

524

1986



ISSN—0132—1447

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

# გოაგბე

# СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

# BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 121 ტომ

№ 2

თებერვალი 1986 ФЕВРАЛЬ

თბილისი \* ТБИЛИСИ \* TBILISI

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

ემთხვე

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 121 том

№ 2

თებერვალი 1986 ФЕВРАЛЬ



ს ა რ მ დ ა შ ც ი ო კ ო ლ ე გ ი ა

- ე. ანდრონიკაშვილი, ა. აფაქიძე, ბ. ბალაყაძე, ა. ბიწაძე, ლ. გაბუნია (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), თ. გამყრელიძე, ვ. გომელაური, ა. გუნია (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), ს. დურმიშიძე, ა. თავხელიძე, ჯ. ლომინაძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), გ. მელიქიშვილი, თ. თნიანი, ე. სენიაშვილი, ა. ფრანგიშვილი, ი. ფრანგიშვილი, ა. ცაგარელი, გ. ციციშვილი, ა. ძიძიგური, შ. ძიძიგური, გ. ხარატიშვილი, ე. ხარაძე (მთავარი რედაქტორი, ნ. ჯავახიშვილი, გ. ჯიბლაძე

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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

გადაეცა ისაწყობად 29.12.1985; ხელმოწერილია დასაბეჭდად 21.3.1986; შეკვ. № 4202; ანაწყობის ზომა 7×12<sup>3</sup>/<sub>4</sub>; ქალაქის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 14; საარტიცხო-საგამომცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 19,6; უე 02911; ტირაჟი 1350; ფასი 1 მან. 90 კაპ.

Сдано в набор 29.12.1985; подписано к печати 21.3.1986; зак. № 4202; размер набора 7×12<sup>3</sup>/<sub>4</sub>; размер бумаги 70×108; физический лист 14; уч. издательский лист 18,5; печатный лист 19,6; УЭ 02911; тираж 1350; 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

შ ი ნ ა ა რ ს ი

მათემატიკა

- \*ხ. ინასარიძე. (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). ზუსტ ბიფუნ-ქტორულ ჰომოლოგიის თეორიათა დახასიათების შესახებ 243
- \*მ. ზაინულაბიძე. ჰიპერბოლურ-პარაბოლური განტოლების ერთი მარტივი მოდელის შესახებ ტიპის ცვალებადობის ორი წირით 248
- \*ი. სპიტკოვსკი. სინგულარული ინტეგრალური ოპერატორების შესახებ უბან-უბან სექტორიალური მატრიცული სიმბოლოთი 251
- \*რ. განელიძე. დრეკადობის 'კლასიკური თეორიის დინამიკის' ზოგიერთი ახალი სასაზღვრო-საკონტაქტო ამოცანა არაერთგვაროვანი ანიზოტროპული დრეკადი გარემოსათვის 256
- \*მ. მეგრელიშვილი. ტოპოლოგიური სივრცეების ძლიერად ერთგვაროვან სივრ-ცეებში ჩადგმის შესახებ 260
- \*ვ. ნარმანია. ერთი თეორემა სასრულგანზომილებიან ალგებრათა შესახებ 264
- \*მ. ბიწაძე.  $Lip \alpha$  კლასის ფურიეს ჯერადი მწკრივები მონოტონური კოეფიციენტებით 266
- \*ზ. მიმინოშვილი. მილნორის ტიპის ფორმულების შესახებ 272
- \*ზ. ნიშნიანძე. არადეტერმინირებული დინამიკური პროცესების აღწერის საკი-თხისათვის 276

კიბერნეტიკა

- \*ე. ემელიჩევა, მ. კოვალიოვი. ხისმაგვარი პოლიმატროიდები და ექსტრემალური ამოცანები გადაადგილებებზე 279
- \*გ. ბოლოთაშვილი. გადაადგილებადი მრავალკუთხედის წახანგების შესახებ 284
- \*ნ. ველიაშვილი, კ. დოკვაძე. პროგრამირების ენა ბეისიკის ქართული ვარიან-ტის შექმნის საკითხისათვის 287

ფიზიკა

- \*მ. ზაქარაია. მოუწესრიგებელ დილექტრიკებში მინარევული ცენტრების მიერ სი-ნათლის შთანთქმის თეორიისათვის 292
- \*გ. რაჭმაძე. გრძივი დარტყმის მექანიკა დრეკადი დეფორმირების მაღალი სიჩქა-რების დროს 296
- \*რ. ჯიბუტი, ნ. კრუპენიკოვა, ვ. ტომჩინსკი. დიეტონის ფოტოგახლე-ჩის გამოკვლევა იმპულსურ სივრცეში 300
- \*ნ. ბერჩენკო, დ. ზარიძე, გ. ქორაძე. ზედაპირული დაუნაგული ფენის გავლენის ანალიზი გაღვანობანიტურ ეფექტებზე თხელ ეპიტაქსიალურ  $Pb_{1-x}Sn_xTe$  ფენებში 303

\* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

საქ. სსრ კ. მაკაშვილი  
სახ. საბ. რეზუმე  
ბიბლიოთეკა

## ასტრონომია

- \*ი. ალანოა. ლირის RR-ის ტიპის ვარსკვლავების მეტალურობის ინდექსის ცვლილების საკითხის შესახებ 308

## გეოფიზიკა

- \*რ. გოგუა, ბ. ასანიძე, თ. შულაია, ლ. ბერძნიშვილი. დედამიწის ქერქის ზედა ნაწილის მაგნიტური მოდელი აჭარის ტერიტორიისათვის 311
- \*თ. ზარდალიშვილი, ბ. მხეიძე, ბ. ენენშტეინი. მრავალფენიანი კრილის სიმძლავრის და კუთრი წინაღობის განცალკევებული განსაზღვრის მეთოდის ველის დამყარების ზონდირებით 316
- \*გ. ლორთქიფანიძე. სასაზღვრო ფენის სითბური სტრუქტურა 319

## ანალიზური ქიმია

- \*ი. სადაგოვა, ვ. ერისთავი, ნ. კუციავა. ზემენის ატომ-აბსორბციული სპექტრომეტრის ანალიზური მახასიათებლების ოპტიმიზაცია 324

## ორბანული ქიმია

- \*მ. გვერდწითელი, რ. დევდარიანი. იზომერებისა და იზომერიზაციის რეაქციების ალგებრული დახასიათება ალკანოლა ჰომოლოგიურ რიგში 327
- \*რ. ლალიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი), შ. კუპრავა, ა. დვალიშვილი, რ. კლდიაშვილი, ი. აბესაძე, გ. სამსონია. 2,3,7,8-ტეტრანიტრო-5,5,10,10-ტეტრამეთილ-4h,5,9h,10-ტეტრაპილდროინდენო(2,1-a) ინდენში ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქციები 332
- \*ს. აბნეროვა. პოლიციკლური ბისფენოლების მეთილოლწარმოებულების საფუძველზე მიღებული არმირებული მასალების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების კვლევა 334

## ფიზიკური ქიმია

- \*ვ. ბერიოჟკინი, თ. ანდრონიკაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ნ. ნადირაძე, ლ. ლაფერაშვილი. ცელითებით შეესებული ქრომატოგრაფიული სვეტის ეფექტურობის გაზრდის საკითხისათვის 340
- \*თ. ძიგვაშვილი, მ. ხარსონი, ა. დოლიძე, ს. კიპერმანი. ნ-პექსანის იზომერიზაცია და არომატიზაცია Pt—Cu დაფენილ კატალიზატორებზე 343

## ქიმიური ტექნოლოგია

- \*ი. შავოშვილი, რ. აგლაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), რ. დემეტრაშვილი. ზოგიერთი ფაქტორის გავლენა მინგანუმ-თუთიის შენადნობის ელქტროგამოლექვაზე 347

## გეოლოგია

- \*ვ. მაკაროვი. პირველადი მაგმატოგენური ალბიტ-კარბონატული პარაგენეზის რეგორც მანტიური ნივთიერების დეგაზაციის ინდიკატორი 351

\*ო. ქუცნაშვილი. ქანების მასივების კლასიფიკაციის შესახებ ნაპრალიანობის ხარისხის მიხედვით

355

მინერალოგია

\*ი. შველიძე. აფხაზეთის და ზემო სვანეთის მეტამორფული ქანების ბიოტიტების კორელაციური ანალიზი

359

საზოგადოებრივი მეცნიერება

\*რ. დვალისხვილი. სეისმურ ზემოქმედებაზე დრეკადპლასტიკური სისტემების გაანგარიშებისათვის

364

საბადოთა დაგეგმვა და გამდიდრება

\*გ. წიწკაშვილი. პოლიმერული მასრის კონსტრუქციის შემუშავება გარე მუხტების განლაგებისათვის

367

მანქანათმშენობლა

\*პ. წულაია, მ. ხვინგია (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ი. ჩეკირდა, ვ. დანილოვიცივი. ოპერატორის თავისუფალი მოძრაობის მიკროსტრუქტურის გამოკვლევა

372

ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

\*ვ. მძინარიშვილი. ნაწილობრივად დაკვირვებადი არაწრფივი სტოქასტური სისტემების ოპტიმალური მართვის შესახებ

376

\*ო. ნატროშვილი, ვ. კოჭემიაკო, ჯ. სანიკიძე, ზ. ჯალიაშვილი. კვანტრონული ციფრული მოწყობილობის ვიდეოტერმინალური საინფორმაციო მატრიცის ორგანიზაციის შესახებ

379

მასალათა ტექნოლოგია

\*დ. სოსელია, თ. მჭედლიშვილი-პეტროსიანი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), გ. ზაალიშვილი. ალუმინის მდნის როგორც მინერალიზატორული დანამატის გამოყენება სწრაფმგებელი ჩაუჯდომადი ცემენტის მისაღებად

384

ბოტანიკა

\*ა. კოლაკოვსკი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). ექინოკოდონი — ხმელთაშუაზღვის მატიტასებრთა ახალი გვარი

388

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

\*ნ. დუმბაძე, თ. გლოველი, ნ. მგალობლიშვილი. ეპილეფსიური აქტივობის ხასიათის დამოკიდებულება პირველადი კერის ლოკალიზაციაზე

392



## ბიოქიმია

- \*ვ. ფირიაშვილი, შ. რუხაძე, მ. კავილაძე, დ. უგრეხელიძე. ეგზოგენური ორგანული აზოტის (ნიტრობენზოლი, ანილინი) მეტაბოლიზმი ბარდის ნაზარდებში 396

## ენტომოლოგია

- \*ი. მალანია, ც. ჩხუბიანიშვილი. ყურძნის ჭიის წინააღმდეგ მიკრობიოლოგიური ბრძოლისათვის შერეული ინფექციის შესწავლისათვის 399

## ზოოლოგია

- \*ნ. ტუკვაძე. კალციუმისა და ფოსფორის ცვლა კვერცხმდებელი ქათმების ორგანიზმში მათ ძირითად საკვებში ტორფისა და გუმბრინის დამატების შემდეგ 404

## პარაზიტოლოგია და ჰელმინთოლოგია

- \*ე. ყვავაძე, გ. კაკულია, თ. გორგაძე. ორი ახალი სახეობის ნემატოდა (Drilonematidae) ქაიყელებიდან 408

## ციტოლოგია

- \*ნ. ჯაფარიძე, რ. რიჟინაშვილი, ი. სვანიძე, გ. მარსაგიაშვილი, ვ. მოსიძე. ციტოპლაზმური რნმ-ის რაოდენობა წიწილების თავის ტვინის ნერვულ უჯრედებში იმპრინტინგის დროს 411

- \*მ. კალატოზიშვილი. კატის თავის ტვინის სენსომოტორული ქერქის ნეირონებში ატფ-აზის აქტივობის ცვლილება ექსპერიმენტული ეპილეფსიის დროს 416

