Хайнд. Поведение животных. М., 1975.
4. И. С. Беритов. Нервные механизмы поведения высших позвоночных животных. М., 1961.
5. Э. А. Асратян. Очерки по высшей нервной деятельности. Ереван, 1977.
6. Б. Х. Гуревич. Движения глаз как основа пространственного зрения и как модель поведения. Л., 1971.
7. И. С. Беритов. Структурные и функциональные основы высшей нервной деятельности. М., 1962.



М. А. ЦАРЦИДZE, Б. А. ЛОМСАДZE

## МОДЕЛЬ СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ МЕМБРАН ЛИЗОСОМ ОПУХОЛИ, ИНДУЦИРОВАННОЙ БЕНЗ(а)ПИРЕНОМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. Н. Нуцубидзе 17.2.1983)

Биологические мембраны организованы из белок-белковых и липид-белковых надмолекулярных комплексов. Повреждающий фактор, вторгаясь в такую организованную систему, вызывает изменение конформации составляющих ее субстратов, тем самым изменяя функциональную активность биомембран. Повреждения такого типа усугубляются, если данный фактор химически взаимодействует с био-субстратом мембран. Одним из таких повреждающих факторов являются канцерогенные полициклические углеводороды (ПАУ), которые, попадая в организм, вызывают малигнизацию клеток.

Экспериментальные исследования, проведенные в целях изучения структуры и функции лизосом при химическом канцерогенезе, выявили важные закономерности, проливающие свет на некоторые стороны механизмов функционирования мембран лизосом. Поэтому целью наших экспериментов являлось построение модели структурной организации мембран лизосом опухоли, индуцированной бенз(а)пиреном.

Лизосомы печени и опухоли крыс выделяли по методу [1, 2]. Активность кислой фосфатазы определяли согласно работе [2]. Изучали также изменение общего количества холестерина [3], степени поляризации флуоресценции АНС [4] и времени вращательной корреляции спин-зонда [5] в лизосомах.

Анализ изменений в липидах мембран лизосом трансплантируемых и индуцированных бенз(а)пиреном опухолей выявляет особые закономерности. При сопоставлении количественных изменений фосфолипидов с изменением уровня холестерина в мембранах лизосом при обоих типах опухолей выявлено, что уменьшение количества специфических для связывания холестерина фосфолипидов (сфингомиелин, фосфатидилхолин, фосфатидэтаноламин) вызывает уменьшение количества холестерина в мембранах лизосом опухоли, индуцированной бенз(а)пиреном, а в лизосомах карциномы Герена с их увеличением уровень холестерина повышается (см. таблицу).

Эти изменения находятся в тесной взаимосвязи с изменением активности кислой фосфатазы. Рассмотрение полученных экспериментальных данных показывает противоположный характер изменения седиментируемой активности кислой фосфатазы лизосом трансплантируемых и индуцируемых бенз(а)пиреном опухолей. В лизосомах карциномы Герена седиментируемая активность фермента увеличена, при этом увеличено количество холестерина и холестерин-связывающих фосфолипидов. В лизосомах опухоли, индуцированной бенз(а):пиреном, активность фермента угнетена, одновременно уменьшено количество холестерина и холестерин-связывающих фосфолипидов (таблица). Причиной таких изменений активности фермента могут быть изменения количества липидов мембран, а также их текучести. Так, нами установлена связь между изменениями латентности ферментов лизосом и текучести их мембран. С увеличением текучести мембран





лизосом латентность фермента уменьшается. Такие же результаты получены и другими авторами: уменьшение количества холестерина в мембранах лизосом приводит к уменьшению активности их ферментов [6]. Обнаружено также, что с увеличением латеральной подвижности мембраны увеличивается их проницаемость [7].

Изменение количества общего холестерина (мкг/мг белка), седиментируемой активности кислой фосфатазы (Р нМ/мин/мг белка), степени поляризации флуоресценции (отн. ед.) АНС (Р) и времени вращательной корреляции спин-зонда ( $10^{-10}$  сек) в лизосомах, а также процентного содержания холестерин-связывающих фосфолипидов в общей фракции липидов лизосом интактных крыс и крыс-опухоленосителей

Физико-химические параметры	Лизосомы печени интактных крыс	Опухоль/карцинома Гейера, 15-й день после перевивки	Опухоль, индуцированная бензпиреном, 130-й день после введения
Суммарное количество холестерин-связывающих фосфолипидов	$66,3 \pm 1,4$	$71,6 \pm 2,3$	$48,3 \pm 1,8$
Холестерин	$67,8 \pm 1,0$	$105,6 \pm 1,2$	$22,9 \pm 0,6$
Кислая фосфатаза	$49,0 \pm 3,0$	$76,0 \pm 2,2$	$33,0 \pm 3,0$
Время вращательной корреляции спин-зонда	$0,1 \pm 0,012$	$0,5 \pm 0,023$	—
Р	$0,11 \pm 0,01$	—	$0,023 \pm 0,006$

Показанная нами взаимосвязь между изменениями текучести, количества общего холестерина и активности кислой фосфатазы мембран лизосом, как уже отмечалось выше, обусловлена особенностями их строения.

Электронно-микроскопическими исследованиями препаратов плазматических мембран выявлены новые возможные структурной организации, при которых слой мембраны образованы глобулами или мицеллами. Этими структурными единицами должны быть либо белковые молекулы, погруженные в липидную массу, либо липидные молекулы, погруженные в белковую матрицу [8].

В дальнейшем Люси предложил модель строения мембран, согласно которой в них одновременно сосуществуют два типа мембран: бислойный и мицеллярный [9]. Они находятся в динамическом равновесии. С нарушением равновесия нарушается проницаемость мембран: бислойный тип понижает, а мицеллярный тип повышает ее.

Существование в биологических мембранах внутримембранных частиц липидной природы, которые представляют собой вывернутые мицеллы, показано в работе [10]. Обращенные липидные мицеллы в биологических мембранах обнаружены также Круифом и соавторами [11], которые утверждают, что регуляторное действие липидов на функционирование биологических мембран обусловлено их полиморфизмом [12]. Анализ наших экспериментальных данных позволяет предположить, что полиморфизм липидов лизосом является причиной изменения функциональной активности мембран лизосом при химическом канцерогенезе.

Поэтому, исходя из результатов наших экспериментов, согласно которым текучесть и проницаемость мембран лизосом в период индук-

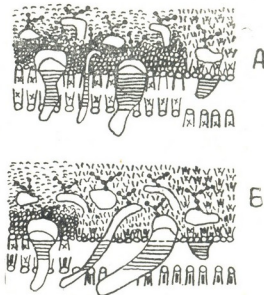


ции опухоли, а также при опухолевом росте повышена, оказывается возможным предложить модель структурных изменений лизосом при экспериментальном канцерогенезе.

Согласно нашей модели, в мембранах интактных лизосом липиды имеют бислойное строение и только меньшая часть липидов находится в виде обращенных мицелл (рис. 1,А). Под влиянием канцерогенного ПАУ нарушается равновесие между мицеллярной структурой и бислоем липидов. Гарден также наблюдал переход из жидкокристаллической ламеллярной фазы в гексагональную фазу в водных дисперсиях фосфатидилэтаноламина из яичного желтка [13]. При этом конформационная подвижность жирнокислотных цепей фосфолипидов была увеличена.

Рис. 1. Модель молекулярной организации мембран лизосом: А — бислойный тип мембран, в котором меньшая часть липидов находится в виде обращенной гексагональной фазы; Б — модифицированная канцерогенным ПАУ мембрана, в которой обращенная гексагональная фаза липидов преобладает над ламеллярной. Обозначения: ◊ — фосфолипиды; □ — белки; ⋯ — углеводы; Х — холестерин; ■ — ПАУ

Заштрихованная часть белков показывает липид-белковые взаимодействия в мембранах



В модифицированной мембране лизосом (рис. 1,Б) ПАУ, вытесняя холестерин, занимает его место в жирнокислотных цепях фосфолипидов и изменяет ряд физико-химических свойств мембран: уменьшается количество холестерина и увеличивается текучесть липидов мембран лизосом. Согласно данным Люси, проницаемость мицеллярного типа мембран увеличена. Мы, под влиянием ПАУ, также наблюдали выход гидрологических ферментов из лизосом (увеличение проницаемости мембран).

Исходя из этого, мы предполагаем, что при действии канцерогенного ПАУ на мембрану лизосом происходит переход липидов мембран из ламеллярной фазы в обращенную гексагональную фазу с увеличением проницаемости и текучести мембран.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 25.2.1983)

ბიოქიმიკა

მ. ცაგვიძე, ბ. ლომსაძე

ბენზ(ა)პირენით ინფიცირებული ვირთაგვის სიმსივნის ლიზოსომათა მემბრანების სტრუქტურული ორგანიზაციის მოდელი

რეზიუმე

მოწოდებულია ინტაქტური ლიზოსომის მემბრანის აგებულების მოდელი, რომლის თანახმადც მემბრანაში ლიპიდებს აქვთ ბიურის სტრუქტურა და მხოლოდ მათი მცირე ნაწილი იმყოფება ამობრუნებული მიცელების სახით. ბენზ-

(ა)პირენით ინდუცირებული სიმსივნის ლიზოსომის მემბრანაში ამობრუნებული მიცელების პექსაგონალური ფაზის წილი იზრდება, რაც იწვევს მემბრანის განვლადობისა და დენადობის ზრდას.

BIOCHEMISTRY

M. A. TSARTSIDZE, B. A. LOMSAZDE

A MODEL OF LYSOSOMAL MEMBRANE STRUCTURAL ORGANIZATION  
IN TUMOURS INDUCED BY BENZO(A)PYRENE

Summary

A model of lysosomal membrane structural organisation in tumours induced by benzo(a)pyrene is considered. According to this model in intact lysosomal membrane only a smaller amount of lipids is present in the form of inverted micelles, while the rest has a bilayer structure. Under the influence of benzo(a)pyrene transition of lamellar liquid-crystalline phase of lipids in reversed hexagonal phase occurs. Along with this there is an increase of the permeability and fluidity of lysosomal membrane.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. H. Ragab *et al.* Biochim. Biophys. Acta, 148, 1967, 501-505.
2. F. Appelmans, C. de Duve. Biochem. 59, 1955, 426.
3. S. M. Johnson. Anal. Biochem., 95, № 2, 1979, 344.
4. Г. Е. Добрецов. Итоги науки и техники, Биофизика, т. 4. М., 1975, 86—132.
5. О. С. Джишкариანი, Н. Г. Котрикадзе, М. А. Царцидзе, Б. А. Ломсадзе. Труды Тбилисского гос. ун-та, 192, 1977, 31—40.
6. Y. S. Kwak *et al.* Exp. and Mol. Pathol., 25, № 2, 1976, 131-141.
7. S. Marcelja, I. Wolfe. Biochim. Biophys. Acta, 557, № 1, 1975, 24-31.
8. A. Lysu, A. Glauert. J. Mol. Biol., 8, 1964, 727-732.
9. A. Lysu. In: Biological Membranes. D. Chapan, ed. London, Amsterdam Press, 1968, 233-288.
10. P. H. Ververgaert, A. J. Verkleif. In: Electron Microsc., 1978. 9th Int. Congr. Electron Microsc., Toronto. 1978, vol. 2. Toronto, 1978, 154-155.
11. B. de Kruijff *et al.* Trends Biochem. Sci., 5, 1980, 79.
12. P. R. Cullis, B. de Kruijff. Biochim. Biophys. Acta, 559, 1979, 399-420.
13. P. D. Hardman. Eur. J. Biochem., 124, № 1, 1982, 95-101.



Р. Ф. КУРАШВИЛИ

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТА АМИЛОРИЗИНА Г20Х В СЫРОДЕЛИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. И. Квеситадзе 31.1.1984)

Значительный дефицит сычужного фермента требует поиска его заменителей как животного, так и микробного происхождения [1].

Наибольшее внимание при этом уделяется ферментным препаратам микробного происхождения, поскольку сырье для их получения практически не ограничено. Препятствием для их широкого внедрения в производство является их излишне высокая способность к неспецифическому протеолизу [2]. Однако при производстве рассольных сыров высокая протеолитическая активность микробных протеаз вряд ли будет служить серьезным препятствием для их использования ввиду высокой концентрации соли, являющейся ингибитором протеаз, или же незначительного срока созревания указанных сыров.

Ранее была доказана возможность применения препаратов протомезентерина Г20Х и мукора при производстве рассольных сыров [3]. Тем не менее, указанные препараты не производятся в промышленном масштабе. Поэтому в предлагаемой серии экспериментов нами были проведены выработки сыра сулугуни с препаратом амилоризином Г20Х, обладающим, помимо амилитической, также заметной молокосвертывающей активностью.

В процессе эксперимента определялись общие химико-технологические параметры по Г. С. Инихову и Н. П. Брио [4], общее содержание микрофлоры по Н. Н. Богданову [5], свободные аминокислоты по В. И. Звягинцеву и др. [6]. Гель-фильтрация водорастворимой фракции проводилась по известному методу.

При изучении технологических параметров выработки сыра сулугуни не было отмечено сколько-нибудь заметных различий между сырами, изготовленными с сычужным ферментом и амилоризином Г20Х (табл. 1)

Таблица 1

Влияние амилоризина Г20Х на основные технологические параметры выработки сыра сулугуни

Технологические показатели		Препараты	
		Сычужный фермент	Амилоризин Г20Х
Количество фермента,	Г/100 л	2,3	1,7
Длительность свертывания,	мин	30	29
Продолжительность обработки сырного зерна	мин.	20	20
Кислотность сырной массы перед чеддаризацией,	°Т	86	80,5
Кислотность сырной массы после чеддаризацией.	°Т	147	147
Кислотность сыра после плавления,	°Т	121	121



При определении некоторых химических показателей готового сыра не было обнаружено значительных различий между контрольными и опытными сырами (табл. 2).

Таблица 2

Некоторые химические показатели сыра сулугуни, выработанного с сычужным ферментом и амилоризином Г20Х

Препараты	Показатели				
	pH	Жир, %	Влага, %	Соль	Молочный сахар, %
Сычужный фермент	5,45	44,3	53,2	4,40	0,11
Амилоризин Г20Х	5,40	44,3	53,0	4,45	0,09

Обращает на себя внимание лишь небольшое уменьшение содержания в опытных сырах молочного сахара, что может быть связано с определенной интенсификацией молочнокислого брожения за счет увеличения содержания микрофлоры. Это было подтверждено далее специальным анализом.

Таблица 3

Содержание микрофлоры (млн/г) в сыре сулугуни, выработанном с сычужным ферментом и амилоризином Г20Х

Препараты	Сроки анализов			
	Зерно	После чедаризации	После плавления	Через 5 дней
Сычужный фермент	320	2320	990	130
Амилоризин Г20Х	270	2540	1100	145

Значительных различий не было выявлено и в результатах по гель-фильтрации водорастворимой части контрольных и опытных сыров (рис. 1).

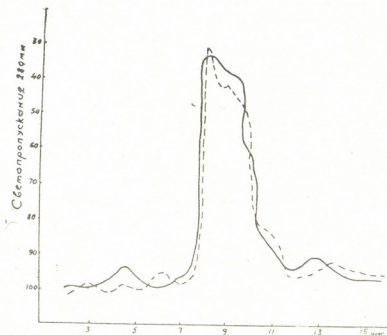


Рис. 1. Профиль элюции водорастворимой фракции сыра сулугуни на биогеле р-4, полученного при помощи сычужного фермента (—) и амилоризина Г20х (---)

Однако при анализе содержания свободных аминокислот в контрольном и опытном сырах отмечалось отчетливое увеличение в последних аспарагиновой и глутаминовой кислот, лейцина, валина и фенилаланина. Различие в содержании остальных аминокислот было несущественным (табл. 4).

Все указанные изменения не повлияли в конечном счете на органолептические достоинства готовой продукции (табл. 5).