## ექსპერიმენტული მედიცინა

- \*დ. ტვილდიანი, თ. ჩლაიძე. მაგნიტური ველის პოლარობის მნიშვნელობა მის გავლენაში გულზე ექსპერიმენტში 420

## პალეობიოლოგია

- \*ე. ყვავაძე. *Sciadopitys verticillata* Sieb. et Zucc. -ის მტვრის მარცვლების ზედაპირული გარსის სკულპტურის ელექტრონულ-მიკროსკოპიული გამოკვლევა 423

## ენათმეცნიერება

- ლ. ქანტურია, ც. ხომიჯურაშვილი. გრამატიკული კატეგორიების ზოგიერთი საკითხის შესახებ სპეციალურ ტექსტებზე მუშაობისას 425

- \*რ. კავთიაშვილი. ზედსართავები პრედიკატულ ფუნქციებში 432

## ფილოლოგია

- \*ვ. ჩერედნიჩენკო. დროის, სივრცისა და რიტმის ურთიერთდამოკიდებულების შესახებ ლიტერატურულ ნაწარმოებში 435

- \*მ. ვეკუა. რესპუბლიკურ პრესაში სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის პროპაგანდის ზოგიერთი ასპექტი (ვახუტების „ზარია ვოსტოკისა“ და „მოლოდიოე ვრუხის“ 1972—1980 წწ. ნომრების მიხედვით) 440

## აღმოსავლეთმცოდნეობა

- მ. ხარებავა. ნამიკ ქემალის ლიტერატურულ-ესთეტიკური მსოფლმხედველობის გაგებისათვის 441



## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

|                                                                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Х. Н. Инасаридзе (член-корреспондент АН ГССР). О характеристике точных бифункторных теорий гомологии                                            | 241 |
| М. М. Зайнулабидов. Об одной простейшей модели гиперболо-параболического уравнения с двумя линиями изменения типа                               | 245 |
| И. М. Спитковский. О сингулярных интегральных операторах с кусочно-секториальным матричным символом                                             | 249 |
| Р. И. Гачечиладзе. Некоторые новые гранично-контактные задачи динамики классической теории упругости для неоднородных анизотропных упругих сред | 253 |
| М. Г. Мегрелишвили. О вложении топологических пространств в пространства с сильными свойствами однородности                                     | 257 |
| В. Г. Нармания. Одна теорема о конечномерных алгебрах                                                                                           | 261 |
| М. Г. Бицадзе. Кратные ряды Фурье с монотонными коэффициентами из класса $Lip \alpha$                                                           | 265 |
| З. Р. Миминошвили. О формулах типа Милнора                                                                                                      | 269 |
| З. Г. Нишнианидзе. К вопросу описания динамики недетерминированных процессов                                                                    | 273 |

### КИБЕРНЕТИКА

|                                                                                                |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Е. В. Емеличева, М. М. Ковалев. Древоидные полиматроиды и экстремальные задачи на подстановках | 277 |
| Г. Г. Болоташвили. О гранях перестановочного многогранника                                     | 281 |
| Н. М. Велиашвили, К. А. Доквадзе. К вопросу создания грузинского варианта языка Бэйсик         | 285 |

### ФИЗИКА

|                                                                                                                       |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| М. Г. Закарая. К теории поглощения света примесными центрами в неупорядоченных диэлектриках                           | 289 |
| Г. Н. Размадзе. Механика продольного удара при высоких скоростях упругого деформирования                              | 293 |
| Р. И. Джибути, Н. Б. Крупенникова, В. Ю. Томчинский. Исследование фоторасщепления дейтрона в импульсном представлении | 297 |

\* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме статьи



- Н. Н. Берченко, Д. Ш. Заридзе, Г. И. Кочорадзе. Анализ влияния поверхностного окисленного слоя на гальваномагнитные эффекты в тонких эпитаксиальных пленках  $Pb_{1-x}Sn_xTe$

301

## АСТРОНОМИЯ

- И. Ф. Алания. К вопросу о колебании индекса металличности у звезд типа RR лиры

305

## ГЕОФИЗИКА

- Р. А. Гогуа, Б. З. Асанидзе, Т. В. Шулаия, Л. Д. Бердзенишвили. Магнитная модель верхней части земной коры Аджарии

309

- Т. О. Зардалишвили, Б. Д. Мхеидзе, Б. С. Эненштейн. Методика раздельного определения мощности и удельного сопротивления многослойного разреза зондированием становления поля

313

- Г. П. Лордкипанидзе. Тепловая структура пограничного слоя

317

## АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Ю. М. Садагов, В. Д. Эристави, Н. А. Куцава. Оптимизация аналитических характеристик зеемановского атомно-адсорбционного спектрометра

321

## ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- М. И. Гвердцители, Р. О. Девдариани. Алгебраическая характеристика изомеров и реакций изомеризации в гомологическом ряду алканолов

325

- Р. М. Лагидзе (член-корреспондент АН ГССР), Ш. Д. Куправа, А. И. Двалишвили, Р. Ш. Клдашвили, И. Г. Абесадзе, Г. Г. Самсония. Реакции нуклеофильного замещения в 2,3,7,8-тетранитро-5,5,10,10-тетраметил-4b,5,9b,10-тетрагидроиндено(2,1-a) индене

329

- С. В. Абнерова. Исследование физико-механических свойств армированных материалов на основе метиллолпроизводных полициклических бисфенолов

333

## ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- В. Г. Березкин, Т. Г. Андроникашвили (член-корреспондент АН ГССР), Н. А. Надирадзе, Л. Я. Лаперашвили. К вопросу повышения эффективности хроматографических колонок, заполненных цеолитами

337

- Т. Р. Дзигвашвили, М. С. Харсон, А. В. Долидзе, С. Л. Киперман. Изомеризация и ароматизация n-Гексана на Pt-Cu нанесенных катализаторах

341

## ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- И. Г. Шавошвили, Р. И. Агладзе (Академик АН ГССР), Р. А. Деметрашвили. Влияние некоторых факторов на электроосаждение сплава марганец-цинк 345

## ГЕОЛОГИЯ

- В. Н. Макаров. Первичный магматогенный альбит-карбонатный парагенезис как индикатор дегазации вещества мантии 349
- О. В. Куднашвили. О классификации массивов горных пород по степени трещиноватости 353

## МИНЕРАЛОГИЯ

- И. У. Швелидзе. Корреляционный анализ биотитов из метаморфитов Абхазии и Верхней Сванетии 357

## СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

- Р. В. Двалишвили. К расчету упругопластических систем на сейсмические воздействия 361

## РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ОБОГАЩЕНИЕ

- Г. И. Цицикашвили. Разработка конструкции полимерной гильзы для размещения наружного заряда 365

## МАШИНОВЕДЕНИЕ

- Г. Г. Цулая, М. В. Хвингия (член-корреспондент АН ГССР), И. Ф. Чекирда, В. В. Даниловцев. Исследование микроструктуры произвольных движений оператора 369

## АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

- В. В. Мдзинаришвили. Об оптимальном управлении частично наблюдаемыми нелинейными стохастическими системами 373
- О. Г. Натрошвили, В. П. Кожемяко, Д. О. Саникидзе, З. О. Джалиашвили. Об организации информационной матрицы видеотерминальных цифровых устройств на квантронах 377

## ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ

- Д. Т. Соселия, О. П. Мchedlishvili-Петросян (Член-корреспондент АН ГССР), Г. Г. Заалишвили. Использование алунитовой по-



роды в качестве минерализирующей добавки для получения быстротвердеющего безусадочного цемента

381

## БОТАНИКА

А. А. Колаковский (член-корреспондент АН ГССР). Эхинокодон — новый средиземноморский род колокольчиковых

385

## ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Н. В. Думбадзе, Т. Б. Гловели, Н. Р. Мгалоблишвили. Зависимость характера эпилептической активности от локализации первичного очага

389

## БИОХИМИЯ

В. А. Пирнашвили, Ш. М. Рухадзе, М. Ш. Қавиладзе, Д. Ш. Угрехелидзе. Метаболизм экзогенного органического азота (Нитробензол, анилин) в проростках гороха

393

## ЭНТОМОЛОГИЯ

И. Г. Малания, Ц. А. Чхубианишвили. К изучению смешанной инфекции для микробиологической борьбы с гроздовой листоверткой

397

## ЗООЛОГИЯ

Н. В. Туквадзе. Обмен фосфора и кальция в организме кур-несушек при добавлении в их основной корм торфа и Гумбрина

401

## ПАЗАРИТОЛОГИЯ И ГЕЛЬМИНТОЛОГИЯ

Э. Ш. Квавадзе, Г. А. Какулия, О. А. Горгадзе. Два новых вида нематод (Drilonmatidae) из дождевых червей

405

## ЦИТОЛОГИЯ

Н. Д. Джапаридзе, Р. С. Рижинашвили, И. К. Сванидзе, Г. А. Марсагишвили, В. М. Мосидзе. Изменение количества цитоплазматической РНК в нейронах конечного мозга цыплят при импринтинге

409

М. Д. Калатозишвили. АТФ-азная активность в нейронах сенсомоторной коры головного мозга кошек при экспериментальной эпилепсии

413

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Д. Д. Твилдиани, Т. И. Члаидзе. Значение полярности магнитного поля при его воздействии на сердце в эксперименте (по ЭКГ данным) 417

ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

Э. В. Квавадзе. Электронно-микроскопическое исследование скульптуры поверхностной оболочки пыльцевых зерен — *Sciadopitys verticillata* Sieb. et Zucc. 421

\* Л. А. Чантурия, Ц. Н. Хомизурашвили. Некоторые вопросы грамматических структур при работе над специальными текстами 425

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

Р. Г. Кавтиашвили. Прилагательные в предикативной функции 429

ФИЛОЛОГИЯ

В. И. Чередниченко. О взаимоотношении времени, пространства и ритма в литературном произведении 433

М. Т. Векуа. Некоторые аспекты пропаганды научно-технического прогресса в республиканской прессе (на примере газет «Заря Востока» и «Молодежь Грузии» 437

\* М. Н. Харебава. К понятию литературно-эстетического мировоззрения Намыка Кемаля 444

## C O N T E N T S

### MATHEMATICS

|                                                                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| H. N. Inassaridze. On the characterization of exact bifunctor homology theories                                                      | 243 |
| M. M. Zainulabidov. On one simple model of hyperbolic-parabolic equations with two curves of change of a type                        | 248 |
| I. M. Spitkovsky. On singular integral operators with a piecewise-sectorial matrix symbol                                            | 252 |
| R. I. Gachechiladze. Some new dynamic boundary-contact problems of classical elasticity for nonhomogeneous anisotropic elastic media | 256 |
| M. G. Megrelishvili. On the imbedding of topological spaces into spaces with strong properties of homogeneity                        | 260 |
| V. G. Narmania. One theorem on finite-dimensional algebras                                                                           | 264 |
| M. G. Bitsadze. Multiple trigonometric Fourier series with monotone coefficients in Lip $\alpha$ class                               | 267 |
| Z. R. Miminoshvili. On Milnor type formulas                                                                                          | 272 |
| Z. G. Nishnianidze. Towards the description of non-determinate dynamic processes                                                     | 276 |

### CYBERNETICS

|                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| E. V. Emelicheva, M. M. Kovalev. Tree-like polymatroids and extreme problems of substitutions | 279 |
| G. G. Bolotashvili. On the facets of a permutation polyhedron                                 | 284 |
| N. M. Veliashvili, K. A. Dokvadze. Towards the creation of a Georgian version of 'Basic'      | 287 |