На основании вышесказанного можно сделать следующие выводы: применение препарата амилоризина Г20Х при производстве сыра су-

Таблица 4

Содержание некоторых свободных аминокислот (мг%) в сыре сулугуни, выработанном с сычужным ферментом и амилоризином Г20Х

Аминокислоты	Сычужный фермент	Амилоризин Г20Х
Аспарагиновая кислота	0,073	0,124
Треонин	0,272	0,315
Серин	следы	следы
Глутаминовая кислота	0,352	0,409
Пролин	0,095	0,092
Глицин	0,027	0,039
Аланин	0,368	0,397
Гомоцистеин	0,011	0,011
Цистин	0,135	0,143
Лейцин	0,095	0,164
Тирозин	0,033	0,029
Фенилаланин	0,159	0,248
Валин	0,037	0,112
Изолейцин	0,114	0,135

лугуни не вызывает значительных изменений в химико-технологических параметрах его выработки; органолептические показатели сыров, из-

Таблица 5

Сравнительная характеристика органолептических показателей сыров сулугуни, выработанных с сычужным ферментом и амилоризином Г20Х

Препараты	Оценка, баллы			Общий балл
	Вкус и запах	Консистенция	Рисунок	
Сычужный фермент	Удовлетворительный 38	Хорошая 24	9	91
Амилоризин Г20Х	Хороший 39	Хорошая 24	9	92

готовленных с амилоризином Г20Х, существенно не отличаются от органолептических показателей обычных сычужных сыров.

Могилевский технологический институт

(Поступило 3.2.1984)

ბიომიონი

#### რ. უსრაშვილი

ფერმენტული პრეპარატის „ამილორიზინი Г20Х“-ის გამოყენება ყველის წარმოებაში

#### რეზიუმე

სამუშაოში შესწავლილია ფერმენტული პრეპარატის „ამილორიზინი Г20Х“-ის ყველის წარმოებაში გამოყენების შესაძლებლობა, როგორც დეფიციტური მაჰიკის ფერმენტის შემცველი. კვლევის შედეგად დადგენილია, რომ ყოველი დამზადებული „ამილორიზინი Г20Х“-ის შედეგად არ ჩამოუვარდება ხარისხით მაჰიკის ფერმენტით დამზადებულ ყველს.

R. Ph. KURASHVILI

APPLICATION OF THE ENZYME PREPARATION "AMILORIZIN  
G 20X" IN CHEESE-MAKING INDUSTRY

## Summary

The possibility of applying the enzyme preparation "Amilorizin G20X" in cheese-making industry instead of the traditionally used and deficit enzyme preparation rennin has been investigated. Cheese prepared with "Amilorizin G20X" was found to have the same quality as its counterpart prepared with rennin.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Звягинцев, Е. Г. Сергеева, Л. В. Гудков. Прикл. биохим. и микробиол., № 7, 259, 1971.
2. V. Behnke. Milchwissenschaft, № 9, 563, 1967.
3. В. И. Звягинцев, Л. К. Кадеишвили. Пищевая технология, № 1, 1976.
4. Г. С. Инихов, Н. П. Брио. Методы анализа молока и молочных продуктов. М., 1971.
5. В. И. Богданов. Микробиология молока и молочных продуктов. М., 1969.
6. В. И. Звягинцев, И. П. Бузов, А. Н. Белов. Труды ВНИИМС, вып. XI, 1972.
7. И. И. Климовский, В. И. Звягинцев, А. В. Гудков. Молочная промышленность, № 5, 27, 1969.



МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

Т. И. АЛЕКСИДЗЕ, Л. Л. КВАЧАДЗЕ

БИОСИНТЕЗ ЦЕЛЛЮЛАЗ *ASPERGILLUS TERREUS*  
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. И. Квеситадзе 4.4.1984)

Способность продуцировать целлюлолитические ферменты встречается среди микроорганизмов различных таксономических групп. Однако состав и активность отдельных компонентов целлюлазных комплексов значительно варьируют в зависимости от вида продуцента и условий культивирования [1—3]. Наиболее активно образуют целлюлолитические ферменты микроскопические грибы, выделяя их в окружающую среду. Активные продуценты целлюлаз найдены среди представителей родов *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Penicillium* и др. [4—6].

В последние годы значительно возрос интерес исследователей к термофильным микроорганизмам — продуцентам ферментов. Как известно, эти микроорганизмы способны быстро развиваться в условиях высоких значений температур и образуемые ими ферменты, как правило, термостабильны в сравнении с их мезофильными аналогами [7—9].

Цель настоящей работы — отбор активного термофильного продуцента целлюлаз и оптимизация условий его культивирования.

Для выявления активного продуцента целлюлаз исследовано более 600 культур микромицетов, относящихся к родам *Mucor*, *Rhizopus*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Trichothecium*, *Alternaria*, *Helminthosporium*, *Fusarium*, *Allescheria*, *Malbranchea*, *Sporotrichum*.

Большинство культур выделено из почв и растительных субстратов различных почвенно-климатических зон Грузии. Для получения внеклеточных целлюлаз суспензию конидий грибов засекали в модифицированную жидкую питательную среду Чапека—Докса следующего состава (%): сено — 2,  $\text{NaNO}_3$  — 0,3,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  — 0,2,  $\text{MgSO}_4$  — 0,05, кукурузный экстракт — 1,5, рН среды — 4,5.

Культуры грибов выращивали глубинным способом при 40° в конических колбах емкостью 750 мл на качалке, имеющей 180—220 об/мин. В качестве посевного материала использовали суспензию конидий 10-суточных культур грибов, выращенных на среде Чапека—Докса. По истечении времени культивирования биомассу грибов отделяли фильтрованием и в фильтрах определяли активности эндоглюканазы и целлобиазы по А. А. Клесову и др. [10].

В результате проведенной работы отобраны 24 штамма термофильных микромицетов — продуцентов целлюлаз. В табл. 1 указаны наиболее активные из них.

Для дальнейшей работы отобран штамм *A. terreus* 17P, который обладал наиболее высокой эндоглюканазной активностью по сравнению с другими штаммами. С учетом свойств изменчивости микроорганизмов нами изучена естественная изменчивость *A. terreus* 17P. Отобранный самый активный по эндоглюканазе культурально-морфологический вариант отобран ультрафиолетовыми лучами, в результате чего получен мутантный штамм *A. terreus*, у которого повышена ак-



тивность эндоглюканазы в 2,5 раза по сравнению с исходной культурой.

Как известно, большинство факторов внешней среды оказывает решающее влияние на характер метаболизма клетки. В связи с этим одним из путей синтетической способности клетки без изменения ее генетического аппарата является регуляция процессов синтеза с помощью условий культивирования.

Таблица 1

Активность целлюлаз глубинных культур термофильных микромицетов

№	Наименование штамма	Активность, ед/мл		
		КМЦазная	целлобиазная	по фильтровальной бумаге
1	<i>Aspergillus terreus</i> —17 P	3,68	0,20	0,21
2	<i>Sporotrichum pulverulentum</i>	2,89	0	0,3
3	<i>Aspergillus versicolor</i>	2,0	0	2,3
4	<i>Aspergillus wentii</i>	1,42	0	1,8
5	<i>Allescheria terrestris</i>	0,9	0,13	0,31
6	<i>Sporotrichum thermophilus</i>	1,2	0,018	0,2
7	<i>Chaetomium</i> sp.	1,2	0,04	0,3
8	<i>Malbranchea</i> sp. 001	2,0	0,05	1,4
9	<i>Allescheria</i> sp. 62061	1,13	0,1	0,68
10	<i>Allescheria</i> sp. 62243	1,6	0,07	0,125

Температура существенно влияет на рост и физиологические свойства микроорганизмов. С целью выявления оптимальной температуры для биосинтеза целлюлаз мутанта *A. terreus* выращивание проводили при разных температурах. Полученные результаты показали, что наиболее активное накопление ферментов имеет место при 40° (табл. 2). Поэтому в дальнейшем культивирование гриба проводили при 40°.

Таблица 2

Влияние температуры культивирования на биосинтез целлюлаз грибом *A. terreus* (мутант)

№	Температура, °С	Активность, ед/мл		
		КМЦазная	целлобиазная	по фильтровальной бумаге
1	25	3,49	0,19	0,16
2	30	6,99	0,23	0,27
3	35	8,21	0,29	0,31
4	40	10,55	0,31	0,35
5	45	7,15	0,23	0,17
6	50	4,05	0,17	0,08

Кислотность среды (pH) также существенно влияет на характер обмена веществ и образование метаболитов. С целью выяснения оптимального значения pH питательной среды, при котором мутант *A. terreus* хорошо развивается и активно накапливает целлюлолитические ферменты, проведены опыты на указанной модифицированной среде Чапека—Докса при различных значениях pH среды. Как видно из табл. 3, оптимальной начальной реакцией среды для образования эндоглюканазы и целлобиазы является значение pH 4,5.

С целью выяснения влияния возраста посевного материала на биосинтез ими целлюлолитических ферментов проведены опыты, где



в качестве посевного материала использовали суспензию конидий гриба *A. terreus* (мутант) в возрасте от 1 до 30 суток при росте его на твердой питательной среде Чапека—Докса с кукурузным экстрактом и фильтровальной бумагой. В жидкую питательную среду посевной материал вносили в количестве 2 мл суспензии конидий на 150 мл среды в колбе емкостью 250 мл. Посевной материал оказался более эффективным в возрасте 18—20 суток. Поэтому в дальнейшей работе в качестве посевного материала использовали 18—20-суточные культуры.

Таблица 3  
Влияние pH среды на биосинтез целлюлаз грибом *A. terreus* (мутант)

№	pH среды	Активность, ед/мл		
		КМЦазная	целлобная	по фильтровальной бумаге
1	3	3,60	0,13	0,16
2	3,5	7,52	0,15	0,20
3	4	8,65	0,22	0,23
4	4,5	10,29	0,31	0,32
5	5	9,0	0,26	0,27
6	5,5	7,54	0,24	0,23
7	6	6,48	0,17	0,21
8	6,5	3,56	0,14	0,17

Продолжительность культивирования гриба играет также большую роль в образовании целлюлолитических ферментов. С целью выяснения динамики накопления целлюлаз в культуральной жидкости мутанта *A. terreus* последний выращивали при температуре 40° на вышеуказанной среде в колбах на качалке. Активность ферментов определяли каждый день в течение 7 суток. Наиболее активное накопление целлюлолитических ферментов наблюдается на 4-е сутки.

Таким образом, в результате проведенной работы установлены все необходимые параметры культивирования мутанта *A. terreus*, обеспечивающие максимальное накопление целлюлаз в глубинных условиях. Уровень аэрации определяется экспериментально для каждого реактора. Так, в колбах емкостью 750 мл оптимальным оказался объем, равный 150 мл.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт биохимии растений

(Поступило 6.4.1984)

მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

თ. ალექსიძე, ლ. კვახაძე

ASPERGILLUS TERREUS-ის ცელულაზების ბიოსინთეზი  
კულტივირების პირობებთან დაკავშირებით

რეზიუმე

ჩატარებული კვლევის შედეგად შერჩეულია თერმოფილური მიკრომიცეტები—ცელულაზების პროდუცენტები. ყველაზე აქტიური მუტანტურ-შტამისათვის, რომელიც მიღებულია ლაბორატორიაში ულტრაიისფერი სხივებით, შერჩეულია კულტივირების პირობები ცელულაზების ბიოსინთეზის გაზრდის მიზნით. დადგენილია, რომ ფერმენტების წარმოსაქმნელად ოპტიმალური პი-



რობები იქმნება მისი 40° გაზრდილი არეზე, რომლის საწყისი pH უდრის 4,5. ჩასათესი მასალა ყველაზე ეფექტურია 18—20 დღის ასაკში. ენდოგლუკანაზის და ცელობოზის მაქსიმალური რაოდენობა გროვდება სოკოს 4 დღის ზრდის შემდეგ.

MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

T. I. ALEKSIDZE, L. L. KVACHADZE

BIOSYNTHESIS OF CELLULASES OF *ASPERGILLUS TERREUS*  
 DEPENDING ON THE CONDITIONS OF CULTIVATION

Summary

As a result of studies carried out, thermophilic micromycetes—producers of cellulases—have been selected with a view to increasing the biosynthesis of cellulases. The optimum conditions of cultivation were chosen for the most active strain *A. terreus*, obtained by treatment with UV-rays. The optimum conditions for the production of enzymes are created at their growth at 40° in a medium with the initial pH 4.5. The sowing material is most effective at the age of 18-20 days. Maximum accumulation of endoglucanase and cellobiase is observed at a 4-day growth.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Билай, Н. М. Пидопличко, Г. В. Гарадей, Ю. В. Лизак. Сб. «Ферментативное расщепление целлюлазы», М., 1967, 35—45.
2. С. С. Щелкова. Сб. «Биологически активные вещества микроорганизмов и их использование». Ташкент, 1974, 46—52.
3. Ю. П. Нюкша, Л. А. Касстер. Микол. и фитопатол., т. 10, № 6, 1976, 477—484.
4. M. Mandels, E. Reese. Fibril Develop. In: Indust. Microbiol., vol. 5, 1964, p. 5-20.
5. P. O. Olutiola. J. Gen. Microbiol., vol. 102, № 1, 1977, p. 27-31.
6. J. Boretti, L. Lazafanol, P. Montecucchi. Arch. Microbiol., vol. 92, 1973, p. 189-200.
7. Л. Г. Логинова, Д. Ю. Исмаилова, Э. П. Гужова, И. И. Иванова, Л. Г. Бурденко. Сб. «Целлюлазы микроорганизмов. М., 1981, 94—108.
8. Л. Г. Логинова, Ж. Ташпулатов. Микробиол., т. 30, № 2, 1961, 229—235.
9. M. R. Tansey. Arch. Microbiol., vol. 77, 1974, p. i-11.
10. А. А. Клесов, М. М. Рабинович, А. П. Синицын, И. В. Чурилова, С. Ю. Григораши. Биоорг. химия, т. 6, № 8, 1980, 1225—1242.

Т. Д. ЛОБЖАНИДZE

НЕПОСРЕДСТВЕННОЕ АКТИВИРУЮЩЕЕ ВЛИЯНИЕ  
НЕКОТОРЫХ ПЕСТИЦИДОВ — ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ  
УВЕЛИЧЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ БОЯРЫШНИКОВОГО КЛЕЩА  
TETRANYCHUS VIENNENSIS ZACHER НА ЯБЛОНЕ

(Представлено академиком Л. А. Канчавели 31.8.1983)

Ранее нами было установлено, что на саженцах яблони, на которых полностью исключается влияние хищников, применение севина, метатиона, купрозана и цинеба в рекомендуемых концентрациях для борьбы с вредителями и болезнями вызывает увеличение плодовитости и продолжительности жизни самок боярышникового клеща по сравнению с контрольными особями [1].

Результаты применения севина, метатиона, купрозана и цинеба в этих условиях коррелировали с итогами полевого опыта, а именно: более значительному, чем в контроле, нарастанию численности вредителя соответствовала повышенная плодовитость самок клеща.

Темп развития численности боярышникового клеща определялся на основании данных биохимических анализов — повышения питательной ценности кормовых растений (увеличения интенсивности накопления растворимых и особенно редуцирующих сахаров, общего и белкового азота) под воздействием этих пестицидов.

Однако выявленные биохимические изменения не всегда можно расценить как единственный фактор воздействия на интенсивность развития вредителя [2].

Задачей нашего исследования было выявление возможной роли непосредственного активирующего воздействия севина, метатиона, купрозана и цинеба на развитие боярышникового клеща.

Срезанные ветви яблони, заселенные клещами, обрабатывались суспензией севина, купрозана и цинеба и эмульсией метатиона. Инсектициды применялись в 0,2%-ной, а фунгициды — в 0,5%-ной концентрации по препарату. Спустя 30 мин после обработки дейтонимфы самок и самца (по 10 пар в каждой из трех повторностей данного варианта) пересаживались на необработанные саженцы. Контролем служили необработанные клещи и саженцы. Клещи учитывались в течение 50 дней с 10-дневными интервалами. Изменение численности клеща вычислялось в процентах к исходному количеству с поправкой на контроль.

Как показали цифровые данные, полученные за период 1977—1979 гг., все испытанные нами препараты в течение 10 дней проявили токсическое (хотя и незначительное) действие на численность вредителя, на 20-й день учета численность клеща, питавшегося растения-



ми, равноценными контрольным по своему биохимическому составу, в варианте с севином увеличилась и достигла 123%, на 30-й день превысила контроль в 2,2 раза, на 40-й день — в 2,6 раза, на 50-й — в 3,4 раза, в варианте с купрозаном, цинебом и метатионом — соответственно в 2,0—3,4,—3,2; 1,8—2,1—2,8; 1,2—2,0—2,0 раза.

В производственных условиях, где клещ питался обработанными севином, метатионом, купрозаном и цинебом растениями, на протяжении всего опыта нарастание численности проходило особенно активно и на 40-й день учета она превысила контроль в 18,0; 12,0; 14,0; 11,0 раз соответственно.

Результаты непосредственного влияния пестицидов на численность боярышничкового клеща

Вариант опыта	Концентрация по препарату, %	Численность клеща в % к исходной с поправкой на контроль по дням учета				
		10-й	20-й	30-й	40-й	50-й
Севин	0,2	90,1	123,8	215,0	266,6	341,4
Метатион	0,2	79,1	106,5	171,2	190,7	201,0
Цинеб	0,5	87,9	116,3	184,6	215,2	279,0
Купрозан	0,5	92,3	117,6	201,7	243,0	319,0

В этом случае, наряду со значением условий питания для последующего увеличения численности клещей на растениях, обработанных вышеуказанными пестицидами, весьма существенная роль принадлежит непосредственному стимулирующему влиянию препаратов на вредителя.

Таким образом, темп развития численности боярышничкового клеща после применения севина, метатиона, купрозана и цинеба можно определить по сочетанию биохимических изменений в листьях яблони, возникающих под их непосредственным активирующим влиянием.

Всесоюзный научно-исследовательский институт защиты растений

(Поступило 18.11.1983)

ენტომოლოგია

თ. ლობჯანიძე

ზოგირითი პესტიციდის პირდაპირი მასტიმულირებელი გავლენა როგორც ერთ-ერთი ფაქტორი კუნელის ტიპას რიცხოზობის ზრდისა

რეზიუმე

დადგენილია, რომ ვაშლის ნარგავებზე სევილის, მეტათიონის, კუპროზანისა და ცინების რეკომენდებული კონცენტრაციებით გამოყენება ახდენს პირდაპირ მასტიმულირებელ გავლენას კუნელის ტიპას რიცხოზობის დინამიკაზე.



მი, равноценными контрольным по своему биохимическому составу, в варианте с севином увеличилась и достигла 123%, на 30-й день превысила контроль в 2,2 раза, на 40-й день — в 2,6 раза, на 50-й — в 3,4 раза, в варианте с купрозаном, цинебом и метатионом — соответственно в 2,0—3,4,—3,2; 1,8—2,1—2,8; 1,2—2,0—2,0 раза.

В производственных условиях, где клещ питался обработанными севином, метатионом, купрозаном и цинебом растениями, на протяжении всего опыта нарастание численности проходило особенно активно и на 40-й день учета она превысила контроль в 18,0; 12,0; 14,0; 11,0 раз соответственно.

Результаты непосредственного влияния пестицидов на численность боярышничкового клеща

Вариант опыта	Концентрация по препарату, %	Численность клеща в % к исходной с поправкой на контроль по дням учета				
		10-й	20-й	30-й	40-й	50-й
Севин	0,2	90,1	123,8	215,0	266,6	341,4
Метатион	0,2	79,1	106,5	171,2	190,7	201,0
Цинеб	0,5	87,9	116,3	184,6	215,2	279,0
Купрозан	0,5	92,3	117,6	201,7	243,0	319,0

В этом случае, наряду со значением условий питания для последующего увеличения численности клещей на растениях, обработанных вышеуказанными пестицидами, весьма существенная роль принадлежит непосредственному стимулирующему влиянию препаратов на вредителя.

Таким образом, темп развития численности боярышничкового клеща после применения севина, метатиона, купрозана и цинеба можно определить по сочетанию биохимических изменений в листьях яблони, возникающих под их непосредственным активирующим влиянием.

Всесоюзный научно-исследовательский институт защиты растений

(Поступило 18.11.1983)

ანბნომოლოგია

თ. ლობჯანიძე

ზოგნიერთი პესტიციდის პირდაპირი მასტიმულირებელი გავლენა როგორც ერთ-ერთი ფაქტორი კუნელის ტკიპას რიცხოვრიობის ზრდისა

რეზიუმე

დადგენილია, რომ ვაშლის ნარგავებზე სევინის, მეტათიონის, კუპროზანისა და ცინების რეკომენდებული კონცენტრაციებით გამოყენება ახდენს პირდაპირ მასტიმულირებელ გავლენას კუნელის ტკიპას რიცხოვრიობის დინამიკაზე.

T. D. LOBZHANIDZE

DIRECT STIMULATING EFFECT OF SOME INSECTICIDES AS A  
FACTOR OF THE NUMERICAL INCREASE OF *TETRANYCHUS*  
*VIENNENSIS* ZACH.

Summary

Application of recommended concentrations of sevin, metathion, cuprosan and zineb to apple plants was found to have a direct stimulating effect on the number dynamics of *Tetranychus viennensis* Zach.

შიგნებები — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. Д. Лобжанидзе. Сообщения АН ГССР, 88, № 2, 1977.
2. М. Н. Кириллова. Бюлл. ВНИИЗРа, № 31, Л., 1974.





Х. А. ГЕЦАДЗЕ

## ПРОЛИФЕРАТИВНАЯ СПОСОБНОСТЬ ФИБРОБЛАСТОВ КОЖИ ДОЛГОЖИТЕЛЕЙ *in vitro*

(Представлено академиком Н. А. Джавахишвили 12.10.1983)

С момента установления Хейфликом и Мурхедом ограниченного времени жизни диплоидных клеток человека *in vitro* [1] обсуждается возможность использования культивируемых клеток для изучения проблем старения и дифференцировки [2, 3]. Показана обратная корреляция между пролиферативным потенциалом клеток и возрастом донора. При культивировании фибробластов кожи, полученных от людей в возрасте 10—90 лет, наблюдается снижение потенциала удвоения примерно на 0,2 отн. ед. в расчете на каждый год жизни донора [4].

Что касается долгожителей, лиц, реализовавших максимальную видовую продолжительность жизни человека, то в литературе имеются данные о продолжительности жизни двух штаммов, полученных из биопсии кожи доноров в возрасте  $> 90$  лет. Пролиферативный потенциал одного штамма — 29 популяционных удвоений, другого — 50 [5].

По этим столь немногочисленным (два штамма) и различным данным трудно судить о пролиферативных характеристиках и продолжительности жизни штаммов, полученных из биопсии кожи долгожителей.

Целью данной работы явилось изучение пролиферативных характеристик (индекс меченых клеток, эффективность клонирования) и продолжительности жизни девяти штаммов, полученных от доноров в возрасте  $> 90$  лет.

Проведенная работа является частью комплексных исследований, проводимых проблемным советом геронтологии и гериатрии при президиуме АН ГССР по изучению феномена долгожительства.

Клетки культивировали в смеси: среда Игла — 85%, сыворотка крупного рогатого скота — 10%, пуповинная сыворотка человека — 5%. Индекс меченых клеток определяли автордиографически по числу клеток, способных включать  $^3\text{H}$ -тимидин в ДНК [6]. Условия постановки экспериментов по определению эффективности клонирования описаны ранее [7]. Все эксперименты были проведены на одних и тех же партиях среды и сыворотки.

Каждое значение показателя эффективности клонирования является средней величиной 15—20 измерений. При статистической обработке результатов, проведенной с помощью ЭВМ HP-9812A (США), было установлено, что распределение отдельных значений исследуемого показателя подчиняется нормальному распределительному закону. Ошибка для каждой средней величины не превышала 3% (при уровне значимости  $P < 0,05$ ).

В своей работе мы стремились максимально стандартизировать условия проведения экспериментов. Были предприняты меры для уменьшения влияния технических процедур, связанных со взятием образца биопсии, культивированием клеток и постановкой опытов по определению эффективности клонирования. Эти предосторожности яв-



ляются необходимыми, так как пролиферативный потенциал штамма *in vitro* может зависеть от места биопсии и условий культивирования [8].

Изучение девяти штаммов из биопсии кожи долгожителей показало, что и индекс меченых клеток, и эффективность клонирования являются довольно изменчивыми, но постоянными для каждого штамма величинами. Как видно из таблицы, на 3—6 пассажах индекс меченых клеток этих штаммов находится в пределах 58—98%, а эффективность клонирования варьирует в пределах 10—46%.

Во всех изученных штаммах можно было наблюдать выраженную клональную гетерогенность по интенсивности пролиферации клеток, что приводило к различию клонов по размеру. Колонии состояли как из нескольких десятков, сотен, тысяч, так и из нескольких десятков тысяч клеток.

Пролиферативные характеристики фибробластов кожи долгожителей

Штамм, пассам	Индекс меченых клеток, %	Эффективность клонирования, %	Продолжительность жизни
ИМГ 862 4	70	21	22
ИМГ 863 5	76	24	19
ИМГ 880 3	95	32	36
ИМГ 886 4	73	23	18
ИМГ 887 5	76	31	34
ИМГ 889 4	98	46	32
ИМГ 890 3	58	10	—
ИМГ 891 3	66	23	—
ИМГ 895 3	82	33	24

При изучении эмбриональных штаммов ранее нами было установлено, что по морфологическим характеристикам колоний и составляющих их клеток все клоны можно разделить на три типа.

I тип — колонии, состоящие из мелких, веретеновидных, хорошо взаимно ориентированных, обладающих высокой митотической активностью клеток. II тип — колонии, состоящие из больших, сильно распластанных, не обладающих взаимной ориентацией клеток. Для клеток характерны парусовидная или плейоморфная форма и невысокая митотическая активность. III тип — смешанные колонии, состоящие как из мелких, веретеновидных, так и из больших парусовидных клеток.

При клонировании клеток долгожителей встречаются все три типа колоний, но здесь, как и при клонировании клеток, полученных из биопсии кожи молодых доноров [9], частота встречаемости клонов II и III типа больше, чем в клонах эмбриональных штаммов.

Для установления продолжительности жизни штаммов мы проследили до «гибели» культур судьбу семи штаммов. Мы считали, что культуры вступили в III фазу роста, если при пересеве 1:2 они не образовали сплошного моноосля в течение 4 недель культивирования с тремя сменами среды. Продолжительность жизни фибробластов долгожителей варьировала от 18 до 36 популяционных удвоений.

Наши результаты свидетельствуют о существовании широкой вариабельности пролиферативных характеристик штаммов долгожителей. Высоко вероятно, что эти различия имеют наследственную природу и определяются генотип организма, от которого получен данный штамм клеток.



По мере культивирования значения пролиферативных характеристик падали. Падение индекса меченых клеток и эффективности клонирования носило индивидуальный характер для каждого штамма.

Ранее нами были изучены пролиферативные характеристики штаммов, полученных из биопсии кожи молодых доноров в возрасте 25—35 лет [9]. Сравнивая пролиферативные характеристики фибробластов кожи молодых доноров и долгожителей, можно увидеть, что репликативная способность клеток долгожителей практически не отличается от репликативной способности клеток, полученных из биопсии кожи молодых доноров.

Полученные нами результаты дают основание предполагать, что с возрастом пролиферативный потенциал фибробластов кожи не уменьшается и что пролиферативную активность клеток определяет не хронологический возраст, а индивидуальная генетическая конституция донора.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт экспериментальной морфологии  
им. А. Н. Натишвили

(Поступило 21.10.1983)

ციტოლოგია

ბ. გეცაძე

დღეგრძელთა კანის ფიბრობლასტების პროლიფერაციის უნარი  
IN VITRO

რეზიუმე

დღეგრძელთა კანის ფიბრობლასტების 9 შტამის პროლიფერაციული აქტივობის შესწავლამ (მონიშნულ უჯრედთა რაოდენობა, კლონირების ეფექტურობა) გამოავლინა ამ მახასიათებელთა ინდივიდუალური ცვალებადობის ფართო ფარგლები.

შესწავლილ შტამებში თავი იჩინა კლონალურმა ჰეტეროგენულობამ პროლიფერაციული მახასიათებლებისა და მორფოლოგიის მიხედვით.

CYTOLOGY

Kh. A. GETSADZE

PROLIFERATIVE CAPACITY OF FIBROBLASTS OF LONGEVIOUS PERSONS IN VITRO

Summary

An analysis of 9 strains of human diploid skin fibroblasts from longevous persons in terms of their proliferative activity (index of labelled cells, cloning efficiency) reveals that the proliferative potential of cells is characterised by individual variability. In all the strains studied a pronounced clonal heterogeneity of proliferative potential and morphology is observed.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. L. Hayflick, P. Moorhead. *Exp. Cell Res.* 25, 1961.
2. A. Macieira-Coelho, D. O. Schachtschabel. 12, *Int. Congr. Gerontol.* I. Hamburg, 1981.
3. L. Hayflick. 12 *Int. Congr. Gerontol.* I. Hamburg, 1981.
4. G. M. Martin *et al.* *Lab. Invest.* 23, 1970.
5. E. L. Schneider *et al.* *Cytogenet. Cell Genet.* 31, 1981.
6. V. J. Cristofalo, B. B. Sharf. *Exp. Cell Res.* 76, 1973.
7. С. М. Терехов. *Цитология*, 23, 1981.
8. J. R. Smith *et al.* *Proc. Natl. Acad. Sci.* 75, 1978.
9. X. A. Гецадзе, С. М. Терехов, К. Н. Гринберг. *Сообщения АН ГССР*, 119, № 3, 1983.





Н. С. ДУРМИШИДЗЕ

## ВЛИЯНИЕ ГИПОКСИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ НА УЛЬТРАСТРУКТУРУ ЛИМФАТИЧЕСКИХ УЗЛОВ КРЫС

(Представлено академиком Н. А. Джавахишвили 17.10.1983)

Влияние кислородной недостаточности на иммунобиологическую реактивность организма, по данным исследований последних лет, не вызывает сомнений [1—3]. Меньше внимания уделялось исследованию морфологических сдвигов в органах иммунитета с учетом интегрированной оценки Т- и В-зависимых зон иммунокомпетентных органов. Между тем, знание иммунных сдвигов важно для оценки особенностей формирования иммунитета при гипоксии, для разработки рациональных методов лечения и профилактики инфекционных осложнений в условиях кислородной недостаточности.

В связи с изложенным выше цель исследования заключалась в изучении методом электронной микроскопии и морфометрии изменений в брыжеечных лимфатических узлах крысы в условиях гипоксической гипоксии.

Белых крыс-самцов линии Вистар ежедневно на 3 часа помещали в барокамеру, где создавали атмосферное давление 310—307 мм рт. ст., соответствующее подъему на высоту 9 тыс. м. Длительность наблюдения составляла 1—45 суток.

5 контрольных (интактных) животных находились в камере с нормальным барометрическим давлением в том же помещении. Температура в камере колебалась в пределах 19—22°C.

25 подопытных и 5 контрольных крыс умерщвляли эфиром.

Для исследования на светооптическом уровне материал фиксировали в 10% растворе нейтрального формалина. Срезы толщиной 5—6 мкм, взятые на уровне ворот верхних брыжеечных узлов (БЛУ), окрашивали гематоксилином и эозином. На этих препаратах с помощью окулярной сетки с общей площадью 64 мм<sup>2</sup> измеряли площадь, занимаемую корковым, мозговым веществом и стромой брыжеечных лимфатических узлов, высчитывали процентное соотношение этих показателей.