### PHYSICS

|                                                                                                                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| M. G. Zaqaraia. On the theory of light absorption by impurity centres in disordered dielectrics                                                                        | 292 |
| G. N. Razmadze. The mechanics of longitudinal impact at high rates of elastic deformation                                                                              | 296 |
| R. I. Jibuti, N. B. Krupennikova, V. Yu. Tomchinski. Deuteron photodisintegration study in the momentum representation                                                 | 300 |
| N. N. Berchenko, D. Sh. Zaridze, G. I. Kochoradze. Analysis of the influence of a surface oxidized layer on galvanomagnetic effects in $Pb_{1-x}Sn_xTe$ thin epilayers | 303 |

### ASTRONOMY

|                                                                       |     |
|-----------------------------------------------------------------------|-----|
| I. Ph. Alania. On the metallicity index variability of RR Lyrae stars | 308 |
|-----------------------------------------------------------------------|-----|

## GEOPHYSICS

- R. A. Gogua, B. Z. Asanidze, T. V. Shulaia, L. D. Berdznishvili. Magnetic model of the upper part of the earth's crust of Adjara 311
- T. O. Zardalishvili, B. D. Mkhaidze, B. S. Enenshtein. A technique of separate determination of the thickness and specific resistance of a multi-layer section by sounding the field formation 319
- G. P. Lordkipanidze. Thermal structure of a boundary layer 319

## ANALYTICAL CHEMISTRY

- Yu. M. Sadagov, V. D. Eristavi, N. A. Kutsiava. Optimisation of the analytical characteristics of a Zeeman atomic-absorption spectrometer 324

## ORGANIC CHEMISTRY

- M. I. Gverdtsiteli, R. O. Devdariani. Algebraic characteristics of isomers and isomerization reactions in the homologous series of alkanols 327
- R. M. Ligidze, Sh. D. Kuprava, A. J. Dvalishvili, R. Sh. Kldia-  
shvili, I. G. Abesadze, G. G. Samsonia. The nucleophilic substitution reactions in 2, 3, 7, 8-tetranitro-5, 5, 10, 10-tetramethyl-4b, 5, 9b, 10-tetrahydroindeno (2,1-a)-indene 332
- S. V. Abnerova. Investigation of the physico-mechanical properties of reinforced materials on the basis of methylol derivative polycyclic bisphenols 335

## PHYSICAL CHEMISTRY

- V. G. Berezkin, T. G. Andronikashvili, N. A. Nadiradze, L. Ya. Laperashvili. Towards increasing the resolving power of a chromatographic column filled with zeolites 340
- T. R. Dzigvashvili, M. S. Harson, A. V. Dolidze, S. L. Kiperman. Isomerization and aromatization of n-hexane on Pt-Cu-deposited catalysts 343

## CHEMICAL TECHNOLOGY

- I. G. Shavoshvili, R. I. Agladze, R. A. Demetrashvili. The influence of some factors on manganese-zinc alloy electrodeposition 347

## GEOLOGY

- V. N. Makarov. Primary magmatic albite-carbonate paragenesis as an indicator of degassing of the mantle matter 352
- O. V. Kutsnashvili. On rock mass classification by the degree of jointing 356

## MINERALOGY

- I. U. Shvelidze. A correlative analysis of metamorphic biotites of Abkhazia and Upper Svaneti 360

## STRUCTURAL MECHANICS

- R. V. Dvalishvili. Towards the earthquake resistance analysis of elastic-plastic spacial frame systems 364



EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

G. I. Tsitsikashvili. Design study of a polymer shell case for the placement of the external charge 367

MACHINE BUILDING SCIENCE

G. G. Tsulaia, M. V. Khvingia, I. F. Chekirida, V. V. Danilovtsev. Investigation of the microstructure of the arbitrary motions of an operator 372

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

V. V. Mdzinarishvili. On the optimal control of partially observable nonlinear stochastic systems 376  
O. G. Natroshvili, V. P. Kozhemyako, D. O. Sanikidze, Z. O. Jaliashvili. On the organization of the informational matrix of video-terminal digital devices with quantrons 380

TECHNOLOGY OF MATERIALS

D. T. Soselia, O. P. Mchedlishvili-Petrosyan, G. G. Zaalishvili. The use of alunite as a mineralizer additive to obtain fast-hardening shrinkage cement 384

BOTANY

A. A. Kolakovski. *Echinocodon*: a new Mediterranean genus of the bluebell family 388

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

N. V. Dumbadze, T. B. Gloveli, N. R. Mgaloblishvili. Relation of the nature of epileptic activity to the localization of the primary focus 392

BIOCHEMISTRY

V. A. Piriashvili, Sh. M. Rukhadze, M. Sh. Kaviladze, D. Sh. Ugrekhelidze. Metabolism of exogenic organic nitrogen (nitrobenzene, aniline) in pea sprouts 396

ENTOMOLOGY

I. G. Malania Ts. A. Chkhubianishvili. Toward the study of a mixed infection for microbiological control of the grape berry moth 399

ZOOLOGY

N. V. Tukvadze. Metabolism of calcium and phosphorus in the organism of laying hens when gumbrin and peat is added to their basic food 404

PARASITOLOGY AND HELMINTHOLOGY

E. Sh. Kvavadze, G. A. Kakulia, O. A. Gorgadze. Two new species of nematodes (drilonematidae) from the earthworm 408

## CYTOLOGY

- N. D. Japaridze, R. S. Rizhinashvili, I. K. Svanidze, G. A. Marsagishvili, V. M. Mosidze. Changes in the quantity of cytoplasmic RNA in the neurones of chicken telencephalon during imprinting 411
- M. D. Kalatozishvili. The alteration of ATP-ase activity in the neurons of the cat's sensorimotor cortex during experimental epilepsy 416

## EXPERIMENTAL MEDICINE

- D. D. Tvildiani, T. I. Chlaidze. Influence of the magnetic field polarity on the heart in experiment 420

## PALAEOBIOLOGY

- E. V. Kvavadze. Electron-microscopic studies of the surface shell sculpture of the pollen grains of *Sciadopitys verticillata* Sieb. et Zucc. 424

## LINGUISTICS

- L. A. Chanturia, Ts. N. Khomizurashvili. Some problems of learning grammatical structures when dealing with special texts 428
- R. G. Kavtiashvili. Adjectives in predicative position 432

## PHILOLOGY

- V. I. Cherednichenko. On the interrelation of time, space and rhythm in a literary work 436
- M. T. Vekua. Some aspects of propaganda of scientific-technical progress in the Republican press 440

## ORIENTAL STUDIES

- M. N. Kharebava. Towards the understanding of the literary and aesthetic outlook of Namyk Kemal 444

Х. Н. ИНАСАРИДZE (член-корреспондент АН ГССР)

## О ХАРАКТЕРИЗАЦИИ ТОЧНЫХ БИФУНКТОРНЫХ ТЕОРИЙ ГОМОЛОГИИ

Теории гомологии рассмотрены как бифункторные теории, определенные на произведении категорий топологических пространств и групп коэффициентов. Получена аксиоматическая характеристика точных бифункторных теорий гомологии на категории компактных хаусдорфовых пар с помощью аксиом Эйленберга-Стиррода, аксиомы непрерывности и аксиомы точности относительно коротких точных последовательностей групп коэффициентов.

Пусть  $\mathbf{A}$  — допустимая категория пар пространств и их отображений,  $\mathbf{G}$  — абелева категория. Скажем, что задана бифункторная теория гомологии  $H_*$  на категории  $\mathbf{A}$  с коэффициентами в абелевой категории  $\mathbf{G}$ , если для каждого  $n \in \mathbb{Z}$  заданы 1) ковариантный бифунктор  $H_n(X, A, G) : \mathbf{A} \times \mathbf{G} \rightarrow \mathbf{G}$ , 2) граничный морфизм  $\Delta_n : H_n(X, A, G) \rightarrow H_{n-1}(A, G)$  для каждых  $(X, A) \in \mathbf{A}$  и  $G \in \mathbf{G}$ , 3) граничный морфизм  $\partial_n : H_n(X, A, G_2) \rightarrow H_{n-1}(X, A, G_1)$  для каждой точной последовательности  $0 \rightarrow G_1 \rightarrow G \rightarrow G_2 \rightarrow 0$  и для каждой пары  $(X, A) \in \mathbf{A}$ , причем должны выполняться следующие условия:

а) для каждого  $G \in \mathbf{G}$  последовательность  $(H_*(—, G), \Delta_*)$  является связанной последовательностью функторов на категории  $\mathbf{A}$ , и для каждого  $(X, A) \in \mathbf{A}$  последовательность  $(H_*(X, A, —), \partial_*)$  является связанной последовательностью функторов на категории  $\mathbf{G}$ ;

б) для каждых  $f : G \rightarrow G'$  из  $\mathbf{G}$  и  $(X, A) \in \mathbf{A}$  имеем коммутативную диаграмму

$$\begin{array}{ccc} H_n(X, A, G) & \xrightarrow{\Delta_n} & H_{n-1}(A, G) \\ \downarrow & & \downarrow \\ H_n(X, A, G') & \xrightarrow{\Delta_n} & H_{n-1}(A, G') \end{array};$$

с) для каждого морфизма  $\varphi : (X, A) \rightarrow (Y, B)$  из  $\mathbf{A}$  и для каждой точной последовательности  $0 \rightarrow G_1 \rightarrow G \rightarrow G_2 \rightarrow 0$  в  $\mathbf{G}$  имеем коммутативную диаграмму

$$\begin{array}{ccc} H_n(X, A, G_2) & \xrightarrow{\partial_n} & H_{n-1}(X, A, G_1) \\ \downarrow & & \downarrow \\ H_n(Y, B, G_2) & \xrightarrow{\partial_n} & H_{n-1}(Y, B, G_1) \end{array}.$$

Скажем, что бифункторная теория гомологии  $H_*$  с коэффициентами в  $\mathbf{G}$  удовлетворяет аксиомам гомотопии и вырезания, если  $H_*$  удовлетворяет соответственно этим аксиомам для каждого  $G \in \mathbf{G}$ . Скажем, что  $H_*$  удовлетворяет аксиоме точности, если  $H_*$  является точной теорией гомологии для каждого  $G \in \mathbf{G}$  и кроме того, для каждой точной последовательности  $0 \rightarrow G_1 \rightarrow G \rightarrow G_2 \rightarrow 0$  в  $\mathbf{G}$  и  $(X, A) \in \mathbf{A}$  имеет место длинная точная последовательность



$$\begin{aligned} \dots \rightarrow H_{n+1}(X, A, G_2) \rightarrow H_n(X, A, G_1) \rightarrow H_n(X, A, G) \rightarrow \\ \rightarrow H_n(X, A, G_2) \rightarrow H_{n-1}(X, A, G_1) \rightarrow \dots \end{aligned}$$

Скажем, что  $H_*$  удовлетворяет аксиоме размерности, если  $H_*$  удовлетворяет аксиоме размерности для каждого  $G \in \mathbf{G}$  и, кроме того, для

каждой точки  $*$  и  $G \in \mathbf{G}$  существует изоморфизм  $H_0(*, G) \xrightarrow{\cong} G$  такой, что для каждого морфизма  $f: G \rightarrow G'$  из  $\mathbf{G}$  диаграмма

$$\begin{array}{ccc} H_0(*, G) & \xrightarrow{\cong} & G \\ \downarrow & & \downarrow f \\ H_0(*, G') & \xrightarrow{\cong} & G' \end{array}$$

коммутативна.

Пусть бифункторная теория гомологии  $H_*$  удовлетворяет следующему условию: если компактная пара  $(X, A)$  является обратным пределом обратного спектра  $\{(K_\alpha, L_\alpha), \pi_\beta^\alpha\}$  пар конечных полиэдров, то естественный морфизм  $H_*(X, A, G) \rightarrow \varprojlim_\alpha \{H_*(K_\alpha, L_\alpha, G), (\pi_\beta^\alpha)_*\}$  является

изоморфизмом для каждого  $G \in \mathbf{G}$ . Тогда бифункторную теорию гомологии  $H_*$  назовем непрерывной на категории компактных пар.