Статистическую обработку проводили по методике Р. Б. Стрелкова (1966) с помощью таблиц. Достоверным считали различие при значении  $P > 0,05$ . Для электронно-микроскопических исследований кусочки из БЛУ фиксировали в 2% растворе четырехоксида осмия, забуференной на S-коллиндине (рН 7,4), обезжизнение и заключение материала проводили по общепринятой методике. Ультратонкие срезы исследовали в электронном микроскопе «Tesla BS-500» при ускоряющем напряжении 60 квт.

У крыс в норме в брыжеечном лимфатическом узле хорошо выражена капсула, корковое вещество занимает большую площадь, чем мозговое. Обнаружены и другие регионарные особенности конструкции и клеточного состава.

Фолликулы имеют в основном светлые центры с распадающимися лимфоцитами и макрофагами.



Выявлено большое количество плазматических клеток, сконцентрированных преимущественно в мягкотных тяжах.

Данные морфометрии, иммуноморфологии и электронной микроскопии показали, что в условиях нарастающей гипоксии от 1-х до 45-х суток доля коркового вещества БЛУ увеличивается в период 10—30-х суток, в то же время в течение первых 5 суток соотношение площадей коркового и мозгового вещества почти равное, а к концу

Соотношение площадей, занимаемых корковым, мозговым веществом и стромой брыжеечных лимфатических узлов при длительной гипоксии в барокамере у крыс, %

Структурные компоненты узла, %	Сроки наблюдения, сутки					
	1	5	10	15	30	45
Капсула и trabeculae	10,5	10,3	7,3	7	7,2	18,2
Корковое вещество	46,8	46,6	55,8	54,2	54,5	28,5
Мозговое вещество	43,7	43,1	36,9	38,8	38,3	53,3

наблюдения (45 суток) уменьшается за счет атрофии фолликулов. Характерны также утолщения капсулы и жиларных соединительнотканых волокон, их огрубение (таблица). В течение 10—15 суток воз-

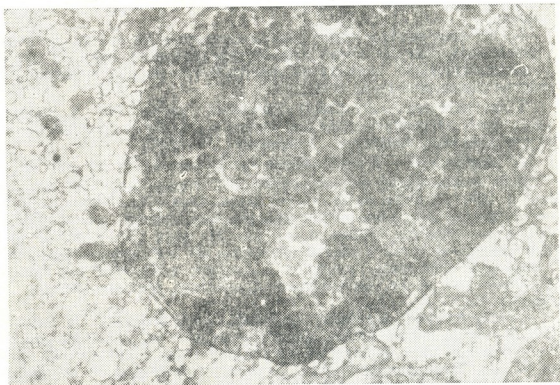


Рис. 1. Макрофаг из коркового вещества брыжеечного лимфатического узла крысы спустя 45 суток воздействия гипоксии в барокамере. Демонстрируются многочисленные вторичные лизосомы и остаточные тельца ( $\times 9\ 000$ )

действия гипоксии в барокамере в лимфатических узлах наблюдаются стаз в капиллярах и венозных сосудах, расширение синусов, отек и плазморрагия.



Спустя 20, 30 и особенно 45 суток воздействия гипоксической гипоксии эти изменения прогрессируют и приводят к истончению и фрагментации мякотных тяжей, оттеснению атрофированного вещества на периферию органа.

При изучении ультраструктуры выявились активизация макрофагальных элементов, деструкция малых и средних лимфоцитов, уменьшение количества плазмочитов.

Во многих иммунокомпетентных клетках коркового вещества (лимфоциты, плазмобласты, плазмочиты) к концу наблюдения констатировались просветление матрикса цитоплазмы, уменьшение количества рибо- и полисом и мембран зернистой цитоплазматической сети. Хроматин ядра уплотнялся.

Неоднократно обнаруживались лимфоциты в стадии поглощения их макрофагами. В последних увеличивалось количество аутофагосом и остаточных телец со следами поглощенного материала (рис. 1).

Своеобразие ультраструктуры плазмалеммы макрофагов, наличие лизосом, вакуолей способствуют фагоцитозу.

Исходя из данных проведенного исследования можно заключить, что усиление процесса распада лимфоцитов в фолликулах и мякотных тяжях, увеличение количества и активности макрофагальных клеток как в корковом, так и в мозговом веществе в целом указывают на понижение активности Т- и В-зависимых зон БЛУ, обуславливающее определенный дефицит иммунокомпетентных клеток при кислородной недостаточности.

Академия наук Грузинской ССР

Институт экспериментальной морфологии

им. А. Н. Натишвили

(Поступило 10.12.1983)

ციტოლოგია

ბ. ღურშიაძე

ჰიპოქსიური ჰიპოქსიის გავლენა ვირთაგვას ლიმფური კვანძის ულტრასტრუქტურაზე

რეზიუმე

შესწავლილია 25 ზრდასრული თეთრი ვირთაგვას ჯორჯლის ლიმფური კვანძების ულტრასტრუქტურა ბაროკამერის პირობებში მოდელირებული ჰიპოქსიური ჰიპოქსიის დროს, სადაც ატმოსფერული წნევა უდრიდა 310—307 მმ ვწყ. სვ.

ჰისტოლოგიური, მორფომეტრიული და ელექტრონულ-მიკროსკოპული გამოკვლევის შედეგად დადგინდა, რომ ფოლიკულებსა და ტვინოვან ნივთიერებაში ლიმფოციტები იშლება და მაკროფაგების ფუნქცია ძლიერდება, რაც მიუთითებს ლიმფური კვანძის T და B-დამოკიდებული ზონების აქტივობის დაქვეითებაზე და განაპირობებს ჟანგბადის უკმარისობის დროს იმუნოკომპეტენტური უჯრედების დეფიციტს.

N. S. DURMISHIDZE

THE INFLUENCE OF HYPOXIC HYPOXIA ON THE ULTRASTRUCTURE  
OF THE RAT LYMPH NODE

## Summary

The ultrastructure of mesenteric lymph nodes in hypoxic hypoxia modelled in the altitude chamber was studied in 25 adult white rats, the atmospheric pressure being 310-307 mm Hg. Histological and electron microscopic investigation revealed that lymphocyte destruction and intensification of macrophage function takes place in follicles and substantia medullaris. This points to a diminished activity of T- and B-dependent zones in the lymph node, causing a deficiency of immunocomponent cells under hypoxia.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. С. Капланский. Автореферат докт. дисс. М., 1974.
2. Р. Ю. Ташпулатов, Т. А. Данилова, А. Т. Лесняк и др. Ж. микробиол., 12, 1979, 36—39.
3. Н. С. Дурмишидзе. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1982.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Т. Н. ДЖАПАРИДЗЕ, К. Н. БАРАБАДЗЕ, Г. Г. ОДИШВИЛИ

ВЛИЯНИЕ СЕЛЕКТИВНОЙ ВАГОТОМИИ НА СЛИЗИстую ДНА  
ЖЕЛУДКА СОБАКИ

(Представлено академиком Н. А. Джавахишвили 18.4.1983)

Ранее нами изучались морфологические и гистохимические сдвиги, развивающиеся в экзокринной и эндокринной частях поджелудочной железы [1—3], и было проведено рН-метрическое исследование как извлеченного, так и внутрижелудочного сока [4] после селективной ваготомии. Настоящая работа посвящена вопросу влияния этой операции на слизистую дна желудка собаки.

Было использовано 50 беспородных собак обоего пола весом 13—20 кг. 25 собакам под морфино-эфирным наркозом производилась лапаротомия. На передней и задней поверхности желудка, от кардии до пилоруса, марлевым тампоном наносился приготовленный перед употреблением раствор белой метиленовой сини. Через 10—15 мин выявлялись окрашенные в синий цвет, ранее не видимые глазом, волокна блуждающего нерва, которые и пересекались. Для полной уверенности брались срезы от пересеченных нервов. 25 собак, подвергшихся ложной операции, служили контролем. Подопытные и контрольные собаки содержались в обычных условиях вивария и забивались по 5 через 1, 2, 7, 14 и 30 суток после операции. Материал фиксировался в 10% формалине. Заливка производилась в парафин. Срезы толщиной 5 мк окрашивались гематоксилин-эозином. На гистологических препаратах слизистой оболочки желудка с помощью метода зарисовки и взвешивания [5] определялась истинная средняя величина площади ( $\text{мк}^2$ ) главных и обкладочных клеток, их цитоплазмы и ядра. Одновременно подсчитывалось число их клеток. Для каждого из перечисленных показателей вычислялось среднее из 50—100 определений. Подсчитывалось число митозов и отмирающих ядер в главных и обкладочных клетках; подсчет производился на 10 000 неделящихся клеток, как главных, так и обкладочных (как в опыте, так и в контроле). Затем определялись митотический индекс (МИ) и индекс отмирания (ИО), результаты выражались в %. Во всех таблицах приведены средние цифровые значения всех вышеуказанных показателей.

Площадь главной клетки (табл. 1) слизистой оболочки дна желудка увеличивается на 2-е, 7-е и 14-е сутки опыта на 31, 37 и 30% соответственно. Это увеличение происходит за счет увеличения площади цитоплазмы (на 33—41%). Однако площадь ядра уменьшается на 2-е сутки опыта на 17% по сравнению с контролем. Одновременно с увеличением площади главной клетки желудка увеличивается их число на 14, 27 и 19% соответственно, достигая максимума на 7-е сутки опыта.

Митотический индекс (табл. 2) в главных клетках слизистой дна желудка увеличивается в течение 2—14 суток опыта на 164—275%. Одновременно увеличивается и индекс отмирания с 9 до 400%.

Площадь обкладочной клетки (табл. 3) увеличивается на 2-е, 7-е и 14-е сутки опыта соответственно на 32, 27 и 20%. Это увеличение происходит за счет одновременного увеличения площади как цитоплазмы, так и ядра на 17—33%. Однако площадь ядра обкладочных клеток к концу опыта уменьшается на 12%. Одновременно с увеличени-





ем площади обкладочных клеток дна желудка увеличивается их число на 26—39%, достигая максимума на 7-е сутки опыта.

Таблица 1

Изменение площади структурных элементов главной клетки (мк<sup>2</sup>) слизистой оболочки дна желудка и их числа у собак после селективной ваготомии (M±n)\*

Сроки наблюдения и группы животных (О — оперированная, К — контрольная)**	Площадь, мк <sup>2</sup>			Число	
	клетки	цитоплазмы	ядра		
1 сутки	О	$61 \pm 0,1$	$54 \pm 0,0$	$7 \pm 0,1$	$41 \pm 0,0$
	К	$62 \pm 0,0$	$56 \pm 0,1$	$6 \pm 0,0$	$41 \pm 0,1$
2 суток	О	$80 \pm 0,2$	$75 \pm 0,1$	$5 \pm 0,0$	$48 \pm 0,1$
	К	$61 \pm 0,0$ +	$55 \pm 0,0$ +	$6 \pm 0,1$ +	$41 \pm 0,1$ +
7 суток	О	$85 \pm 0,0$	$79 \pm 0,2$	$6 \pm 0,2$	$52 \pm 0,0$
	К	$62 \pm 0,1$ +	$56 \pm 0,1$ +	$6 \pm 0,0$	$41 \pm 0,1$ +
14 суток	О	$78 \pm 0,0$	$73 \pm 0,1$	$5 \pm 0,0$	$50 \pm 0,0$
	К	$60 \pm 0,1$ +	$55 \pm 0,0$ +	$5 \pm 0,1$	$41 \pm 0,1$ +
30 суток	О	$62 \pm 0,0$	$57 \pm 0,0$	$5 \pm 0,0$	$40 \pm 0,0$
	К	$61 \pm 0,0$	$56 \pm 0,0$	$5 \pm 0,0$	$41 \pm 0,1$

\*. \*\* Здесь и в последующих таблицах обозначения те же.

Знаком «+» здесь и в последующих таблицах обозначено наличие статистически достоверных различий между опытом и контролем.

Митотический индекс (табл. 4) в обкладочных клетках слизистой желудка увеличивается в течение 2—14 суток опыта на 33—54%, достигая максимума на 7-е сутки опыта. Индекс отмирания ядер увеличивается в течение 2—30 суток опыта на 23—80%, достигая максимума также на 7-е сутки.

Таблица 2

Изменения митотического индекса и индекса отмирания главных клеток слизистой оболочки дна желудка у собак после селективной ваготомии

Сроки наблюдения и группы животных	Митотический индекс, %	Индекс отмирания	
1 сутки	О	$1,1 \pm 0,0$	$1,2 \pm 0,0$
	К	$1,2 \pm 0,0$	$1,1 \pm 0,1$
2 суток	О	$3,1 \pm 0,1$	$4,5 \pm 0,0$
	К	$1,2 \pm 0,0$ +	$1,1 \pm 0,1$ +
7 суток	О	$4,5 \pm 0,0$ +	$5,0 \pm 0,1$ +
	К	$1,2 \pm 0,0$ +	$1,1 \pm 0,1$ +
14 суток	О	$2,9 \pm 0,0$ +	$3,1 \pm 0,0$ +
	К	$1,2 \pm 0,0$ +	$1,1 \pm 0,1$ +
30 суток	О	$1,1 \pm 0,0$	$1,2 \pm 0,0$
	К	$1,2 \pm 0,0$	$1,1 \pm 0,1$

Для определения полноты ваготомии [6] было предложено окрашивание волокон блуждающего нерва лейкометиленовой синью во избежание ошибки, т. е. чтобы не оставались неперерезанными волокна блуждающего нерва, окраску волокон блуждающих нервов производили до операции.

Выявленные не видимые глазом волокна блуждающих нервов пересекались полностью. В наших прежних опытах после селективной ваготомии в панкреасе не был выявлен гистохимически обнаруживаемый





мый гликоген. Это говорит о том, что данная операция не вызывает нарушения обмена веществ и дистрофия поджелудочной железы не развивается. В ответ на пересечение желудочных волокон вагуса поджелудочная железа реагирует компенсаторно-приспособительной реакцией, выражающейся гипертрофией и гиперплазией.

Таблица 3

Изменения площади структурных элементов обкладочной клетки (мк<sup>2</sup>) слизистой оболочки дна желудка и их числа у собак после селективной ваготомии

Сроки наблюдения и группы животных		Площадь, мк <sup>2</sup>			Число
		клетки	цитоплазмы	ядра	
1 сутки	О	$72 \pm 0,1$	$65 \pm 0,0$	$7 \pm 0,0$	$27 \pm 0,0$
	К	$71 \pm 0,0$	$64 \pm 0,0$	$7 \pm 0,0$	$28 \pm 0,0$
2 суток	О	$95 \pm 0,0$	$84 \pm 0,0$	$11 \pm 0,0$	$36 \pm 0,1$
	К	$72 \pm 0,1$ +	$63 \pm 0,1$ +	$9 \pm 0,0$ +	$28 \pm 0,0$ +
7 суток	О	$90 \pm 0,0$	$81 \pm 0,0$	$9 \pm 0,0$	$39 \pm 0,1$
	К	$71 \pm 0,0$ +	$64 \pm 0,0$ +	$7 \pm 0,0$ +	$28 \pm 0,0$ +
14 суток	О	$85 \pm 0,0$	$78 \pm 0,0$	$7 \pm 0,0$	$34 \pm 0,0$
	К	$71 \pm 0,0$ +	$65 \pm 0,1$ +	$6 \pm 0,0$ +	$28 \pm 0,0$ +
30 суток	О	$71 \pm 0,0$	$64 \pm 0,0$	$7 \pm 0,0$	$27 \pm 0,1$
	К	$72 \pm 0,0$	$64 \pm 0,0$	$8 \pm 0,0$ +	$27 \pm 0,0$

Таблица 4

Изменения митотического индекса и индекса отмирания обкладочных клеток слизистой оболочки дна желудка у собак после селективной ваготомии

Сроки наблюдения и группы животных		Митотический индекс, ‰	Индекс отмирания
1 сутки	О	$4,0 \pm 0,0$	$2,3 \pm 0,0$
	К	$3,9 \pm 0,0$	$2,4 \pm 0,1$
2 суток	О	$5,4 \pm 0,0$	$3,5 \pm 0,1$
	К	$3,9 \pm 0,0$ +	$2,4 \pm 0,1$ +
7 суток	О	$6,0 \pm 0,0$	$4,5 \pm 0,0$
	К	$3,9 \pm 0,0$ +	$2,4 \pm 0,1$ +
14 суток	О	$5,2 \pm 0,0$	$3,2 \pm 0,0$
	К	$3,9 \pm 0,0$ +	$2,4 \pm 0,1$ +
30 суток	О	$3,7 \pm 0,0$	$3,8 \pm 0,0$
	К	$3,9 \pm 0,0$	$2,4 \pm 0,1$ +

Анализ реакции слизистой дна желудка на селективную ваготомию показал, что как в главной, так и в обкладочной клетках выявляются морфологические сдвиги, заключающиеся прежде всего в увеличении их размера, что указывает на гипертрофию слизистой желудка. Это увеличение происходит за счет увеличения цитоплазмы. Отличие заключается в большем увеличении главных клеток, чем обкладочных. Площадь ядер главных клеток уменьшается на 2-е сутки после селективной ваготомии, а ядер обкладочных клеток увеличивается в течение 2—14 суток. Однако к концу опыта этот параметр уменьшается. Максимальное увеличение площади главной клетки и ее цитоплазмы наблюдается на 7-е сутки опыта, тогда как эти параметры в обкладочной клетке достигают максимума на 2-е сутки опыта. Площадь ядер обкладочной клетки максимума увеличения достигает на 7-е сутки опыта. Все эти данные говорят в основном о наличии гипертрофии в обеих клетках слизистой оболочки дна желудка как о проявлении



компенсаторно-приспособительной реакции в ответ на пересечение желудочных ветвей блуждающих нервов. Установлено одновременное увеличение числа главных и обкладочных клеток в течение 2—14 суток. Это указывает на наличие процесса гиперплазии, что подтверждается и одновременным повышением митотического индекса и индекса отмирания в главных и обкладочных клетках слизистой желудка. Вышеуказанные параметры максимального значения достигают на 7-е сутки после селективной ваготомии.

Следовательно, в ответ на пересечение желудочных волокон вагуса слизистая дна желудка реагирует в течение первых двух недель проявлением компенсаторно-приспособительной реакции, выражающейся гипертрофией и гиперплазией.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт экспериментальной  
морфологии

им. А. Н. Натишвили

Институт экспериментальной и  
клинической хирургии  
МЗ ГССР

(Поступило 22.4.1983)

მეცნიერებათა აკადემიის მიხედვით

თ. ჯაფარიძე, კ. ბარაბაძე, გ. ოდიშვილი

სელექციური ვაგოტომიის გავლენა ძალის კუჭის ძირის  
ლორწოვანაზე

რეზიუმე

საცდელი და საკონტროლო 13—20-კილოგრამიან ძაღლებს გვევბავდით ობერაციიდან 1, 2, 7, 14 და 30 დღის შემდეგ. შესწავლილია კუჭის ლორწოვანი გარსის ცვლილებები მთავარი და საფარი უჯრედების, მათი ციტოპლაზმისა და ბირთვის ფართობები, მათი რიცხვი, მიტოზური და კვდომის ინდექსი.

მთელი ციფრობრივი მასალა დამუშავებულია სტატისტიკურად ფიშერ — სტიუდენტის მეთოდით.

EXPERIMENTAL MEDICINE

T. N. JAPARIDZE, K. N. BARABADZE, G. G. ODISHVILI

### THE INFLUENCE OF SELECTIVE VAGOTOMY ON THE MUCOUS MEMBRANE OF THE FUNDUS OF THE DOG'S STOMACH

Summary

Experimental and control dogs weighing 13-20kg were sacrificed (5 at a time) in 1, 2, 7, 14 and 30 days. The change of the structure of the mucous membrane of the stomach was studied, namely: the area of the chief and parietal cells, cytoplasm and nucleus, their number, the mitotic index, and that of nuclei disappearance. All figures were treated statistically by the Fisher-Student method.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Г. Самсонидзе, К. Н. Барабадзе, Т. Н. Джапаридзе, Г. Д. Пагава, Г. В. Цицкишвили. Сообщения АН ГССР, 98, № 3, 1980.
2. К. Н. Барабадзе, Г. Г. Самсонидзе, Т. Н. Джапаридзе. Изв. АН ГССР, сер. биол., 8, 3, 1982.
3. К. Н. Барабадзе, Т. Н. Джапаридзе. Сб. трудов Ин-та эксп. и клин. хирургии МЗ ГССР, 19, 1980.
4. Т. Н. Джапаридзе, К. Н. Барабадзе, Р. И. Кения, Г. Д. Пагава. В кн.: «Хирургическая патология органов брюшной полости». Тбилиси, 1982.
5. Г. Г. Самсонидзе. Сообщения АН ГССР, 67, № 1, 1972.
6. P. Richard *et al.* Amer J. Surg. August, 1976.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Дж. М. МЕТРЕВЕЛИ, Н. С. ЦЕРЕТЕЛИ

ИЗМЕНЕНИЕ БЕЛКОВОГО ОБМЕНА ПРИ ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ  
С ОБОСТРЕНИЕМ ХРОНИЧЕСКОГО АДНЕКСИТА

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. И. Бахуташвили 23.4.1983)

Известно, что изменение белкового обмена наиболее тонко отражает тяжесть течения воспалительного процесса во внутренних гениталиях и является надежным тестом установления эффективности проведенного лечения.

Мы задались целью исследовать изменения общего белка и белковых фракций сыворотки крови при лечении больных с обострением хронического воспаления придатков матки. Лечение проводили разработанным нами способом, на который Государственным комитетом Совета Министров СССР по делам открытий и изобретений выдано Авторское свидетельство № 625715. Разработанный нами способ применяется следующим образом. Электрофорезом одновременно вводим 3%-ный солицилат натрия, 5%-ный хлористый литий на 2%-ную серно-кислую медь. Одновременно назначаем реопирин (внутри по 1 таблетке 3—4 раза в день или внутримышечно 5 мл 1 раз в день) и витамин «У» (по 1 таблетке 3 раза в день).

Общий белок исследовали рефрактометрически, белковые фракции сыворотки крови — методом электрофореза на бумаге по Л. Е. Гурвичу [1].

Общий белок и белковые фракции мы исследовали у 70 больных. Из них в возрасте от 20 до 25 лет было 12 больных, от 26 до 30 лет — 21, от 31 года до 35 лет — 19, от 36 до 40 лет — 11, от 41 года до 45 лет — 7 больных.

Так как средние величины общего белка и его отдельных фракций колеблются в широких пределах, нами в целях контроля эти показатели были определены первоначально у 22 практически здоровых женщин.

У исследованных нами 70 больных с обострением хронического аднексита отмечалась глубокая диспротеинемия, выражающаяся в падении количества альбуминов, А/Г коэффициента и в повышении уровня глобулинов за счет  $\alpha_1$ -,  $\alpha_2$ -,  $\beta$  и  $\gamma$ -фракций. Среднее количество общего белка при этом существенных изменений не претерпевало.

Общий белок до лечения у больных с односторонним аднекситом в среднем равнялся  $6,92 \pm 0,105$  г%, а у больных с двусторонним аднекситом —  $7,02 \pm 0,164$  г%. В процессе лечения среднее содержание общего белка у больных с односторонним аднекситом соответствовало  $7,08 \pm 0,113$  г%, у больных с двусторонним аднекситом —  $7,16 \pm 0,164$  г%, а в конце лечения соответственно  $7,36 \pm 0,089$  г%,  $7,39 \pm 0,113$  г%.

У всех больных отмечалась гипоальбуминемия. У больных с односторонним аднекситом среднее содержание альбуминов до начала терапии соответствовало  $48,29 \pm 0,727$ %, а у больных с двусторонним аднекситом —  $44,52 \pm 0,699$ %. Снижение содержания альбуминов гораздо сильнее было выражено при двустороннем аднексите. Пониже-



ние их уровня по сравнению с практически здоровыми женщинами оказалось статистически достоверным ( $P < 0,001$ ).

Суммарное количество глобулиновых фракций у всех больных до лечения было повышено. У больных с односторонним аднекситом уровень  $\alpha_1$ -фракции в среднем равнялся  $7,44 \pm 0,129\%$ ,  $\alpha_2$ -фракции —  $9,46 \pm 0,144\%$ ,  $\beta$ -фракции —  $13,49 \pm 0,224\%$ ,  $\gamma$ -фракции —  $21,29 \pm 0,654\%$ , а у больных с двусторонним аднекситом соответственно  $8,52 \pm 0,243\%$ ,  $10,48 \pm 0,212\%$ ,  $14,3 \pm 0,181\%$ ,  $22,41 \pm 0,233\%$ . Как показывают приведенные данные, повышение глобулиновых фракций намного больше было выражено при двустороннем аднексите. Повышение содержания их по сравнению с практически здоровыми женщинами оказалось статистически достоверным ( $P < 0,001$ ).

А/Г коэффициент во всех случаях был значительно ниже нормы (у больных с односторонним аднекситом  $0,936 \pm 0,027$ , у больных с двусторонним аднекситом  $0,797 \pm 0,013$ ). Это снижение по сравнению с практически здоровыми женщинами оказалось статистически достоверным ( $P < 0,001$ ).

В тех случаях, когда наступало клиническое выздоровление, в процессе лечения средний показатель альбуминов при одностороннем аднексите равнялся  $50,31 \pm 0,776\%$ , при двустороннем аднексите —  $46,17 \pm 0,535\%$ , а в конце лечения соответственно  $58,1 \pm 0,338\%$ ,  $57,96 \pm 0,433\%$ . Эти изменения оказались статистически достоверными ( $P < 0,001$ ).

В этой группе больных при одностороннем аднексите в процессе лечения среднее содержание  $\alpha_1$ -глобулинов составляло  $6,97 \pm 0,153\%$ ,  $\alpha_2$ -глобулинов —  $9,0 \pm 0,198\%$ ,  $\beta$ -глобулинов —  $12,98 \pm 0,229\%$ ,  $\gamma$ -глобулинов —  $20,74 \pm 0,763\%$ , а при двустороннем аднексите соответственно  $8,11 \pm 0,293\%$ ,  $10,03 \pm 0,251\%$ ,  $13,86 \pm 0,165\%$ ,  $21,83 \pm 0,435\%$ . В конце лечения при одностороннем воспалении придатков матки  $\alpha_1$ -фракция в среднем равнялась  $5,17 \pm 0,159\%$ ,  $\alpha_2$ -фракция —  $7,64 \pm 0,133\%$ ,  $\beta$ -фракция —  $12,25 \pm 0,099\%$ ,  $\gamma$ -фракция —  $16,85 \pm 0,208\%$ , а при двустороннем воспалении придатков матки среднее количество  $\alpha_1$ -фракции соответствовало  $5,2 \pm 0,181\%$ ,  $\alpha_2$ -фракции —  $7,78 \pm 0,109\%$ ,  $\beta$ -фракции —  $12,24 \pm 0,107\%$ ,  $\gamma$ -фракции —  $16,83 \pm 0,359\%$ .

При одностороннем аднексите понижение глобулиновых фракций оказалось статистически достоверным ( $P < 0,001$ ), кроме  $\gamma$ -фракции в процессе лечения. При двустороннем аднексите статистически достоверным ( $P < 0,001$ ) было понижение  $\alpha_2$  и  $\beta$ -глобулинов на всех этапах исследования и понижение  $\alpha_1$  и  $\gamma$ -глобулинов по окончании терапии. Изменения  $\alpha_1$ - и  $\gamma$ -фракций в процессе лечения оказались статистически недостоверными ( $P < 0,05$ ).

Указанные изменения отразились и на А/Г коэффициенте. У больных с односторонним аднекситом в процессе лечения средний показатель А/Г коэффициента был равен  $1,014 \pm 0,033\%$ , а у больных с двусторонним аднекситом —  $0,858 \pm 0,019$ . По окончании терапии при одностороннем сальпингоофорите А/Г коэффициент в среднем равнялся  $1,387 \pm 0,022\%$ , а при двустороннем сальпингоофорите —  $1,379 \pm 0,024\%$ . Повышение А/Г коэффициента во всех случаях было статистически достоверным ( $P < 0,001$ ).

Таким образом, исследование белков сыворотки крови позволило нам выявить, что при воспалении придатков матки во всех случаях наблюдается нарушение обмена белков, выражающаяся в диспротеинемии, степень которой зависит от распространенности воспалительного процесса. Кроме того, было установлено, что лечение оказывает благоприятное, нормализующее действие на белковый обмен.





ჯ. მატრეველი, ნ. წერეთელი

ცილათა ცვლის ცვლილება გამწვავების სტადიაში ქრონიკული ადნექსიტის მკურნალობის დროს

რეზიუმე

ავადმყოფთა სისხლის შრატში ჩვენ გამოვიკვლიეთ საერთო ცილა და ცილათა ფრაქციები გამწვავების სტადიაში ქრონიკული ადნექსიტის მკურნალობის დროს.

ჩვენს მიერ გამოკვლეულ 70 ავადმყოფს აღენიშნებოდა დისპროტეინემია, რაც გამოიხატებოდა ალბუმინებისა და ა/გ კოეფიციენტის დაქვეითებაში და გლობულინების ფრაქციების მომატებაში. საერთო ცილა კი თითქმის არ იცვლებოდა. დადგენილია, რომ გამწვავების სტადიაში ქრონიკული ადნექსიტის მკურნალობა ჩვენს მიერ მოწოდებული მეთოდით იწვევს ცილათა დარღვეული ცვლის ნორმალიზებას.

EXPERIMENTAL MEDICINE

Dj. M. METREVELI, N. S. TSERETELI

CHANGE IN PROTEIN METABOLISM AT TREATMENT OF PATIENTS WITH ACUTE CONDITION OF CHRONIC ADNEXITIS

Summary

Changes in total protein and protein fractions of blood serum were studied during the treatment of patients with acute condition of chronic adnexitis.

In 70 patients investigated a deep dysproteinemia, resulting in a decrease of albumin amount, A/G coefficient, and in a increase of globulin level at the expense of all the fractions. Total protein does not undergo essential changes. Besides, it was established that the treatment exercises normalizing action on protein metabolism.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Е. Гурвич. Лаб. дело, 3, 1955, 3—9.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Н. Р. ВЕПХВАДЗЕ, С. П. ЯРМОНЕНКО

УСИЛЕНИЕ ПРОТИВООПУХОЛЕВОГО ДЕЙСТВИЯ  
МЕТРОНИДАЗОЛА ПОСТРАДИАЦИОННЫМ ПРИМЕНЕНИЕМ  
КРАТКОВРЕМЕННОЙ ГИПЕРГЛИКЕМИИ

(Представлено академиком В. М. Окуджава 22.4.1983)

В настоящее время интенсивно разрабатываются методы расширения терапевтического интервала с помощью радиомодифицирующих агентов, избирательно усиливающих лучевое поражение опухолей или ослабляющих реакции нормальных тканей [1].

В данной работе изучено комбинированное применение метронидазола (М) и кратковременной гипергликемии (КГ) при однократном и фракционированном облучении саркомы-45 крыс, на которой ранее было четко показано усиление противоопухолевого действия излучения с помощью раздельного применения М и КГ [2, 3].

Опыты проведены на 540 половозрелых беспородных белых крысах-самцах, массой 110—130 г с привитой подкожно в области голени саркомой-45 объемом 1 см<sup>3</sup>. М, растворенный перед употреблением в теплом физиологическом растворе, вводили внутривенно в концентрации 10 мг/мл из расчета 1 г/кг. Через 90 мин после введения препарата опухоли подвергали или однократному локальному  $\gamma$ -облучению <sup>60</sup>Со в дозах 25, 30, 35, 40 и 45 Гр, или трехкратному с интервалом 48 ч при разовой дозе 15 Гр, или также трехкратному, но с недельными интервалами при разовых дозах 20, 25 и 30 Гр в поле 8×8 см при мощности дозы 1,6 Гр/мин, РИК=50 см.