*Теорема. Существует одна и только одна (с точностью до эквивалентности) точная бифункторная теория гомологии на категории компактных хаусдорфовых пар с коэффициентами в категории абелевых групп, которая удовлетворяет аксиомам гомотопии, вырезания, размерности и непрерывности для каждой бесконечно делимой группы.*

Все построенные в [1—10] точные теории гомологии дают точные бифункторные теории гомологии, которые удовлетворяют условиям теоремы и поэтому они изоморфны между собой на категории компактных хаусдорфовых пар. Эту единственную бифункторную теорию гомологии назовем бифункторной теорией Стиррода.

*Следствие.* На категории компактных хаусдорфовых пар бифункторная теория гомологии изоморфна бифункторной теории гомологии Стиррода тогда и только тогда, когда она является точной бифункторной теорией гомологии, которая естественно изоморфна теории гомологии Чеха для каждой бесконечно делимой абелевой группы.

*Замечание 1.* Можно ввести понятия частичной непрерывности (см. [11]) и свойства Виеториса для бифункторной теории гомологии и в теореме заменить аксиому непрерывности на более слабую аксиому частичной непрерывности, но с добавлением требования о выполнении свойства Виеториса. Можно также охарактеризовать бифункторную теорию гомологии Чеха на категории компактных хаусдорфовых пар с помощью свойств Виеториса и частичной непрерывности.

2. Теорема остается справедливой, когда категория  $\mathbf{G}$  коэффициентов бифункторной теории гомологий является категорией модулей над кольцом главных идеалов.



ბ. ინასარიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

ზუსტ ბიფუნქტორულ ჰომოლოგიის თეორიათა დახასიათების  
შესახებ

რეზიუმე

მიღებულია კომპაქტურ ჰაუსდორფის წყვილთა კატეგორიაზე ზუსტი ბიფუნქტორული ჰომოლოგიის თეორიების დახასიათება აილენბერგ — სტინროდის აქსიომებისა, სიზუსტისა და უწყვეტობის ტერმინებში.

MATHEMATICS

H. N. INASSARIDZE

ON THE CHARACTERIZATION OF EXACT BIFUNCTOR  
HOMOLOGY THEORIES

Summary

The characterization of exact bifunctor homology theories on the category of compact Hausdorff pairs is obtained together with the Eilenberg-Steenrod axioms in classical terms of exactness and continuity.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. Kolmogorov. C. R. Acad. Sci. Paris, 202, 1936, 1144-1147.
2. J. Milnor. On the Steenrod Homology Theory, Berkeley, 1960.
3. A. Borel, J. C. Moore. Mich. Math. J., 7, 1960, 137-160.
4. Г. С. Чогошвили. Сообщения АН СССР, 1, 1940, 337-340.
5. Г. С. Чогошвили. Изв. АН СССР, сер. матем. 15, 1951, 421-438.
6. X. H. ინასარიძე. Труды Тбил. матем. ин-та, 41, 1973, 128-142.
7. Л. Д. Мдзинаришвили. ДАН СССР, 203, 1972, 528-531.
8. В. И. Кузьминов, И. А. Шведов. Сиб. матем. журн., 15, 1974, 1083-1102.
9. Е. Г. Скляренко. УМН, 34, 1979, 90-118.
10. W. S. Massey. Homology and Cohomology Theory. New York, 1978.
11. S. K. Kaul. Colloq. Math. 21, 1970, 222-237.

М. М. ЗАИНУЛАБИДОВ

ОБ ОДНОЙ ПРОСТЕЙШЕЙ МОДЕЛИ ГИПЕРБОЛО-  
 ПАРАБОЛИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ С ДВУМЯ ЛИНИЯМИ  
 ИЗМЕНЕНИЯ ТИПА

(Представлено академиком А. В. Бицадзе 13.6.1983)

На плоскости переменных  $x$  и  $y$  для уравнения

$$u_{xx} + [1 + \text{sign}(xy)] u_{xy} + \text{sign}(xy) u_{yy} = 0, \quad (1)$$

рассмотрим следующие задачи [1].

Задача 1. Пусть  $\Omega$  — конечная область, ограниченная отрезками прямых  $x = 1$ ,  $y = 1$ ,  $y = 1 + x$ ,  $x = -1$ ,  $y = -1$ ,  $x = y + 1$  и пусть, далее,  $B^*B = \Omega \cap \{(x, y) : y - x = 0\}$ ;  $D^*D = \Omega \cap \{(x, y) : y + x = 0\}$ ;  $A^*A = \Omega \cap \{(x, y) : y = 0\}$ ;  $C^*C = \Omega \cap \{(x, y) : x = 0\}$ ;  $G_1 = \Omega \cap \{(x, y) : y < 0, y + x > 0\}$ ;  $G_2 = \Omega \cap \{(x, y) : x < 0, y + x > 0\}$ ;  $G_1^* = \Omega \cap \{(x, y) : x > 0, y + x < 0\}$ ;  $G_2^* = \Omega \cap \{(x, y) : y > 0, y + x < 0\}$ ;  $\Omega_1 = \Omega \cap \{(x, y) : x > 0, x - y > 0\}$ ;  $\Omega_2 = \Omega \cap \{(x, y) : x > 0, x - y < 0\}$ ;  $\Omega_1^* = \Omega \cap \{(x, y) : x < 0, x - y > 0\}$ ;  $\Omega_2^* = \Omega \cap \{(x, y) : x < 0, x - y < 0\}$

Требуется найти функцию  $u(x, y)$ , которая обладает следующими свойствами:

1°.  $u(x, y) \in C(\overline{\Omega}) \cap C'(\Omega/B^*B \cup D^*D) \cap C^2(\Omega/A^*A \cup B^*B \cup C^*C \cup D^*D)$  за исключением, быть может, точек  $A(1, 0)$ ,  $A^*(-1, 0)$ ;

2°.  $u(x, y)$  — решение уравнения (1) в каждой из областей  $G_1, G_2, G_1^*, G_2^*, \Omega_1, \Omega_2, \Omega_1^*, \Omega_2^*$ ;

3°.  $u(1, y) = \varphi(y)$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ;  $u(x, 1) = g(x)$ ,  $0 \leq x \leq 1$ ;

$u(-1, y) = \varphi_*(y)$ ,  $-1 \leq y \leq 0$ ;  $u(x, -1) = g_*(x)$ ,  $-1 \leq x \leq 0$ ;

$u(y - 1, y) = \psi(y)$ ,  $\frac{1}{2} \leq y \leq 1$ ;  $u(1 + y, y) = \psi_*(y)$ ,  $-1 \leq y \leq -\frac{1}{2}$ ;

где  $\varphi, \psi, g, \varphi_*, \psi_*, g_*$  — заданные достаточно гладкие функции, для которых выполнены естественные условия согласования  $\varphi(1) = g(1)$ ,  $g(0) = \psi(1)$ ,  $\varphi_*(-1) = g_*(-1)$ ,  $g_*(0) = \psi_*(-1)$ .

Задача 2. Обозначим снова через  $\Omega$  конечную область, ограниченную отрезками прямых  $x - y = 1$ ,  $y = 1$ ,  $x = 1$ ,  $y - x = 1$ ,  $y = -1$ ,  $x = -1$  и сохраним все остальные, принятые для задачи 1, обозначения.

Требуется найти функцию  $u(x, y)$ , которая обладает свойствами

1°.  $u(x, y) \in C(\overline{\Omega}) \cap C^1(\Omega/B^*B \cup D^*D) \cap C^2(\Omega/A^*A \cup B^*B \cup C^*C \cup D^*D)$ ;

2°.  $u(x, y)$  — решение уравнения (1) в каждой из областей  $G_1, G_2, G_1^*, G_2^*, \Omega_1, \Omega_2, \Omega_1^*, \Omega_2^*$ ;

3°.  $u(x, 1) = \varphi(x)$ ,  $1 \leq x \leq 2$ ;  $u(1, y) = g(y)$ ,  $1 \leq y \leq 2$ ;

$u(x, -1) = \varphi_*(x)$ ,  $-2 \leq x \leq -1$ ;  $u(-1, y) = g_*(y)$ ,  $-2 \leq y \leq -1$ ;

$u(y - 1, y) = \psi(y)$ ,  $\frac{1}{2} \leq y \leq 1$ ;  $u(1 + y, y) = \psi_*(y)$ ,  $-1 \leq y \leq -\frac{1}{2}$ ,



где снова  $\varphi, \psi, g, \varphi_*, \psi_*, g_*$  — заданные достаточно гладкие функции, для которых выполнены естественные условия согласования  $\varphi(1) = g(1)$ ,  $\varphi_*(-1) = g_*(-1)$ .

Задача 1 однозначно разрешима, если заданные функции удовлетворяют, помимо указанных в постановке, еще условию

$$\psi'_* \left( -\frac{1}{2} \right) + \psi' \left( \frac{1}{2} \right) = g(1) - g_*(-1) \quad (2)$$

и ее решение представимо в виде

$$u(x, y) = \frac{1-x}{\sqrt{1-x+y}} \times$$

$$\times \left\{ \int_0^{x-y} \frac{2\varphi'(1-t) + 2g_*(t-1) - \psi'_* \left( -\frac{t+1}{2} \right) + (t-1)\psi''_* \left( -\frac{t+1}{2} \right)}{2\sqrt{1-t}} dt - \right. \\ \left. - \psi' \left( \frac{1}{2} \right) \right\} + \varphi(1-x+y), \quad (x, y) \in \Omega_1; \quad (3)$$

$$u(x, y) = g(x-y+1) + (y-1)\psi' \left( \frac{y-x+1}{2} \right), \quad (x, y) \in \Omega_2; \quad (4)$$

$$u(x, y) = g_*(x-y-1) + (y+1)\psi'_* \left( \frac{y-x-1}{2} \right), \quad (x, y) \in \Omega_1^*; \quad (5)$$

$$u(x, y) = \frac{1+x}{\sqrt{1+x-y}} \times$$

$$\times \left\{ \int_0^{x-y} \frac{2\varphi'_*(-1-t) + 2g'(1+t) - \psi' \left( \frac{1-t}{2} \right) + (1+t)\psi'' \left( \frac{1-t}{2} \right)}{2\sqrt{1-t}} dt + \right. \\ \left. + \psi'_* \left( -\frac{1}{2} \right) \right\} + \varphi_*(y-x-1), \quad (x, y) \in \Omega_2^*; \quad (6)$$

$$u(x, y) = \varphi(1-x-y) + g_*(x-y-1) - g_*(x+y-1) + \psi_* \left( -\frac{x+y+1}{2} \right) - \\ - \psi_* \left( \frac{y-x-1}{2} \right) + (x+y-1)\psi'_* \left( -\frac{x+y+1}{2} \right) + \\ + (y-x+1)\psi'_* \left( \frac{y-x-1}{2} \right) + \sqrt{1-x-y} \left\{ -\psi' \left( \frac{1}{2} \right) + \right.$$

$$\left. + \int_0^{x+y} \frac{2\varphi'(1-t) + 2g'_*(t-1) - \psi'_* \left( -\frac{t+1}{2} \right) + (t-1)\psi''_* \left( -\frac{t+1}{2} \right)}{2\sqrt{1-t}} dt \right\}, \\ (x, y) \in G_1;$$

$$u(x, y) = g(x-y+1) - (x-y+1) \psi' \left( \frac{y-x+1}{2} \right) + \psi \left( \frac{x+y+1}{2} \right) - \psi \left( \frac{y-x+1}{2} \right), \quad (x, y) \in G_2;$$

$$u(x, y) = g_*(x-y-1) - (x-y-1) \psi_*' \left( \frac{y-x-1}{2} \right) + \psi_* \left( \frac{x+y-1}{2} \right) - \psi_* \left( \frac{y-x-1}{2} \right), \quad (x, y) \in G_1^*;$$

$$u(x, y) = \varphi_*(-1-x-y) + g(1+x-y) - g(1+x+y) + \psi \left( \frac{1-x-y}{2} \right) - \psi \left( \frac{y-x+1}{2} \right) + (1+x+y) \psi' \left( \frac{1-x-y}{2} \right) - (1+x-y) \psi' \left( \frac{1+x+y}{2} \right) + \left. \begin{aligned} &+ \sqrt{1+x+y} \left\{ \psi_*' \left( -\frac{1}{2} \right) + \right. \\ &+ \int_0^{x+y} \frac{2\varphi_*'(-t-1) + 2g'(1+t) - \psi' \left( \frac{1-t}{2} \right) + (1+t) \psi'' \left( \frac{1-t}{2} \right)}{2\sqrt{1-t}} dt \right\}, \end{aligned} \right\} \\ (x, y) \in G_2^*;$$

Задача 2 однозначно разрешима, если, наряду с условием (2), выполнены условия

$$g_*(-2) - \psi_*(-1) + \psi_*'(-1) = 0, \quad g(2) - \psi(1) - \psi'(1) = 0$$

и при этом ее решение также представимо в явном виде

$$u(x, y) = (1-y) \left\{ \frac{1}{2} \int_0^{x-y} \left[ \varphi(t+1) - g_*(-t-1) + \psi_* \left( -\frac{t+1}{2} \right) - \psi_*' \left( -\frac{t+1}{2} \right) \right] \exp \frac{t+y-x}{2} dt + \psi_* \left( -\frac{1}{2} \right) \exp \frac{y-x}{2} + g_*(y-x-1) + \psi_* \left( \frac{y-x-1}{2} \right) - \psi_* \left( \frac{y-x-1}{2} \right) \right\} + y \varphi(x-y+1), \quad (x, y) \in \Omega_1;$$

$$u(x, y) = g(1-x+y) + (x-1) \psi' \left( \frac{1-x+y}{2} \right), \quad (x, y) \in \Omega_2;$$

$$u(x, y) = g_*(y-x-1) + (x+1) \psi_*' \left( \frac{y-x-1}{2} \right), \quad (x, y) \in \Omega_1^*;$$

$$u(x, y) = (1+y) \left\{ \frac{1}{2} \int_0^{x-y} \left[ g(1-t) - \varphi_*(t-1) - \psi' \left( \frac{1-t}{2} \right) - \psi \left( \frac{1-t}{2} \right) \right] \exp \frac{x-y-t}{2} dt + \psi \left( \frac{1}{2} \right) \exp \frac{x-y}{2} + g(1-x+y) - \psi' \left( \frac{1-x+y}{2} \right) - \psi \left( \frac{1-x+y}{2} \right) \right\} - y \varphi_*(x-y-1), \quad (x, y) \in \Omega_2^*;$$





$$u(x, y) = g_*(y-x-1) + \psi'_* \left( \frac{y-x-1}{2} \right) + \psi_* \left( \frac{y+x-1}{2} \right) - \psi_* \left( \frac{y-x-1}{2} \right),$$

 $(x, y) \in G_1^* ;$ 

$$u(x, y) = g(y-x+1) - \psi' \left( \frac{y-x+1}{2} \right) + \psi \left( \frac{y+x+1}{2} \right) - \psi \left( \frac{y-x+1}{2} \right),$$

 $(x, y) \in G_2 ;$ 

$$u(x, y) = \frac{1}{2} \int_0^{x+y} \left[ \varphi(t+1) + \psi_* \left( -\frac{t+1}{2} \right) - \psi'_* \left( \frac{t+1}{2} \right) - \right. \\ \left. - g_*(-t-1) \right] \exp \frac{t-x-y}{2} dt + \psi_* \left( -\frac{1}{2} \right) \exp \left( -\frac{x+y}{2} \right) + \\ + g_*(y-x-1) + \psi'_* \left( \frac{y-x-1}{2} \right) - \psi_* \left( \frac{y-x-1}{2} \right), \quad (x, y) \in G_1 ;$$

$$u(x, y) = \frac{1}{2} \int_0^{x+y} \left[ g(1-t) - \varphi_*(t-1) - \psi' \left( \frac{1-t}{2} \right) - \right. \\ \left. - \psi \left( \frac{1-t}{2} \right) \right] \exp \frac{x+y-t}{2} dt + \psi \left( \frac{1}{2} \right) \exp \frac{x+y}{2} + g(1-x+y) - \\ - \psi' \left( \frac{1-x+y}{2} \right) - \psi \left( \frac{1-x+y}{2} \right), \quad (x, y) \in G_2^* ,$$

Дагестанский государственный  
педагогический институт

(Поступило 16.6.1983)

ამთემატიკა

ა. ზაინულაბიდოვი

ჰიპერბოლურ-პარაბოლურ განტოლებების ერთი მარტივი მოდელის  
შესახებ ტიპის ცვალეზადობის ორი წიკრით

რეზიუმე

განტოლება (1) პარაბოლური ტიპისაა, როცა  $xy > 0$ , ხოლო როცა  $xy < 0$  — ჰიპერბოლურ განტოლებათა კლასს განეკუთვნება. მას ტიპის ცვალეზადობის ორი წრფე აქვს  $x=0$ ,  $y=0$ .

სტატიაში განხილულია ორი ახალი ამოცანა, რომელთა დასმავშიც მაქსიმალურად არის გათვალისწინებული (1) განტოლების ხასიათი. ამ ამოცანებისათვის დამტკიცებულია ამოხსნის არსებობისა და ერთადერთობის თეორემები. ამოხსნები ავებულია ცხადი სახით.

MATHEMATICS

M. M. ZAINULABIDOV

ON ONE SIMPLE MODEL OF HYPERBOLIC-PARABOLIC  
EQUATIONS WITH TWO CURVES OF CHANGE OF A TYPE

Summary

For a simple model of a hyperbolic-parabolic equation with two curves of change of a type two boundary value problems, which are most characteristic of this type of equations, are formulated. The uniqueness of the solution of these problems is proved and the solutions are given in an explicit form.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. М. Зайнулабидов. Дифф. уравнения 6, № 1, 1970, 99—108.



И. М. СПИТКОВСКИЙ

## О СИНГУЛЯРНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ОПЕРАТОРАХ С КУСОЧНО-СЕКТОРИАЛЬНЫМ МАТРИЧНЫМ СИМВОЛОМ

(Представлено академиком Б. В. Хведелидзе 18.7.1983)

1. Пусть  $\Gamma$  — гладкий замкнутый контур, ограничивающий конечно-связную область  $D^+$ ,  $S$  — сингулярный оператор:

$$(S\varphi)(t) = \frac{1}{\pi i} v. p. \int_{\Gamma} \varphi(\tau) \frac{d\tau}{\tau - t},$$

$P_{\pm} = \frac{1}{2}(I \pm S)$ ,  $G$  — заданная на  $\Gamma$  ( $n \times n$ )-матрица-функция класса  $L_{\infty}$ .

В пространстве  $L_p^n(\Gamma, \rho)$   $n$ -мерных вектор-функций с элементами из  $L_p$  на  $\Gamma$  со степенным весом

$$\rho(t) = \prod_{k=1}^N |t - t_k|^{\beta_k} \quad (t_k \in \Gamma, \quad -1 < \beta_k < p - 1; \quad k = 1, \dots, N)$$

определен и ограничен оператор  $T_G = P_+ + GP_-$ . Вопросам нетеровости этого оператора посвящено большое число работ (см., например, [1] и приведенную там библиографию). В частности, И. Б. Симоненко среди прочих результатов показано в [2], что при  $\rho \equiv 1$ ,  $n=1$  для нетеровости оператора  $T_G$  достаточна принадлежность функции  $G$  классу  $A(p)$ , который определяется следующим образом:

Определение 1.  $G \in A(p)$  тогда и только тогда, когда  $G^{-1} \in L_{\infty}$  и для каждой точки  $t \in \Gamma$  можно указать окрестность  $\gamma_t (\subset \Gamma)$  и число  $a_t$  такие, что  $a_t G(\tau) \in S_{\omega} (= \{\zeta \neq 0: |\arg \zeta| < \omega\})$  почти для всех  $\tau \in \gamma_t$  при некотором  $\omega < \omega(p) = \pi \cdot \min \left\{ \frac{1}{p}, 1 - \frac{1}{p} \right\}$ .

При  $p \neq 2$  класс  $A(p)$  содержит не все кусочно-непрерывные функции  $G$ , для которых оператор  $T_G$  нетеров. В. Д. Фроловым [3] найдено расширение класса  $A(p)$ , свободное от этого недостатка. Кроме того, в [3] снято условие  $\rho \equiv 1$ . В статье [4] (см. также [5]) получен матричный аналог результата И. Б. Симоненко. При этом вместо значений функции  $G$  приходится рассматривать хаусдорфово множество  $H(G(\tau))$  матриц  $G(\tau)$ . Теорема 1 настоящей статьи объединяет эти два направления обобщений результата И. Б. Симоненко. Теоремы 2 и 3 иллюстрируют возможности приложения теоремы 1 для исследования вопросов нетеровости многоэлементных краевых задач.

Определение 2. Будем ( $n \times n$ )-матрицу-функцию  $G$  относить к классу  $M_n(t, p, \alpha, \omega)$ , если можно указать число  $\theta_t$  из отрезка с концами

$2\pi\alpha/p$ ,  $2\pi(\alpha-p+2)/p$  и  $(n \times n)$ -матрицу  $A_t$  такие, что для всех существенных предельных значений  $F$  матрицы-функции  $G$  в точке  $t \in \Gamma$  слева (справа)  $H(A_t F)$  попадает в сектор  $S_\omega (e^{i\theta_t} S_\omega)$ .

**Теорема 1.** Для нетеровости оператора  $T_G$  в пространстве  $L_p^n(\Gamma, \rho)$  достаточно, чтобы при всех  $t \in \Gamma$ :

$$G \in M_n(t, p, \beta(t), \omega(p)). \quad (1)$$

Здесь обозначено  $\beta(t_k) = \beta_k$  и  $\beta(t) = 0$  при  $t \neq t_k$  ( $k=1, \dots, N$ ).

При доказательстве теоремы 1 используется локальный принцип [6] и формула для нормы оператора  $S$  в случае  $N=1$  [7]. По поводу других обобщений результатов [3] см., например, [8].

Удовлетворяющая условиям теоремы 1 матрица  $G$  представима в виде

$$G = f G_c G_s, \quad (2)$$

где  $G_c$  непрерывна и невырождена,  $H(G_s(\tau)) \subset S_{\omega(p)}$  п. в. на  $\Gamma$ ,  $f$  — скалярная кусочно-непрерывная функция. Поэтому индекс оператора  $T_G$  в

$L_p^n(\Gamma, \rho)$  равен  $n \kappa_{p, \tilde{\rho}}(f) + \frac{1}{2\pi} \{\arg \det G_c\}_\Gamma$ , где  $\kappa_{p, \tilde{\rho}}(f)$  —  $(p, \tilde{\rho})$  — индекс  $f$ , а вес  $\tilde{\rho}$  получается из  $\rho$  умножением на  $\prod |\tau - t|^{-p\beta(t)/2\pi}$  (произведение берется по множеству  $\{t \in \Gamma: \theta_t \neq 0\}$ , которое можно считать конечным).

Нетеровость оператора  $T_G$  сохранится, если допустить, что в условии (1) матрица  $A_t$  не постоянна, а аналитична и ограничена в  $D^+$  вместе с обратной; кроме того, можно ввести правый множитель, аналитический и ограниченный вместе с обратным в  $D^- = C \setminus \overline{D^+}$ . Доказательство теоремы 1 переносится на этот случай практически без изменений; представление (2), однако, утрачивается, а с ним и формула для  $\kappa_{p, \rho}(G)$ .