КГ создавали через 30 мин после облучения 5-кратным внутривенным введением 40% раствора глюкозы по методике, описанной ранее [3].

Об эффективности экспериментальной терапии судили по динамике регрессии опухолей, числу животных с временно рассосавшимися опухолями (временная ремиссия), числу излеченных животных (отсутствие рецидива в течение 90 дней) и времени дорастания опухоли до начального объема. В качестве количественных показателей действия модификаторов вычисляли ФИД и коэффициент усиления эффекта (КУЭ).

Как видно из табл. 1, оба модификатора привели к усилению эффекта однократного облучения опухолей при раздельном и в еще большей степени при комбинированном применении по всем изученным показателям. На рис. 1 приведены в качестве примера средние данные о динамике регрессии опухолей у животных при дозе 35 Гр, а в табл. 1 — раздельно вычисленные показатели темпов роста у неизлеченных животных при всех дозах. При этом оказалось, что усиление противоопухолевого действия излучения имело место и в тех случаях, когда не наблюдалось ни регрессии, ни тем более излечения. ФИД при раздельном применении М и КГ составил 0,77 и 0,84 соответственно, а при их совместном воздействии — 0,68.

В условиях фракционированного трехкратного облучения при разовой дозе 15 Гр с интервалом между фракциями 48 ч существенного усиления эффекта лучевой терапии не было обнаружено. Во всех группах число излеченных животных не превышало 10—30%.



С увеличением интервала между фракциями до 7 дней как раздельное, так и комбинированное применение обоих модификаторов становилось эффективным.

Таблица 1  
Эффективность метронидазола (М) и кратковременной гипергликемии (КГ) при раздельном и комбинированном применении в условиях однократного облучения (Об),%

Доза, Гр	Время дорастания опухолей до первоначального объема, сут*				Временная ремиссия				Излечено			
	Об	М+Об	Об+КГ	М+Об+КГ	Об	М+Об	Об+КГ	М+Об+КГ	Об	М+Об	Об+КГ	М+Об+КГ
25	$\frac{18}{18}$	$\frac{30}{30}$	$\frac{27}{27}$	$\frac{38}{37}$	0	0	0	20	0	0	0	10
30	$\frac{24}{24}$	$\frac{42}{37}$	$\frac{42}{40}$	$\frac{46}{41}$	10	30	30	40	0	20	10	40
35	$\frac{35}{32}$	$\frac{50}{44}$	$\frac{48}{43}$	$\frac{63}{52}$	30	60	50	80	20	40	40	70
40	$\frac{47}{43}$	$\frac{74}{63}$	$\frac{69}{60}$	$\frac{—}{54}$	40	80	80	100	30	60	50	80
45	$\frac{51}{44}$	$\frac{87}{53}$	$\frac{79}{59}$	$\frac{—}{65}$	50	90	90	100	40	90	70	90

\* Здесь, а также в табл. 2 в числителе — средние показатели у всех животных (излеченных и неизлеченных), а в знаменателе — только у неизлеченных животных.

На рис. 2 представлены данные о динамике регрессии опухолей у животных при разовой дозе 20 Гр, а в табл. 2 — о времени их дорастания до начального объема у всех животных и отдельно у неизлеченных при всех режимах фракционирования.

При количественной оценке эффекта по показателю времени дорастания опухолей до начального объема значения ФИД удалось получить только для комбинированного применения модификаторов к их раздельному использованию. Соответствующие значения ФИД составили 0,9 и 0,8 для М и КГ.

Для оценки эффективности М и КГ по сравнению с контролем был использован КУЭ, который вычислялся из отношения

$$КУЭ = \frac{T_{оп} - T_k}{T_k},$$

где Т — время дорастания опухолей у животных опытной (оп) — оцениваемым модификатором или контрольной (к) — сравниваемой группы. КУЭ М составил 0,26, 0,53 и 0,9, КГ — 0,18, 0,49 и 0,55 при облучении в разовых дозах 20, 25 и 30 Гр соответственно, а их комбинированного применения — 0,69 и 0,74 при облучении в разовых дозах 20 и 25 Гр соответственно.

Таким образом, в работе установлены два принципиально важных факта: 1) усиление противоопухолевого действия ионизирующих излучений при комбинированном применении М, вводимого перед облучением, и КГ, создаваемой после облучения; 2) возможность проявления действия обоих модификаторов при раздельном и комбинированном их использовании в условиях фракционированного облу-

чения, проводимого с достаточно длительными интервалами (7 дней) между отдельными фракциями.

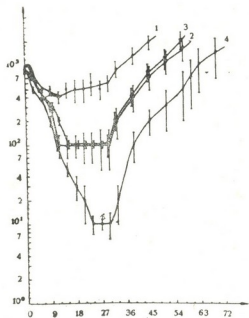


Рис. 1. Динамика регрессии опухолей под влиянием раздельного и комбинированного применения М и КГ при однократном облучении и дозе 35 Гр: 1—35 Гр; 2—М+35 Гр; 3—35 Гр+КГ; 4—М+35 Гр+КГ; на оси абсцисс — дни после облучения; на оси ординат — средний объем опухолей (мм<sup>3</sup>)

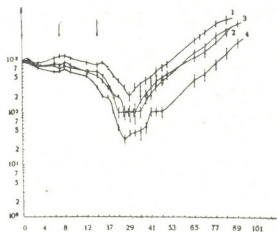


Рис. 2. Динамика регрессии опухолей под влиянием раздельного и комбинированного применения М и КГ при фракционированном облучении в разовой дозе 20 Гр: 1—20 Гр×3; 2—(М+20 Гр)×3; 3—(20 Гр+КГ)×3; 4—(М+20 Гр+КГ)×3; на оси абсцисс — дни после облучения; на оси ординат — средний объем опухолей (мм<sup>3</sup>)

Можно назвать две очевидные причины наблюдающегося феномена аддитивности М и КГ. Они состоят в усилении цитотоксического действия ЭАС на гипоксические клетки в присутствии лактата [4], а

Таблица 2

Эффективность метронидазола (М) и кратковременной гипергликемии (КГ) при раздельном и комбинированном применении в условиях фракционированного облучения (Об), %

Опытные группы	Время дорастания опухолей до первоначального объема, сут				Временная ремиссия				Излечено			
	Об	М+Об	Об+КГ	М+Об+КГ	Об	М+Об	Об+КГ	М+Об+КГ	Об	М+Об	Об+КГ	М+Об+КГ
20Гр×3	$\frac{53}{50}$	$\frac{63}{54}$	$\frac{60}{57}$	$\frac{80}{65}$	20	45	40	60	20	35	30	55
25Гр×3	$\frac{57}{53}$	$\frac{80}{65}$	$\frac{78}{67}$	$\frac{89}{68}$	35	70	70	85	25	60	55	75
30Гр×3	$\frac{63}{56}$	$\frac{107}{75}$	$\frac{90}{70}$	$\frac{—}{83}$	40	90	85	95	35	80	75	90

также в удлинении продолжительности контакта клеток с М [5] вследствие нарушения микроциркуляции и резкого снижения кровотока в опухолях под влиянием КГ [6].



Причина усиления эффекта при удлинении интервалов между фракциями скорее всего связана с феноменом реоксигенации, которая в опухоли Эрлиха наиболее выражена в период 24—32 ч после облучения [7], смещается во времени при повторных облучениях [8] и, очевидно, полностью прекращается к 72 ч.

Полученные результаты дополняют сведения о механизме действия ЭАС и КГ и подтверждают целесообразность дальнейшего развития идеи полирадиомодификации как перспективного пути повышения эффективности лучевой терапии опухолей.

Тбилисский государственный  
медицинский институт

Академия медицинских наук СССР  
Всесоюзный онкологический  
научный центр

(Поступило 29.4.1983)

მეცნიერებათა აკადემია

ნ. ვეფხვაძე, ს. იარმონენკო

მეტრონიდაზოლის სიმსივნის საწინააღმდეგო მოქმედების  
ბაძლიერება ხანმოკლე ჰიპერგლიკემიის დასხვივების შემდგომი  
გამოყენებით

რეზიუმე

მეტრონიდაზოლისა და ხანმოკლე ჰიპერგლიკემიის ერთდროული ხმარება ერთჯერად და ფრაქციულ დასხვივებასთან ერთად საგრძნობლად აძლიერებს სხივური თერაპიის ეფექტურობას მოდიფიკატორების ცალ-ცალკე გამოყენებასთან შედარებით. ეს ვლინდება სიმსივნის რეგრესიის ტემპის ზრდით, დროებითი რემისიის მქონე ცხოველების რიცხვით, განკურნებული ცხოველების რიცხვით, რომლებსაც არ აღენიშნებოდათ რეციდივი 90 დღის განმავლობაში, სიმსივნების თავდაპირველ ზომამდე მიღწევის დაგვიანებით.

EXPERIMENTAL MEDICINE

N. R. VEPKHVADZE, S. P. YARMONENKO

POTENTIATION OF THE ANTITUMOR ACTION OF METRONIDAZOLE  
WITH FURTHER USE OF SHORT-TERM HYPERGLYCEMIA  
IRRADIATION

Summary

A simultaneous use of metronidazole and short-term hyperglycemia with single and fractional irradiation promotes a considerable increase of the efficacy of radiotherapy as compared with separate use of modifiers. It results in a higher rate of tumor regression in the number of animals suffering from temporary remission in which no relapse took place for 90 days, with a delay in the reaching of the initial tumor size.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. М. Кузин, А. Ф. Цыб, С. П. Ярмоненко, И. И. Пелевина, А. Г. Коноплянников. Радиобиология, 21, № 5, 1981, 744—751.
2. Н. Р. Вепхвадзе. Радиобиология, 24, № 1, 1984, 92—94.
3. Н. Р. Вепхвадзе. Мед. радиология, 28, № 7, 1983, 54—55.
4. J. S. Mahood, R. L. Willson. Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys., 8, № 3-4, 1982, 733-736.
5. R. M. Sutherland. Cancer Res., 34, № 12, 1974, 3501-3504.
6. С. П. Ярмоненко, В. С. Шапот, С. П. Осинский. Экспериментальная онкология, 6, № 2, 1984, 3—8.
7. Ю. И. Рампан, С. П. Ярмоненко. Мед. радиология, 19, № 9, 1974, 47—52.
8. Ю. И. Рампан, С. П. Ярмоненко, Ю. Н. Анохин. Мед. радиология, 20, № 12, 1975, 21—24.





А. М. КОРЧАК, А. Г. ГУНЦАДЗЕ

## НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ КЛИНИКИ, ДИАГНОСТИКИ И ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ РЕЛАКСАЦИИ ДИАФРАГМЫ

(Представлено академиком О. Н. Гудушаури 31.8.1983)

Клинико-диагностические проблемы релаксации диафрагмы, этиология и патогенез этого не совсем обычного заболевания привлекают внимание специалистов различного профиля. Несмотря на достигнутые успехи в хирургии диафрагмы, лечение релаксации диафрагмы по сей день остается актуальной проблемой.

До настоящего времени нет единого мнения о причинах ее возникновения и патогенеза. Высказываются весьма противоречивые мнения о тактике хирурга при лечении этого заболевания. Это связано с различием в представлениях об анатомической сущности и характере клинического течения этого заболевания.

Несмотря на значительное количество публикаций, создается впечатление, что раздел «Релаксация диафрагмы» в монографии Б. В. Петровского, Н. И. Каншина, Н. О. Николаева [1] остается наиболее солидным по этому вопросу. Появившиеся позднее работы, конечно, опираются на большое количество наблюдений, но лишь уточняют и дополняют материал, изложенный в монографии [1].

Частота выявления релаксации диафрагмы прогрессивно увеличивается. А. Ф. Греджев и Я. Г. Колкин [2] за 22 года наблюдали 166 больных с различными вариантами этого заболевания.

При анализе клинических проявлений заболевания все авторы подчеркивают полиморфизм симптоматики в диапазоне от бессимптомного течения до тяжелых расстройств дыхательной, сердечно-сосудистой системы и органов желудочно-кишечного тракта. Отмечается, что не существует специфических симптомов или симптомокомплекса для релаксации диафрагмы [3—5].

Основным методом диагностики и дифференциальной диагностики релаксации диафрагмы является рентгенологическое исследование. «Классические признаки» этого заболевания описаны в работе [6].

Для уточнения диагноза релаксации диафрагмы проводится контрастное исследование органов желудочно-кишечного тракта, пневмоперитонеум или введение воднорастворимого контрастного вещества в брюшную полость [7—9].

В монографии [1] проанализировано около 40 различных методов хирургического лечения релаксации диафрагмы.

Большинство авторов применяли методы пластики диафрагмы собственными тканями или комбинировали их с методами аллопластики диафрагмы.

В отделении хирургии пищевода и желудка ВНЦХ АМН СССР с 1956 по 1984 г. наблюдались 93 больных с релаксацией диафрагмы.

Как видно из таблицы, большинство больных были мужчины (58), чаще всего в возрасте 31—50 лет (34). Левосторонняя релаксация имела место у 53 больных, правосторонняя — у 40. Левосторонняя релаксация чаще всего была полной (у 42 больных), правосторонняя — ограниченной (у 39).

У 10 больных с левосторонней и у 9 с правосторонней релаксацией в анамнезе отмечалась травма грудной клетки. У 3 больных релаксация развилась после повреждения диафрагмального нерва во 28. «მედიცინა», ტ. 115, № 2, 1984





время трансторакальных операций по поводу диафрагмальных грыж у 1 больного — после огнестрельного пулевого ранения шеи.

Клиническая картина заболевания была ярче представлена у больных с левосторонней релаксацией. Превалировали боли, одышки, диспептические явления.

То же наблюдалось у больных с правосторонней релаксацией, но симптомы были выражены менее резко. У 5 из них болезнь вообще протекала бессимптомно и была впервые выявлена при профилактической флюорографии.

Пол	Возраст в годах							Всего
	1—10	11—20	21—30	31—40	41—50	51—60	60 и выше	
Мужской	1	4	4	13	21	11	4	58
Женский	—	—	6	5	10	11	3	35
Итого	1	4	10	18	31	22	7	93

Клиническая диагностика диафрагмальных релаксаций и грыж диафрагмы очень сложна. Анализ жалоб больного, история развития заболевания и данные объективного исследования лишь в редких типичных случаях позволяют поставить точный диагноз.

Для диагностики и дифференциальной диагностики релаксации и грыж диафрагмы мы применили комплекс специальных методов исследования, уделив основное внимание рентгенологическому методу. Самыми ценными в диагностике релаксации и грыж диафрагмы являются рентгеноконтрастные методы с введением бариевой взвеси *per os* или *per clisam*, а также газоконтрастные методы (пневмоперитонеум, антпневмоперитонеум, пневмомедиастинум). Трудно диагностировать правостороннюю ограниченную релаксацию. Нередко эти больные направлялись к нам с диагнозом эхинококка печени. В таких случаях помогает пневмоперитонеум, ультрасонография, скенирование печени. Часто бывает непросто отличить релаксацию левого купола от диафрагмальной грыжи, особенно если в анамнезе у больного травма грудной клетки. Однако трудности возникают обычно при полной релаксации и больших грыжах, а в том и другом случае больного все равно надо оперировать (здесь только отпадает вопрос об абдоминальном доступе. В диагностике релаксации диафрагмы помогают также рентгенокимография, томография, электрорентгенография, позволяющая в сложных случаях повышать точность диагноза.

Всегда при выполнении рентгеновского исследования следует подробно осмотреть пищевод, желудок и двенадцатиперстную кишку для выявления сопутствующей патологии и осложнений.

Большое значение при обследовании больных с релаксацией диафрагмы придается изучению функции внешнего дыхания и сердечно-сосудистой системы. У большинства больных мы отмечали снижение жизненной емкости легких до 2850—3200 мл, у части больных наблюдалась тахикардия до 100—110 уд. в 1 мин. У 1 больного с релаксацией диафрагмы из-за тяжелых заболеваний легких, сердца и сосудов мы решили воздержаться от операции. Еще у 1 больного с левосторонней релаксацией и хроническим заворотом желудка по тем же причинам мы ограничились паллиативной операцией — гастрогастростомией.