3. Здесь мы рассмотрим обобщенную краевую задачу Римана

$$\varphi^+(t) = a(t) \varphi^-(t) + b(t) \overline{\varphi^-(t)} + h(t), \quad t \in \Gamma, \quad (3)$$

и обобщенную краевую задачу Карлемана (задачу Векуа)

$$\varphi^+(\alpha(t)) = b(t) \varphi^+(t) + a(t) \overline{\varphi^+(t)} + h(t), \quad t \in \Gamma. \quad (4)$$

Напомним, что  $\varphi^\pm$  — граничные значения функций, аналитических в  $D^\pm$ ,  $\alpha$  — инволютивный  $H$ -гладкий диффеоморфизм  $\Gamma$  (для простоты формулировок будем считать  $\Gamma$  связным). Предполагается, что  $a, b \in L_\infty(\Gamma)$ ,  $h \in L_p(\Gamma, \rho)$ ; задача (4) рассматривается при соблюдении обычных (см. [9]) тождеств, снимающих ее переопределенность, и условия  $\beta(\alpha(t)) = \beta(t)$ , обеспечивающего ограниченность оператора сдвига.

Вопрос о нетеровости каждой из задач (3), (4), сводится к соответствующему вопросу для оператора  $T_G$ ; при этом для задачи (3) а в случае сохраняющего ориентацию сдвига — и задачи (4),

$G = \bar{a}^{-1} \begin{bmatrix} |a|^2 - |b|^2 & b \\ -\bar{b} & 1 \end{bmatrix}$ , для задачи (4) с изменяющими ориентацию сдвигом можно считать

$G = \bar{b}^{-1} \begin{bmatrix} |\bar{b}|^2 - |a|^2 & a \\ -\bar{a} & 1 \end{bmatrix}$  на дуге  $\Gamma' = (\tau_0, \tau_1)$ , соединяющей неподвижные точки сдвига, и  $G = I$  на  $\Gamma \setminus \Gamma'$ .

Указанное сведение для задачи (3) хорошо известно (см. например, [9]), а для задачи (4) получено в [10]. Чтобы сформулировать результат применения теоремы 1 к такого рода матрицам  $G$ , введем следующие обозначения. При  $f^{\pm 1} \in L_\infty(\Gamma)$  через  $f_+$  будем обозначать функцию, принадлежащую вместе с обратной классу  $E_\infty^*$  (аналитических и ограниченных в  $D^+$ ) и такую, что  $|f_+(t)|$  п. в. на  $\Gamma$ , а через  $d_t(\chi)$  — локальное расстояние в точке  $t$  от  $\chi$  до  $E_\infty^*$ :

$$d_t(\chi) = \inf \{ \text{ess } \overline{\lim}_{\tau \rightarrow t} |\chi(\tau) - \psi(\tau)| : \psi \in E_\infty^* \}.$$

**Теорема 2.** Для нетеровости задачи (3) и, в случае сохраняющего ориентацию  $\alpha$ , задачи (4), достаточно, чтобы при всех  $t \in \Gamma$

$$a \in M_1(t, p, \beta(t), \omega(p) - \arcsin d_t(b/a_+)). \quad (5)$$

При этом индекс (над полем вещественных чисел) задач (3), (4) равен  $2\kappa_{p,p}(a)$  и  $1 + \kappa_{p,p}(a)$  соответственно.

**Теорема 3.** Пусть сдвиг  $\alpha$  изменяет ориентацию, во внутренних точках  $\Gamma'$  после перемены  $a, b$  местами выполнено (5),

$$\varepsilon_j = \arcsin \text{ess } \overline{\lim}_{\tau \rightarrow \tau_j} |a(\tau)/b(\tau)| < \omega(p),$$

а существенные предельные значения функции  $b$  в точке  $\tau_j$  сосредоточены в секторе  $\exp i(-1)^j \theta_j \cdot S_{\omega(p) - \varepsilon_j}$ , где  $\theta_j \in [\pi\beta(\tau_j)/p - 2\pi + \min\{\pi, \frac{2\pi}{p}\} + \varepsilon_j, \pi\beta(\tau_j)/p - \pi + \max\{\pi, \frac{2\pi}{p}\} - \varepsilon_j]$ ,  $j=0, 1$ . Тогда задача (4) нетерова, а ее индекс (над  $\mathbb{R}$ ) равен  $2 + 2\kappa_{p,\widehat{b}}$ .

Здесь  $\widehat{b}$  — функция, совпадающая с  $b$  на  $\Gamma'$  и равная 1 на  $\Gamma/\Gamma'$ ,

$$\widehat{b}(t) = b(t) (|t - \tau_0|^{\beta(\tau_0)+1} |t - \tau_1|^{\beta(\tau_1)+1})^{-1/2}.$$

Теоремы 2, 3 уточняют некоторые признаки нетеровости задач (3), (4), полученные в [10—12].

Академия наук Украинской ССР

Институт экономики

Одесское отделение

(Поступило 2.9.1983)

ამთავარი

ი. სპიტიტაძე

სინგულარული ინტეგრალური ოპერატორების შემსახებ უბან-უბან  
სექტორიალური მატრიცული სიმგომოტი

რეზიუმე

მიგნებულია  $G$  მატრიცა-ფუნქციის ახალი კლასი, რომელთათვისაც ოპერატორი  $P_+ + GP_-$  ფუნქციონალურ სივრცეში  $L_p^*(\Gamma, \rho)$  ნეტერისეულია. დამტკიცებული შედეგი გამოყენებულია რიანისა და კარლემანის განზოგადე-



ბული ამოცანების ნეტერისეულობის დასადგენად და ინდექსის გამოსათვლელად.

MATHEMATICS

I. M. SPITKOVSKY

ON SINGULAR INTEGRAL OPERATORS WITH A PIECEWISE-  
SECTORIAL MATRIX SYMBOL

Summary

A new class of matrix-functions  $G$  (defined in terms of the behaviour of the Hausdorff set of values of  $G$  in the left and right semi-neighbourhoods of each point of the contour  $\Gamma$ ) is indicated, for which the operator  $P^+ + GP_-$  is Noetherian in the space  $L_p^n(\Gamma, \rho)$ . Applications to problems of Noetherianity and of calculation of the index for generalized Riemann and Carleman boundary value problems are obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. В. Хведелидзе. Современные проблемы математики, 7, 1975.
2. И. Б. Симоненко. Изв. АН СССР, сер. матем., 28, № 2, 1964.
3. В. Д. Фролов. Матем. исслед., 5, № 1, 1970.
4. И. М. Спитковский. Сообщения АН ГССР, 86, № 3, 1977.
5. И. М. Спитковский. Матем. сб., III, № 2, 1980.
6. И. Б. Симоненко. Изв. АН СССР сер. матем., 32, № 5, 1968.
7. И. Э. Вербицкий, Н. Я. Крупник. Матем. исслед. 54, 1980.
8. Н. Я. Крупник, В. И. Няга. Матем. исслед., 9, № 3, 1974.
9. Г. С. Литвинчук. Краевые задачи и сингулярные интегральные уравнения со сдвигом, М., 1977.
10. Ю. Д. Латушкин, Г. С. Литвинчук, И. М. Спитковский. Дифференциальные уравнения (Тезисы докладов), Куйбышев, 1984.
11. И. М. Спитковский. Укр. матем. ж., 31, № 1, 1979.
12. А. И. Яцко. Укр. матем. ж., 33, № 2, 1981.





Р. И. ГАЧЕЧИЛАДЗЕ

НЕКОТОРЫЕ НОВЫЕ ГРАНИЧНО-КОНТАКТНЫЕ ЗАДАЧИ ДИНАМИКИ КЛАССИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ ДЛЯ НЕОДНОРОДНЫХ АНИЗОТРОПНЫХ УПРУГИХ СРЕД

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Гегелия 3.2.1984)

Пусть  $D$  — ограниченная область из  $m$ -мерного евклидова пространства  $R^m$ ,  $m \geq 2$ , с границей  $S_1$ ;  $D_0$  — подобласть  $D$  с границей  $S_0$ ,  $\bar{D}_0 \subset D$ , и  $D_1 \equiv D \setminus \bar{D}_0$ ; через  $x = (x_1, \dots, x_m)$ ,  $y = (y_1, \dots, y_m), \dots$  обозначаются точки

пространства  $R^m$ ; через  $\beta = (\beta_1, \dots, \beta_m)$  — мультииндекс;  $|\beta| = \sum_{j=1}^m \beta_j$ ;

$\mathfrak{S} = ]0; +\infty[$ .  $n(x)$  — единичная нормаль в точке  $x \in S_0 \cup S_1$ , внешняя по отношению к  $D_0$ , если  $x \in S_0$ , и внешняя по отношению к  $D$ , если  $x \in S_1$ .

Основные уравнения динамики классической теории упругости для анизотропных неоднородных упругих сред в компонентах смещения имеют вид [1]

$$\forall(x, t) \in D_q \times \mathfrak{S} : A^{(q)}(x, \partial) u^{(q)}(x, t) - \rho^{(q)}(x) \frac{\partial^2 u^{(q)}(x, t)}{\partial t^2} = F^{(q)}(x, t),$$

$$q=0, 1, \tag{1}$$

где  $u^{(q)} = (u_1^{(q)}, \dots, u_m^{(q)})$  — вектор смещения;  $\rho^{(q)}$  — плотность среды  $D_q$ ;  $F^{(q)} = (F_1^{(q)}, \dots, F_m^{(q)})$  — массовая сила, действующая на  $D_q$ ;  $F_k^{(q)} : D_q \times \mathfrak{S} \rightarrow R$ ;  $k = \overline{1, m}$ ;

$$A^{(q)}(x, \partial) = \|A_{jk}^{(q)}(x, \partial)\|_{m \times m}; \quad A_{jk}^{(q)}(x, \partial) = \frac{\partial}{\partial x_l} \left( a_{ijlk}^{(q)}(x) \frac{\partial}{\partial x_l} \right),$$

Здесь и ниже повторение индекса без скобок означает суммирование по этому индексу.

Функции  $a_{ijlk}^{(q)}$ , называемые упругими постоянными,  $a_{ijlk}^{(q)} : D_q \rightarrow R$ , удовлетворяют условиям

$$a_{ijlk}^{(q)} = a_{jilk}^{(q)} = a_{iklj}^{(q)}.$$

Будем предполагать, что  $\exists M > 0$ ,  $\forall x \in \bar{D}_q$ ,  $\forall \varepsilon_{ij} \in R$ ,  $\varepsilon_{ij} = \varepsilon_{ji}$ :

$$a_{ijlk}^{(q)}(x) \varepsilon_{ij} \varepsilon_{lk} \geq M \varepsilon_{ij} \varepsilon_{ij}.$$

Рассматривается следующая гранично-контактная задача динамики.

Задача  $K$  ( $K = I, II, III, IV$ ). Найти в  $D_q \times \mathfrak{S}$  вектор-функцию  $u^{(q)} : D_q \times \mathfrak{S} \rightarrow R^m$ , класса  $C^2(\bar{D}_q \times \mathfrak{S}) \cap C^1(\bar{D}_q \times \mathfrak{S})$ , удовлетворяющую (1) и следующим условиям:

$$\forall(x, t) \in S_0 \times \mathfrak{S} : \{u^{(0)}(x, t)\}^+ - n \{u^{(0)}(x, t) \cdot n\}^+ = f(x, t),$$

$$\{u^{(1)}(x, t)\}^- - n \{u^{(1)}(x, t) \cdot n\}^- = \varphi(x, t),$$



$$\{u^{(0)}(x, t) \cdot n\}^+ - \{u^{(1)}(x, t) \cdot n\}^- = \psi(x, t),$$

$$\{T^{(0)}(x, \partial, n) u^{(0)}(x, t) \cdot n\}^+ - \{T^{(1)}(x, \partial) u^{(1)}(x, t) \cdot n\}^- = \\ = g(x, t) \text{ (условия контакта);}$$

$\forall x, t \in S_1 \times \mathfrak{S}: \{u^{(1)}(x, t)\}^+ = h_1(x, t)$  при  $K=I$ , или  $\{T^{(1)}(x, \partial, n) u^{(1)}(x, t)\}^+ = \\ = h_2(x, t)$  при  $K=II$ , или  $\{T^{(1)}(x, \partial, n) u^{(1)}(x, t)\}^+ - n \{T^{(1)}(x, \partial, n) \times \\ \times u^{(1)}(x, t) \cdot n\}^+ = h_3(x, t)$ ,  $\{u^{(1)}(x, t) \cdot n\}^+ = h_4(x, t)$  при  $K=III$ , или  $\{u^{(1)}(x, t)\}^+ - n \{u^{(1)}(x, t) \cdot n\}^+ = h_5(x, t)$ ,  $\{T^{(1)}(x, \partial, n) u^{(1)}(x, t) \cdot n\}^+ = h_6(x, t)$

при  $K=IV$  (граничные условия);  $\forall x \in \bar{D}_q: u^{(q)}(x, 0) = g^{(q)}(x)$ ,  $\frac{\partial u^{(q)}(x, 0)}{\partial t} =$

$\stackrel{1}{=} g^{(q)}(x)$  (начальные условия), где оператор  $T^{(q)}(x, \partial, n)$  определен в [2] и  $f, \varphi: S_0 \times \mathfrak{S} \rightarrow R^m$ ,  $\psi, g: S_0 \times \mathfrak{S} \rightarrow R$ ,  $h_1, h_2, h_3, h_5: S_1 \times \mathfrak{S} \rightarrow R^m$ ,  $h_4, h_6: S_1 \times \\ \times \mathfrak{S} \rightarrow R$ ,  $g^{(q)}: \bar{D}_q \rightarrow R^m$ .

Будем предполагать, что выполняются следующие условия:

$$a) \ g^{(q)} \in C^k(\bar{D}_q), \quad g^{(q)} \in C^{k-1}(\bar{D}_q), \quad F^{(q)} \in C^{k-2}(\bar{D}_q \times \bar{\mathfrak{S}}), \quad \rho^{(q)} \in C^{k-2}(\bar{D}_q), \\ \alpha_{ijk}^{(q)} \in C^{k-1+\alpha}(\bar{D}_q), \quad S_q \in C^{k+1+\alpha}, \quad g \in C^{k-1+\alpha}(S_0 \times \bar{\mathfrak{S}}), \quad f, \varphi, \psi \in C^{k+\alpha}(S_0 \times \bar{\mathfrak{S}}),$$

$$0 < \alpha < 1, \quad f \cdot n = \varphi \cdot n = 0;$$

$$b) \ \exists \lambda_0 > 0: \sup_{x \in \bar{D}_q} |\partial^\beta F^{(q)}(x, t)| \leq C e^{\lambda_0 t}, \quad |\beta| = 0, \dots, k-2,$$

$$\sup_{x \in S_0} |\partial^\beta f(x, t)| \leq C e^{\lambda_0 t}, \quad \sup_{x \in S_0} |\partial^\beta \varphi(x, t)| \leq C e^{\lambda_0 t},$$

$$\sup_{x \in S_0} |\partial^\beta \psi(x, t)| \leq C e^{\lambda_0 t}, \quad |\beta| = 0, \dots, k, \quad \sup_{x \in S_0} |\partial^\beta g(x, t)| \leq C e^{\lambda_0 t},$$

$$|\beta| = 0, \dots, k-1;$$

$$c) \ \forall x \in S_0: \{g^{(0)}(x)\}^+ - n \{g^{(0)}(x) \cdot n\}^+ = \frac{\partial^r f(x, 0)}{\partial t^r},$$

$$\{g^{(1)}(x)\}^- - n \{g^{(1)}(x) \cdot n\}^- = \frac{\partial^r \varphi(x, 0)}{\partial t^r},$$

$$\{g^{(0)}(x) \cdot n\}^+ - \{g^{(1)}(x) \cdot n\}^- = \frac{\partial^r \psi(x, 0)}{\partial t^r}, \quad r=0, \dots, k,$$

$$\{T^{(0)}(x, \partial, n) g^{(0)}(x) \cdot n\}^+ - \{T^{(1)}(x, \partial, n) g^{(1)}(x) \cdot n\}^- = \frac{\partial^r g(x, 0)}{\partial t^r},$$

$$r=0, \dots, k-1;$$

$$d) \ \forall x \in S_1: \{g^{(1)}(x)\}^+ = \frac{\partial^r h_1(x, 0)}{\partial t^r}, \quad r=0, \dots, k;$$

$$e) \ \forall x \in S_1: \{T^{(1)}(x, \partial, n) g^{(1)}(x)\}^+ = \frac{\partial^r h_2(x, 0)}{\partial t^r}, \quad r=0, \dots, k-1;$$

$$f) \ \forall x \in S_1: \{T^{(1)}(x, \partial, n) g^{(1)}(x)\}^+ - n \{T^{(1)}(x, \partial, n) g^{(1)}(x) \cdot n\}^+ = \frac{\partial^r h_3(x, 0)}{\partial t^r},$$

$$\{g^{(1)}(x) \cdot n\}^+ = \frac{\partial^r h_4(x, 0)}{\partial t^r}, \quad r=0, \dots, k-1;$$

$$g) \forall x \in S_1 : \{g^{(1)}(x)\}^+ - n \{g^{(1)}(x) \cdot n\}^+ = \frac{\partial^r h_5(x, 0)}{\partial t^r},$$

$$\{T^{(1)}(x, \partial, n) g^{(1)}(x) \cdot n\}^+ = \frac{\partial^r h_6^*(x, 0)}{\partial t^r}, \quad r=0, \dots, k-1,$$

где

$$g^{(a)}(x) = (\rho^{(a)}(x))^{-1} \left( A^{(a)}(x, \partial) g^{(a)}(x) - \frac{\partial^{r-2} F^{(a)}(x, 0)}{\partial t^{r-2}} \right), \quad r=2, \dots, k.$$

Справедливы следующие теоремы единственности и существования решений задачи  $K$ .

**Теорема 1.** *Задача  $K$  ( $K=I, II, III, IV$ ) имеет не более одного решения из класса  $C^2(\overline{D}_q \times \overline{\mathfrak{S}}) \cap C^1(\overline{D}_q \times \overline{\mathfrak{S}})$ .*

Доказательство этой теоремы основано на формуле Грина.

**Теорема 2.** *Если выполняются предположения а), б), с), д),  $h_1 \in C^{k+\alpha}(S_1 \times \overline{\mathfrak{S}})$  ( $0 < \alpha < 1$ ) и  $\text{Sup}_{x \in S_1} |\partial^\beta h_1(x, t)| \leq C e^{\lambda_0 t}$ ,  $|\beta|=0, \dots, k$ ,*

*то при  $k=2 \left[ \frac{m}{2} \right] + 6 + 3r$  ( $\left[ \frac{m}{2} \right]$  — целая часть числа  $\frac{m}{2}$ ), существует решение задачи 1, принадлежащее классу  $C^p(\overline{D}_q \times \overline{\mathfrak{S}})$ .*

**Теорема 3.** *Если выполняются предположения а), б), с), е),*

*$h_2 \in C^{k-1+\alpha}(S_1 \times \overline{\mathfrak{S}})$  и  $\text{Sup}_{x \in S_1} |\partial^\beta h_2(x, t)| \leq C e^{\lambda_0 t}$ ,  $|\beta|=0, \dots, k-1$ ,*

*то при  $k=2 \left[ \frac{m}{2} \right] + 6 + 3r$  существует решение задачи 2, принадлежащее классу  $C^p(\overline{D}_q \times \overline{\mathfrak{S}})$ .*

**Теорема 4.** *Если выполняются предположения а), б), с), г),*

*$h_3, h_4 \in C^{k-1+\alpha}(S_1 \times \overline{\mathfrak{S}})$ ,  $n \cdot h_3 = 0$  и  $\text{Sup}_{x \in S_1} |\partial^\beta h_i(x, t)| \leq C e^{\lambda_0 t}$ ,  $i=3, 4$ ,  $|\beta|=0, \dots, k-1$ ,*

*то при  $k=2 \left[ \frac{m}{2} \right] + 6 + 3r$  существует решение задачи 3, принадлежащее классу  $C^p(\overline{D}_q \times \overline{\mathfrak{S}})$ .*

**Теорема 5.** *Если выполняются предположения а), б), с), г),*

*$h_5, h_6 \in C^{k-1+\alpha}(S_1 \times \overline{\mathfrak{S}})$ ,  $n \cdot h_5 = 0$  и  $\text{Sup}_{x \in S_1} |\partial^\beta h_i(x, t)| \leq C e^{\lambda_0 t}$ ,  $i=5, 6$ ,  $|k|=0, \dots, k-1$ ,*

*то при  $k=2 \left[ \frac{m}{2} \right] + 6 + 3r$  существует решение задачи 4, принадлежащее классу  $C^p(\overline{D}_q \times \overline{\mathfrak{S}})$ .*

Доказательство теорем 2—5 проводится по следующей схеме.

Задача  $K$  приводится к задачам с нулевыми контактными, граничными и начальными условиями, а затем эти задачи с помощью преобразования Лапласа приводятся к эллиптическим задачам с комплексным параметром. На основе общей теории эллиптических систем [2, 3], неравенств Корна и теоремы Лакса-Мильграмма [4] доказывается единственность и существование решения полученной эллиптической задачи, а также аналитичность решения по комплексному параметру. Применением свойств обратного преобразования Лапласа получаются теоремы 2—5.



Аналогично можно исследовать гранично-контактную задачу динамики теории упругости, которая отличается от задачи  $K$  лишь тем, что на границе контакта вместо касательных составляющих смещений заданы касательные составляющие напряжений изнутри и извне.

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

(Поступило 3.2.1984)

მათემატიკა

რ. ბაჩიჩილაძე

დრეკადობის კლასიკური თეორიის დინამიკის ზოგიერთი ახალი სასაზღვრო-საკონტაქტო ამოცანა არაერთგვაროვანი ანიზოტროპული დრეკადი გარემოსათვის

რეზიუმე

შესწავლილია დრეკადობის კლასიკური თეორიის დინამიკის ზოგიერთი სასაზღვრო-საკონტაქტო ამოცანის ამოხსნის არსებობისა და ერთადერთობის საკითხი ევკლიდეს  $m$ -განზომილებიან ( $m \geq 2$ ) სივრცეში არაერთგვაროვანი ანიზოტროპული გარემოს შემთხვევაში.

MATHEMATICS

R. I. GACHECHILADZE

SOME NEW DYNAMIC BOUNDARY-CONTACT PROBLEMS  
OF CLASSICAL ELASTICITY FOR NONHOMOGENEOUS  
ANISOTROPIC ELASTIC MEDIA

Summary

The existence and uniqueness of solutions of some dynamic boundary-contact problems of classical elasticity in an  $m$ -dimensional ( $m \leq 2$ ) Euclidean space have been studied for nonhomogeneous anisotropic elastic media.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Д. Купрадзе, Т. Г. Гегелиა, М. О. Башелейшвили, Т. В. Бурчуладзе. Трехмерные задачи теории упругости и термоупругости. М., 1976.
2. Р. И. Гачечиладзе, О. И. Мансаиа. Труды ИПМ ТГУ, V—VI, 1978, 68—92.
3. Ж. Л. Лионс, Э. Мадженес. Неоднородные граничные задачи и их приложения. М., 1971.
4. Г. Фикера. Теоремы существования в теории упругости. М., 1974.