Из наблюдавшихся нами 93 больных с релаксацией диафрагмы было оперировано 24 (19 с левосторонней релаксацией и 5 с ограниченной релаксацией правого купола). При установлении показаний к операции учитывали тяжесть клинических проявлений, наличие осложнений и сопутствующих заболеваний.



Одному больному с левосторонней полной релаксацией из-за тяжелых сопутствующих заболеваний мы сделали только паллиативную операцию по поводу заворота желудка — гастрогастростомию.

Одному больному с не проявлявшей себя клинически ограниченной релаксацией правого купола — операцию по поводу кардиофункциональной грыжи пищевода отверстия (ушивание пищевода отверстия, фундопликация по Ниссену).

У 1 больной с левосторонней полной релаксацией и кровоточащей язвой желудка через трансторакальный доступ выполнили иссечение малой кривизны вместе с язвой и простую дубликатуру диафрагмы.

У всех больных, у которых было осуществлено вмешательство на диафрагме по поводу релаксации, применили трансторакальный доступ в VIII межреберье слева и в VII межреберье справа.

Пластику диафрагмы собственными тканями удалось выполнить только у 5 больных (у 2 с релаксацией левого купола и у 3 с правосторонней релаксацией). У остальных больных из-за выраженных дегенеративно-дистрофических изменений диафрагмы применили протезирование. У 11 больных был использован айвалон, у 2 — велюр, у 1 — тефлон, у 1 — капрон, у 1 — лавсан и у 1 — нейлон.

Синтетический протез помещается между листками рассеченной вдоль купола диафрагмы. Особенно тщательно проводится профилактика инфекции, которая может привести к полному отторжению протеза.

Мы полагаем, что при релаксации диафрагмы лучше использовать сетчатые протезы (капрон, нейлон, лавсан), которые, прорастая соединительной тканью, обеспечивают хорошую статическую функцию диафрагмы.

Из 24 больных, оперированных по поводу релаксации диафрагмы, осложнения наблюдались у 6. У 1 во время операции была повреждена селезенка — выполнили спленэктомию. У 3 больных послеоперационный период осложнился пневмонией. У 1 больного после пластики айвалоном развился экссудативный плеврит, излеченный многократными пункциями. Серьезное осложнение возникло у 1 больной после пластики нейлоновой сеткой — эмпиема плевры с частичным отторжением протеза, плевроторакальный свищ. По этому поводу больная была дважды оперирована, в настоящее время пока находится на инвалидности.

У всех 11 больных, прослеженных после операции по поводу релаксации диафрагмы в сроки от 5 месяцев до 23 лет, результаты хорошие и удовлетворительные. Все они вернулись к своей прежней работе. У 6 из них для пластики мы применили синтетические протезы, у 5 пластика диафрагмы была выполнена собственными тканями.

У больных с релаксацией диафрагмы относительно много послеоперационных легочных осложнений. Наблюдаются осложнения, связанные с присутствием в плевральной полости инородного тела (протез). У них велика возможность развития инфекции в плевральной полости, резко ухудшающая результаты.

Диагностика релаксации диафрагмы должна быть комплексной. Основное значение имеют рентгеноконтрастные методы исследования.

При релаксации диафрагмы показания к операции возникают при выраженных клинических проявлениях заболевания, слева чаще, чем справа. Оптимальным является трансторакальный доступ в VII—VIII межреберье, позволяющий идеально выполнить пластику.

При релаксации диафрагмы оптимальной является пластика собственными тканями. При резких дегенеративно-дистрофических изменениях диафрагмы и больших дефектах показано протезирование.

При протезировании диафрагмы следует особенно строго проводить профилактику инфекции, которая может свести на нет успех опе-



И. В. КВАНТАЛИАНИ

## О ВОЗМОЖНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ СЕПТ У АММОНОИДЕЙ

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 2.12.1983)

Способ построения новых септ у аммоноидей и современных головоногих моллюсков вызывает интерес с давних времен [1—5 и др]. Наиболее трудным для исследователей является установление механизмов образования септ головоногих моллюсков, давно прекративших свое существование. Однако благодаря наблюдениям и экспериментам над ныне живущими головоногими [6—12] представляется возможность высказать мнение об образовании септ у аммоноидей.

Наружная раковина как вымерших, так и рецентных головоногих моллюсков представляет собой сложный, так называемый гидростатический аппарат, выполняющий функцию защиты и опорного скелета для мягкого тела животного. Она состоит из трех основных частей — протоконха, фрагмокона жилой камеры. Существенной и наиболее важной морфологической особенностью раковины является наличие септ и муральных гребней. Последние участвуют в сложном процессе септообразования [7, 8, 12].

Каждый отдельно взятый элемент, в том числе и септы, и муральные гребни, являются продуктом секреции гистологически дифференцированных различных зон эпителия мантии. Установление муральных гребней (ребер) [7, 8] имеет большое значение для выяснения и разгадки механизмов построения новых септ.

В настоящее время существуют две гипотезы. Согласно первой из них, предложенной А. И. Джанелидзе [1], новая септа закладывается в контакте со старой, но не на периферии, а в центральной части септальной мантии. Стимулом для образования новой септы могло бы служить образование между септой и телом животного крайне тонкого слоя газа<sup>1</sup>. В таком случае новая септа, развиваясь, точно копировала старую. Уже переместившись на необходимое расстояние, на новом месте септа срасталась со стенкой раковины.

Согласно другой гипотезе, септы строятся таким же способом, как и у современного наутилуса — от периферии, от стенки раковины, путем образования мурального гребня, к которому позднее прикрепляется септальная мантия, секреторирующая септу.

Последовательность выделения септ у аммоноидей описывается и в более поздних работах [13—15 и др.]. Однако нигде не говорится о месте зарождения новой септы — в центральной части септальной мантии с последующим прикреплением ее к раковине изнутри на новом месте или с предварительным закреплением на новом месте задней частью мантии — от стенки раковины к центру.

Данную проблему септообразования рассмотрим с учетом результатов наших наблюдений под растровым электронным микроскопом [16] и анализа литературных источников.

<sup>1</sup> По наблюдениям Биддер [6] над современным наутилусом, предположение о наличии газа между телом животного и септой не находит подтверждения.





В отличие от наутилоидей, у аммонитов септальная часть мантии была построена весьма сложно. Она целиком представляла собой эластичную, хорошо развитую мускулатуру, способную в нужный момент напрягаться или расслабляться. По всей вероятности, это качество животным использовалось и при построении септ.

Актуалистический метод исследований [7, 8, 12] позволяет нам предположить следующее.

Предыдущая камера, очевидно так же, как и у современного наутилуса, начинала освободжаться от камерной жидкости. Септальная мантия должна была находиться в тесном контакте с предыдущей септой. Одновременно с этим происходило формирование мурального гребня — фундамента и опоры для построения новой септы. Существующий органический слой в жилой камере резорбировался, и новый муральный гребень прочно соединялся с внутренним призматическим слоем раковины. В отдельных случаях этот слой резорбировался полностью, и тогда муральный гребень прикреплялся к наружному призматическому слою предыдущего оборота или происходило прямое соединение мурального гребня с органическим слоем, выступающим жилую камеру. Передний край мантии надстраивал новую часть раковинной трубки. Тело животного продвигалось вперед и прикреплялось к новому муральному гребню. Позднее будущая камера полностью должна была заполниться жидкостью. Мышцы задней, апикальной (септальной) части мантии находились в напряженном состоянии и под давлением внутрикамерной жидкости обеспечивали стабильность формы будущей септы. Септальный эпителий секретировал одновременно всей поверхностью септальной части мантии первую органическую составляющую септы. Вслед за этим выделялся пластинчатый известковый слой. Пластинчатая структура облегчала аммониту создание сложно изогнутой поверхности септ и их прочное прикрепление как к муральному гребню, так и к внутренней поверхности стенки раковины. Одновременно с секрецией септы септальный эпителий формировал сифон. Вокруг сифона выделялась конхиолиновая оболочка, края которой могли обызвествляться. Конхиолиновый слой сифона был связан с первым конхиолиновым слоем септы.

Новая камера до полного завершения кальцификации септ должна была освободжаться от жидкости. В то же время новая септа продолжала утолщаться.

Цикл септообразования завершался полной кальцификацией септы и формированием органического слоя, выстилающего переднюю поверхность новой септы и полость жилой камеры. Все гидростатические камеры, таким образом, были изнутри покрыты органической пленкой, или пелликулой. Септальная трубка, направленная вперед, формировалась за счет складки, существующей в задней части тела аммонита, секретировалась септальным эпителием и также выстилалась снаружи и внутри органическими слоями. Одновременно с этим формировался новый муральный гребень, означающий начало нового цикла камерообразования. Следовательно, образование мурального гребня опережает выделение септы.

Таким образом, септальный эпителий секретировал трехслойную септу, состоящую из первого органического слоя, перламутрового и второго органического слоя.

Резюмируя, можно констатировать, что у аммонитов, по всей вероятности, сложный процесс камерообразования проходил так же, как и у современного наутилуса, но с некоторыми отличиями. Возможно, что у аммонитов на выделение новой септы, из-за ее сложной гофрировки, требовалось гораздо больше дней, чем наутилоидеям [12], а возможно, образование септ у них происходило в динамике, при не-

сколькo пониженной активной жизнедеятельности животного в момент прикрепления септальной части мантии к муральному гребню, т. е. тогда, когда у мягкого тела животного отсутствовала прочная опора в апикальной части мантии. После завершения одного цикла построения септы сразу же наступал новый цикл. Процесс выделения септ, таким образом, нам представляется перманентным. Лишь в геронтической стадии развития рост замедлялся или вовсе прекращался.

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

(Поступило 2.12.1983)

პალეობიოლოგია

ი. კვანტალიანი

სეპტების გამოყოფის შესახებ თანამიმდევრობის შესახებ  
 ამონიოიდებში

რეზიუმე

ნიჟარების რასტრული ელექტრონული მიკროსკოპით შესწავლის საფუძველზე განხილულია ამონიოიდებში სეპტების გამოყოფის თანამიმდევრობის მოდელი. სეპტების გამოყოფა ყოველთვის იწყება მურალური ქედის წარმოქმნით. მოგვიანებით მას ემაგრება მანტიის აპიკალური ნაწილი, რომლის მთელი ზედაპირი იწყებს სეპტის სეკრეციას — პირველი ორგანული, სადაფისა და მეორე ორგანული შრეების გამოყოფას.

PALAEOBIOLOGY

I. V. KVANTALIANI

ON THE SUCCESSIVE FORMATION OF SEPTA OF AMMONOIDS

Summary

Basing on an examination of the shell by a scanning electron microscope, a model of the possible successive formation of the septa of ammonoids is suggested. The cycle of septa formation starts with the secretion of the mural ridge. Later the apical part of the mantle attaches to it and the secretion of septa begins on the whole surface—separation of the first organic layer, of nacreous layer, and the second organic one.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. И. Джанелидзе. Сообщения АН ГССР, 7, № 9, 10, 1946.
2. В. Е. Руженцев. Изв. АН СССР, сер. биол., № 6, 1946.
3. В. В. Друщиц. Нижнемеловые аммониты Крыма и Северного Кавказа. М., 1956.
4. Н. Г. Химшиашвили. Верхнеюрская фауна Грузии. Тбилиси, 1957.
5. Ю. Н. Попов. Палеонт. ж., № 4, 1959.



6. A. Bidder. Nature, 196, 1962.
7. W. Blind. Paläontol. Z., 49, 3, 1975.
8. W. Blind. Neues Jahrb. Geol. und Paläontol., Abh. Bd. 160, 2, 1980.
9. G. E. G. Westermann. Paläontol. Z., 49, 3, 1975.
10. U. Bayer. Neues Jahrb. Geol. und Paläontol. Abh. Bd. 154, N. s., 1977.
11. C. Kulicki. Acta Paleontologica Polonica, v. 20, № 4, 1975.
12. P. Ward *et al.* Paleobiology, 7, 4, 1981.
13. В. В. Друшиц, Н. Хиами. Палеонт. ж., 1, 1970.
14. В. В. Друшиц, Л. А. Догужаева. Аммониты под электронным микроскопом. М., 1981.
15. В. В. Друшиц, И. В. Кванталиани, М. В. Кнорина, М. З. Шарикадзе. Вестн. МГУ, сер. 4, Геология, № 3, 1982.
16. И. В. Кванталиани. Сообщения АН ГССР, 111, № 2, 1983.

Г. И. ЛЕМОИДЖАВА

## МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ РАЗМЕЩЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

(Представлено академиком А. Л. Гуния 21.4.1983)

В данной работе предлагается модель размещения производства древесно-стружечных плит (ДСП) в масштабе региона.

Сырьем для производства ДСП является технологическая щепа, которая получается из древесины и отходов лесозаготовки и деревообработки. При производстве этого сырья используются различные рубительные машины. Территориальное размещение последних должно решаться одновременно с вопросами размещения производства ДСП.

С учетом этих особенностей производства данного вида продукции можно сформулировать математическую модель (обозначим ее через А) этой задачи в следующем виде:

$$\gamma x_k + \sum_{l \in L} u_{kl} - \sum_{l \in L} u_{lk} \leq Y_k^0, \quad k \in K, \quad (1)$$

$$x_k \leq H_k \delta_k, \quad k \in \bar{K}, \quad (2)$$

$$\sum_{l \in \bar{L}} \bar{u}_{kl} \geq a_l, \quad l \in \bar{L}, \quad (3)$$

$$\sum_{l \in \bar{L}} u_{kl} = X_k, \quad k \in \bar{K}, \quad (4)$$

$$x \geq 0, \quad u \geq 0, \quad \bar{u} \geq 0, \quad \delta_k \in \{0, 1\}, \quad (5)$$

$$\sum_{k \in \bar{K}} C_k X_k + \sum_{k \in \bar{K}} D_k \delta_k + \sum_{k, l} C_{kl} u_{kl} + \sum_{k, l} \bar{C}_{kl} \bar{u}_{kl} = \min, \quad (6)$$

где  $Y_k^0$  — возможный объем сырья для изготовления технологической щепы в  $k$ -м пункте ее производства;  $H_k$  — максимальная допустимая мощность производства щепы в  $k$ -м пункте;  $a_l$  — потребность  $l$ -го пункта в технологической щепе для производства ДСП;  $\gamma$  — коэффициент пересчета исходного сырья на технологическую щепу;  $C_k$  — текущие затраты производства щепы в  $k$ -м пункте;  $D_k$  — капитальные затраты в  $k$ -м пункте;  $C_{kl}$ ,  $\bar{C}_{kl}$  — транспортные затраты на перевозку, соответственно, отходов (лесозаготовки деревообработка) и технологической щепы;  $\delta_k$  — целочисленные переменные;  $x_k$  — искомый объем производства технологической щепы в  $k$ -м пункте;  $u$ ,  $\bar{u}$  — транспортные переменные;  $K$ ,  $L$  — множества пунктов производства и по-



требления продукции;  $K$  — множества пунктов, где предполагается разместить производство технологической щепы;  $\bar{L}$  — пункты потребления конечной и промежуточной продукции.

Задача (А) производственно-транспортного типа с частично-целочисленными переменными. Последний момент несколько осложняет процесс решения задачи. Но если учесть то, что в каждом пункте предполагается размещать однотипные виды оборудования, стоимость которых почти одинакова, то очевидно, что отражение затрат на них целевой функции не будет влиять на формирование оптимального варианта размещения производства. Поэтому можно предположить, что  $\delta_k = 1$ ,  $k \in \bar{K}$ . Таким образом, полученная задача (обозначим ее через (1)) является задачей линейного программирования, для последнего существует двойственная задача:

$$q_k \leq C_k + \gamma P_k + h_k, \quad k \in K, \quad (7)$$

$$p_l - P_k \leq C_{kl}, \quad k \in K, \quad l \in L, \quad (8)$$

$$d_l - q_k \leq \bar{C}_{kl}, \quad k \in \bar{K}, \quad l \in \bar{L}, \quad (9)$$

$$p \geq 0, \quad d \geq 0, \quad (10)$$

$$\sum_l a_l q_l - \sum_k Y_k P_k - \sum_K H_k h_k = \max. \quad (11)$$

Конечным продуктом данной системы производства являются древесно-стружечные плиты, а пункты их производства зафиксированы. Для них предусматриваются варианты реконструкции и расширения, поэтому в пунктах  $l \in \bar{L}$  оценки технологической щепы будут отличными от нуля.

Если зафиксировать эти оценки на каком-то уровне в задаче (7)–(11), то условие (9) можно записать так:  $d_l^0 - q_k \leq \bar{C}_{kl}$ . Таким путем полученную задачу обозначим через (Д).

Исходную задачу (Д), которая получается из (1) исключением условия (3), обозначим через (1<sub>1</sub>).

В результате решения задачи (Д) определяются системы оценок  $(p, q, h)$ . Этим оценкам соответствует вектор-план  $(x, u, \bar{u})$  задачи (1<sub>1</sub>), но так как в данном случае ограничение (3) не учитывается, этот план может оказаться недопустимым. Это указывает на то, что оценки  $d_l^0$  являются заниженными, и их на следующем шаге решения задачи необходимо скорректировать определенным образом.

Для этой цели определим  $\min_k \{c_k + \bar{C}_{kl}, k \in \bar{K} \setminus k_0\}$ , где  $k_0$  — множество объектов, от которых поставки технологической щепы в  $e$ -й пункт вошли в оптимальный план. Допустим, минимум достигается при  $k = k_1$ , когда, если прибавить разность  $\Delta = (c_{k_1} + \bar{C}_{k_1 l}) - \max_{k \in K_0} \{c_k + \bar{C}_{kl}\}$  к  $d_l^0$ , то на следующем этапе  $d_l^1 = d_l^0 + \Delta$  в план должен войти  $X_{k_1}$  к  $\bar{h}_{k_1 l}$ . Следовательно, таким путем можно добиться выполнения условия (3). Такой план будет допустимым для задачи (1), но не обязательно оптимальным.



Условия оптимальности для такого плана можно сформулировать таким образом: если план  $(x^*, u^*, \bar{u}^*)$  является оптимальным решением задачи (1<sub>1</sub>) и вместе с тем условия (3) выполняются как строгие равенства, а соответствующие им оценки удовлетворяют условиям задачи (Д), то данный план является оптимальным решением задачи (1).

Предположим, что  $(x^*, u^*, \bar{u}^*)$  является допустимым планом задачи (1), а соответствующие им оценки  $(p^*, q^*, h^*)$  при  $d_l = d_l^*$ , оптимальным для задачи (1<sub>1</sub>). Тогда очевидно, что если условия (3) выполняются как строгие неравенства, то  $d_l^*$  для  $l$ -го пункта является завышенным, поэтому его надо корректировать в сторону понижения. Для этой цели определим  $\max_{k \in K_0} \{c_k + \bar{C}_{kl}\} = \Delta_1$ . Пусть это достигается при  $k = k_1$ , затем определяем

$\max_{k \in K_0 \setminus k_1} \{c_k + \bar{C}_{kl}\} = \Delta_2$  и разность  $\Delta = \Delta_1 - \Delta_2$ . Новые оценки будут определяться таким образом:  $d_l^1 = d_l^* - \Delta$ . На следующем этапе решения задачи (1<sub>1</sub>) при  $d_l = d_l^1$  степень неувязки условия (3) будет уменьшаться. С помощью таких процедур, через определенные шаги можно добиться выполнения условия (3), как строгого равенства.

Согласно вышеприведенному условию оптимальности это будет означать, что оптимальное решение задачи (1) получено. Но, с другой стороны, переход к задаче (1) осуществлялся путем неэквивалентного преобразования исходной задачи (А), поэтому их оптимальное решение может не совпадать, хотя всякий допустимый план задачи (1) будет таким же планом и для задачи (А). Таким образом, вышеприведенным способом полученный план может быть улучшен для задачи (А).

Допустим, что при оптимальном плане  $(x^*, u^*, \bar{u}^*)$  задачи (1) в некоторых пунктах  $k \in K_1$  мощности производства технологической щепы используются в незначительной степени. Для проверки оптимальности данного плана по отношению к задаче (А) предположим, что в (1) все  $\delta_k = 0$ ,  $k \in \bar{K}_1$  (обозначим эту задачу через  $(\tilde{I})$ ), затем оценки нужно скорректировать таким образом, чтобы условия (3) выполнялись точно также, как это было при  $(x^*, u^*, \bar{u}^*)$ . Последний прием требуется для того, чтобы в результате решения задачи  $(\tilde{I}_1)$  сразу же можно было получить оптимальный план задачи  $(\tilde{I})$ . Задача  $(\tilde{I}_1)$  получается из  $(\tilde{I})$  точно так же, как (1<sub>1</sub>) из задачи (1).

Корректировку  $d_l^*$  с учетом этого нужно производить таким образом:

$$d_l^0 = d_l^* + \theta, \text{ где } \theta = \max_l \{ \theta_l = \gamma \max_{\bar{k} \in \bar{K}_0} \{c_l + c_{lk}\} - \max_{\bar{k}, k} \{c_{\bar{k}k} + C_k + \bar{C}_{kl}\} \}.$$

Затем в (7)–(11) полагаем, что  $d_l = d_l^0$  и определяем решение  $(x_0, u_0, \bar{u}_0)$  задачи  $(\tilde{I}_1)$ , которое также является решением задачи  $(\tilde{I})$ . На этих планах модели (I) и  $(\tilde{I})$  сравниваем значения их функционалов, и, если окажется, что  $\varphi_l(x^*, u^*, \bar{u}^*) \leq \varphi_l(x_0, u_0, \bar{u}_0)$ , то это доказывает оптимальность плана  $(x^*, u^*, \bar{u}^*)$  для задачи (А). В противном слу-

чае  $(x_0, u_0, \bar{u}_0)$  является более предпочтительным планом задачи (A), чем предыдущий. Анализ последнего плана нужно проводить таким же образом, как это было сделано выше для  $(x^*, u^*, \bar{u}^*)$ .

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт экономики и права

Академия наук СССР  
 Центральный экономико-  
 математический институт

(Поступило 20.5.1983)

ეკონომიკა

ბ. ლემონჯავა

მერქან-პურპუშელოვანი ფილების წარმოების განლაგების და  
 განვითარების ოპტიმიზაციური მოდელი

რეზიუმე

ფორმულირებულია ორეტაპობრივი მოდელი, რომლის კომპლექსში განხილულია გამოსავალი ნედლეულის გადაზიდვის, მისი გადამუშავების და საბოლოო პუნქტამდე პროდუქციის გადაზიდვის საკითხები.

ECONOMICS

G. I. LEMONJAVA

GROWTH OPTIMIZATION AND TERRITORIAL DISTRIBUTION MODEL  
 FOR WOOD-PULP PLATES PRODUCTION

Summary

A two-step model is stated in which the whole complex of problems of the raw material transportation, its processing, and product delivery to the consumers is considered.



## 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 должна быть представлена автором в двух экземплярах, в готовом для печати виде, на грузинском или на русском языке, по желанию автора. К ней должны быть приложены резюме—к грузинскому тексту на русском языке, а к русскому на грузинском, а также краткое резюме на английском языке. Объем статьи, включая иллюстрации, резюме и список цитированной литературы, приводимой в конце статьи, не должен превышать четырех страниц журнала (8000 типографских знаков), или шести стандартных страниц машинописного текста, отпечатанного через два интервала (статьи же с формулами—пяти страниц). Представление статьи по частям (для опубликования в разных номерах) не допускается. Редакция принимает от автора в месяц только одну статью.

5. Представление академика или члена-корреспондента на имя редакции должно быть написано на отдельном листе с указанием даты представления. В нем необходимо указать: новое, что содержится в статье, научную ценность результатов, насколько статья отвечает требованиям пункта 1 настоящего положения.

6. Статья не должна быть перегружена введением, обзором, таблицами, иллюстрациями и цитированной литературой. Основное место в ней должно быть отведено результатам собственных исследований. Если по ходу изложения в статье сформулированы выводы, не следует повторять их в конце статьи.

7. Статья оформляется следующим образом: сверху страницы в середине пишутся инициалы и фамилия автора, затем—название статьи; справа сверху представляющий статью указывает, за какой области науки относится она. В конце основного текста статьи с левой стороны автор указывает полное название и местонахождение учреждения, где выполнена данная работа.

8. Иллюстрации и чертежи должны быть представлены по одному экземпляру в конверте; чертежи должны быть выполнены черной тушью на кальке. Надписи на чертежах должны быть исполнены каллиграфически в таких размерах, чтобы даже в случае уменьшения они оставались отчетливыми. 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 иная иллюстрация. Не должны представляться таблицы, которые не могут уме-



ститься на одной странице журнала. Формулы должны быть четко вписаны чернилами в оба экземпляра текста; под греческими буквами проводится одна черта красным карандашом, под прописными — две черты черным карандашом снизу, над строчными — также две черты черным карандашом сверху. Карандашом должны быть обведены полукругом индексы и показатели степени. Резюме представляются на отдельных листах. В статье не должно быть исправлений и дополнений карандашом или чернилами.

9. Список цитированной литературы должен быть отпечатан на отдельном листе в следующем порядке. Вначале пишутся инициалы, а затем — фамилия автора. Если цитирована журнальная работа, указываются сокращенное название журнала, том, номер, год издания, а если цитирована книга, — полное название книги, место и год издания. Если автор считает необходимым, он может в конце указать и соответствующие страницы. Список цитированной литературы приводится не по алфавиту, а в порядке цитирования в статье. При ссылке на литературу в тексте или в сноске номер цитируемой работы помещается в квадратные скобки. Не допускается вносить в список цитированной литературы работы, не упомянутые в тексте. Не допускается также цитирование неопубликованных работ. В конце статьи, после списка цитированной литературы, автор должен подписаться и указать место работы, занимаемую должность, точный домашний адрес и номер телефона.

10. Краткое содержание всех опубликованных в «Сообщениях» статей печатается в реферативных журналах. Поэтому автор обязан представить вместе со статьей ее реферат на русском языке (в двух экземплярах).

11. Автору направляется корректура статьи в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или печатать ее без визы автора.

12. Автору выдается бесплатно 25 оттисков статьи.

(Утверждено Президиумом Академии наук Грузинской ССР 10.10.1968; внесены изменения 6.2.1969)

Адрес редакции: Тбилиси 60, ул. Кугузова, 19, телефоны: 37-22-16, 37-86-42.

Почтовый индекс 380060

Условия подписки: на год — 22 руб. 80 коп.

## ს ვ ტ ო რ ტ ა ს ა ყ უ რ ა დ ე ბ ო დ

1. ჟურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიისათა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევებათა ჭერ 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 ბოკეშული არაა მეცნიერებისათვის განსაკუთრებით საინტერესო შედეგები.
3. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიკოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბუქლად წელიწადში შეუძლია წარმოდგინოს სხვა ავტორთა არა უმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით), ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი. საკუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანაავტორებთან ერთად — არა უმეტეს სამი წერილისა. გამონაკლის შემთხვევაში როცა აკადემიკოსი ან წევრ-კორესპონდენტი მოითხოვს 12-ზე მეტი წერილის წარდგინას, საკითხს წყვეტს მთავარი რედაქტორი. წარდგინების გარეშე შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია წარმოსადგენად გადასცემს აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (გარდა აკადემიკოსისა და წევრ-კორესპონდენტისა) წელიწადში შეუძლია „მოამბეში“ გამოაქვეყნოს არა უმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთია, თანაავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).
4. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბუქლად საცემბით მზა სახით, ავტორის სურვილისამებრ ქართულ ან რუსულ ენაზე. ქართულ ტექსტს თან უნდა ახლდეს რუსული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე, ხოლო რუსულ ტექსტს — ქართული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე. წერილის მოცულობა ილუსტრაციებითურთ, რეზიუმეებითა და დამოუკიდებელი ლიტერატურის ნუსხითურთ, რომელიც მას ბოლოში ერთვის, არ უნდა აღემატებოდეს ჟურნალის 4 გვერდს (8000 ასტამბო ნიშანი), ანუ საწერ მანქანაზე ორი ინტერვალით გაღაწერილ 6 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულებიანი წერილი კი 5 გვერდს). არ შეიძლება წერილების ნაწილებად დაყოფა სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად. ავტორისაგან რედაქცია ღებულობს თვეში მხოლოდ ერთ წერილს.
5. აკადემიკოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილში, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უპასუხებს ამ წესების 1 მუხლის მოთხოვნას.
6. წერილი არ უნდა იყოს გადატვირთული შესავლთ, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოუკიდებელი ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დათმობილი საკუთარი გამოკვლევის შედეგებს. თუ წერილში გვინდავა, კვეთავების მიხედვით გადამოცემულია დასკვნები, მაშინ საჭირო არაა მათი გამეორება წერილის ბოლოს.
7. წერილი ასე ფორმდება: თავში ზემოთ უნდა დაიწეროს ავტორის ინიციალები და გვარი, ქვემოთ — წერილის სათაური. ზემოთ მარჯვენა მხარეს, წარმომდგენა უნდა წააწეროს, თუ მეცნიერების რომელ დარგს განეკუთვნება წერილი. წერილის ძირითადი ტექსტის დასას, მარჯვენა მხარეს, ავტორმა უნდა აღნიშნოს იმ დაწესებულების სრული სახელწოდება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია შრომა.
8. ილუსტრაციები და ნახაზები წარმოდგენილ უნდა იქნეს თითო ცალად კონვერტით. ამასთან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს კალკაზე შავი ტუშით. წარწერები ნახაზებს უნდა გაუკეთდეს კალიგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემიკრიბოს შემთხვევაში კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოებისა და ნახაზების დაწებება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდზე ფანქრით უნდა აღნიშნოს, რა ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისეთი ცხრილი, რომელიც ჟურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მელნით მკა-

ფიოდ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ეგზემპლარში, ბერძნულ ასოებს ქვემოთ ყველ-  
გან უნდა გაესვას თითო ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს—ქვემოთ ორ-ორად დაწვე-  
რა ხაზი შავი ფანქრით, ხოლო არამთავრულ ასოებს — ზემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი  
ფანქრით. ფანქრითვე უნდა შემოიფარგლოს ნახევარწრივ ნიშნაკებიც (ინდექსები და ხარის-  
ხის მაჩვენებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე. წე-  
რილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფანქრით ან მელნით.

9. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცელზე. საჭიროა დაცულ  
იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საყურანაო  
შრომა, ვუჩვენოთ ყურანალის 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 ნუმერა-  
ციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით, არამედ  
დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტსა თუ შენიშვნებში  
კვადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენებია უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა.  
არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც  
ტექსტში მითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის დამოწმება.  
დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს სად მუშა-  
ობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

10. „მოამბეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერა-  
ტულ ყურნალში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს  
მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

11. ავტორს წასაკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებდ შეკრული კორექტურა მკაც-  
რად განსაზღვრული ვადით (არაუმეტეს ორი დღისა). თუ დადგენილი ვადისათვის კორექ-  
ტურა არ იქნა დაბრუნებული, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან  
დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

12. ავტორს უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 25 ამონაბეჭდი.

(დამტკიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის  
პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1968; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969)

რედაქციის მისამართი: თბილისი 60, კუტუზოვის ქ. № 19; ტელ. 37-22-16, 37-93-42.

საფოსტო ინდექსი 380060

ხ ე ლ მ ო წ ე რ ი ს პ ი რ ო ბ ე ბ ი: ერთი წლით 22 მან. 80 კაპ.



6<sup>1249</sup>/10



ფასი 1 რუბ. 90 კპ.  
ЦЕНА 1 РУБ. 90 КОП.