М. Г. МЕГРЕЛИШВИЛИ

## О ВЛОЖЕНИИ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ ПРОСТРАНСТВ В ПРОСТРАНСТВА С СИЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ ОДНОРОДНОСТИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Берикашвили 3.2.1984)

В работе вводятся и исследуются понятия преддействия на топологическом пространстве и универсального действия для данного преддействия. Универсальное действие реализуется как расширение Кана. Приводимая конструкция позволяет данное пространство (из класса  $A$ ) вкладывать в пространства (из класса  $A$ ) с сильными свойствами однородности. В частности, усилены результаты В. К. Бельнова [1] и Шимрата [2] Используя при этом известные примеры Хендерсона, Федорчука, Роя, Лифанова, Поля, можно получить пространства с патологическими размерностными свойствами и с сильными свойствами однородности, что усиливает результаты из [1]. Свободное однородное пространство (в смысле [1]) реализуется как универсальное действие некоторого естественного преддействия.

Используемые в статье определения из [3] считаются известными.

Для любого топологического пространства  $X$  символом  $T(X)$  будем обозначать группоид всех частичных гомеоморфизмов пространства  $X$ . Объекты категории  $T(X)$  это все подпространства пространства  $X$ , а морфизмы между объектами  $A, B$  — всевозможные гомеоморфные отображения  $A$  на  $B$ .

Определение 1. Пусть  $X$  — топологическое пространство,  $P$  — группоид, а  $\pi: P \rightarrow T(X)$  — некоторый функтор. Тройка  $(P, X, \pi)$  называется преддействием группоида  $P$  на пространстве  $X$ .

Если функтор  $\pi$  представляет собой естественное вложение подгруппоида  $P$  в группоид  $T(X)$ , то преддействие называется эффективным. Ясно, что всякое действие естественным образом можно рассматривать как преддействие.

Определим категорию преддействия  $PTRG$ . По определению, морфизм из объекта  $(P_1, X_1, \pi_1)$  в объект  $(P_2, X_2, \pi_2)$  — это пара  $p=(F, f)$ , где  $F: P_1 \rightarrow P_2$  — функтор, а  $f: X_1 \rightarrow X_2$  — непрерывное отображение, удовлетворяющее следующим условиям:

- 1) Для любого объекта  $A$  из  $P_1$  множество  $f(\pi_1(A))$  содержится в  $\pi_2(F(A))$ ;
- 2)  $f(\pi_1(\sigma)(x)) = \pi_2(F(\sigma))(f(x))$  для любого  $x \in X$  и любого морфизма  $\sigma$  из  $P_1$ .

Морфизм преддействий называем вложением, если  $f$  — топологическое вложение, а  $F$  — унивалентный функтор.





В категории  $PTRG$  композиция морфизмов определяется естественным образом. Ясно, что категория  $TRG$  всевозможных действий групп на топологические пространства есть полная подкатегория в  $PTRG$ .

**Теорема 1.** *Всякое эффективное преддействие  $A=(P, X, \pi)$  имеет  $TRG$ -рефлектор  $\bar{A}=(\bar{P}, \bar{X}, \bar{\pi})$  (называемый далее универсальным действием данного преддействия). Причем, универсальный морфизм  $p=(U, i): A \rightarrow \bar{A}$  есть вложение.*

Займемся сперва построением функтора  $U: P \rightarrow \bar{P}$ . Для любого группоида  $P$ , класс морфизмов которого есть множество, существует универсальная группа  $\bar{P}$ , множеством образующих которой можно выбрать множество морфизмов категории  $P$ . Каждый элемент  $g$  группы  $\bar{P}$  единственным образом может быть представлен в виде произведения  $g = \sigma_1 \sigma_2 \dots \sigma_n$ , для некоторого редуцированного слова  $(\sigma_1, \dots, \sigma_n)$ . Причем слово  $(\sigma_1, \dots, \sigma_n)$  называется редуцированным, если для любого  $i$  в категории  $P$  не определена композиция  $\sigma_i \circ \sigma_{i+1}$  и каждое  $\sigma_i$  не является единичным морфизмом. Естественное отображение  $U: P \rightarrow \bar{P}$  определяет универсальный функтор. В дальнейшем иногда отождествляем  $\sigma \in \text{Mog } P$  и  $U(\sigma) \in \bar{P}$ .

Наделим группу  $\bar{P}$  дискретной топологией и образуем топологическое произведение  $\bar{P} \times X \equiv \bar{X}$ . На пространстве  $\bar{X}$  определим действие  $\tilde{\pi}: \bar{P} \rightarrow \text{Нотео}(\bar{X})$  следующим условием:

$$\tilde{\pi}(g): (h, x) \rightarrow (gh, x).$$

Будем считать, что элементы  $(g_1, x_1)$  и  $(g_2, x_2)$  находятся в отношении  $\Omega$ , если существует такой элемент  $h$  группы  $\bar{P}$ , что  $g_1 = g_2 h$  и если  $h = \sigma_1 \dots \sigma_n$  — редуцированное представление, то существует такая последовательность  $y_1 = x_1, y_2, \dots, y_{n-1}, y_n = x_2$  элементов из  $X$ , что  $\sigma_i(y_i) = y_{i+1}$   $i=1, 2, \dots, n-1$ . Нетрудно проверить, что отношение  $\Omega$  на множестве  $\bar{X}$  есть отношение эквивалентности, согласованное с действием  $\tilde{\pi}$ .

Пусть  $\bar{X}$  обозначает факторпространство пространства  $\bar{X}$  по отношению эквивалентности  $\Omega$ , а  $S: \bar{X} \rightarrow \bar{X}$  — естественную проекцию. Ясно, что действие  $\tilde{\pi}$  определяет на  $\bar{X}$  естественное действие  $\bar{\pi}$ . Пусть  $i$  есть отображение  $X \rightarrow \bar{X}$ , где  $i(x) = S(e, x)$  ( $e$  — единичный элемент группы  $\bar{P}$ ). Тогда, действие  $(\bar{P}, \bar{X}, \bar{\pi})$  есть универсальное действие данного преддействия, а  $p=(U, i): (P, X, \pi) \rightarrow (\bar{P}, \bar{X}, \bar{\pi})$  универсальный морфизм, являющийся вложением.

**Замечание 1.** Универсальное действие  $(\bar{P}, \bar{X})$  транзитивно в точности тогда, когда преддействие  $(P, X)$  транзитивно в следующем смысле: для любых точек  $x, y$  пространства  $X$  существуют такие последовательность  $\sigma_0, \sigma_1, \dots, \sigma_{n-1}$  морфизмов из  $P$  и последовательность  $x_0 = x, x_1, \dots, x_{n-1}, x_n = y$ , что  $\sigma_i(x_i) = x_{i+1}$ .

Каждое множество  $M$  подпространств пространства  $X$  однозначно определяет подгруппоид (полную подкатегорию, соответствующую множеству объектов  $M$ ) группоида  $T(X)$ . Рассматривая в качестве  $M$  соответственно все бикомпактные, все конечные, все одноточечные подпространства, мы получим соответственно преддействия  $(P_k, X), (P_\Sigma, X), (P_B, X)$ .



Теорема 2. *Универсальное действие преддействия  $(P, X)$  есть свободное однородное пространство (в смысле [1]) пространства  $X$ .*

Определение 2. Топологическое пространство  $X$  называем  $K$ -однородным ( $\Sigma$ -однородным), если для всякого гомеоморфизма  $\sigma: A \rightarrow B$ , где  $A$  и  $B$  бикомпактные (соотв. конечные) подпространства, существует гомеоморфизм  $\bar{\sigma}: X \rightarrow X$ , продолжающий  $\sigma$ .

Ввиду замечания 1 универсальные действия  $(\bar{P}_K, \bar{X}_K)$  и  $(\bar{P}_\Sigma, \bar{X}_\Sigma)$  транзитивны. Однако не ясно будут ли пространства  $\bar{X}_K$  и  $\bar{X}_\Sigma$  соответственно  $K$ -однородным и  $\Sigma$ -однородным. Поэтому, приходится строить такие пространства индуктивно, рассматривая прямой спектр преддействий.

Теорема 3. *Всякое (вполне) регулярное пространство  $X$  замкнуто вкладывается в  $K$ -однородное (вполне) регулярное пространство  $X_K$ . Если  $X$  удовлетворяет одному из следующих условий, то соответствующему условию удовлетворяет и  $X_K$ : а)  $X$  (наследственно, совершенно) нормально; б)  $X$  нормально и  $\dim X = n$ .*

Теорема 4. *Всякое  $T_1$ -пространство  $X$  замкнуто вкладывается в  $\Sigma$ -однородное  $T_1$ -пространство  $X_\Sigma$ . Если  $X$  удовлетворяет одному из следующих условий, то и  $X_\Sigma$  удовлетворяет соответствующему условию: а)  $X$  (вполне) регулярно; б)  $X$  (наследственно, совершенно) нормально; в)  $X$  нормально и  $\dim X = n$ ; г)  $\text{Ind } X = n$ ; д)  $\text{ind } X = n$ ; е)  $X$  (наследственно) паракомпактно.*

Теорема 5. *Всякое нормальное  $G$ -пространство  $X$  (где  $G$  — дискретно) размерности  $\dim X = n$  эквивариантно вкладывается в некоторое транзитивное действие  $(G', X')$ , где  $X'$  нормально и  $\dim X' = n$ .*

Теоремы 3, 4 усиливают результаты из [1] и [2].

Оказывается, универсальное действие  $(\bar{P}, \bar{X})$  данного эффективного преддействия  $(P, X)$  можно реализовать с помощью расширения Кана (соответствующие определения см. в [4]. Для уточнения этого утверждения нам понадобятся некоторые обозначения. Определим диаграммную схему  $P_M$ . Класс объектов это, по определению, множество всех объектов категории  $P$ , пополненное, быть может, объектом  $X$ . Каждый морфизм (кроме, быть может, морфизма  $\text{Id}_X$ ) имеет вид  $\varepsilon_{A,B}$  или  $\sigma$ , где  $\sigma \in \text{Mog } P$ ,  $A \subseteq B$ ,  $A, B \in \text{Ob } P_M$  и  $\varepsilon_{A,B}$  — естественное вложение  $A$  в  $B$ . Пусть  $\pi: P_M \rightarrow \text{TOP}$  — естественное вложение  $P_M$  в категорию топологических пространств. Рассмотрим также диаграмму  $G: P_M \rightarrow \bar{P}$ , где  $G(\varepsilon_{A,B}) = e$  и  $G(\sigma) = U(\sigma)$ , а  $U: P \rightarrow \bar{P}$  есть универсальный функтор в группу.

Теорема 6. *Универсальное действие  $(\bar{P}, \bar{X})$  преддействия  $(P, X)$  изоморфно действию  $\lim_{\rightarrow G} \pi$  где  $\lim_{\rightarrow G} \pi$  есть левое расширение Кана функтора  $\pi$  над диаграммой  $G$ .*

ა. მებრეღიშვილი

ტოპოლოგიური სივრცეების ძლიერად ერთგვაროვან სივრცეებში  
ჩაღბმის შესახებ

რეზიუმე

შემოტანილია ტოპოლოგიურ სივრცეზე წინარემოქმედებისა და უნივერსალური მოქმედების ცნებები. უნივერსალური მოქმედება რეალიზებულია როგორც კანის გაფართოება. კონსტრუქცია საშუალებას იძლევა მოცემული სივრცე ( $A$  კლასიდან) ჩაიდგას ძლიერად ერთგვაროვან სივრცეში ( $A$  კლასიდან). კერძოდ, განზოგადებულია ვ. ბელნოვისა [1] და შიმრატის [2] შედეგები.

MATHEMATICS

M. G. MEGRELISHVILI

ON THE IMBEDDING OF TOPOLOGICAL SPACES INTO  
SPACES WITH STRONG PROPERTIES OF HOMOGENEITY

Summary

The notions of preaction on a topological space and of universal action are introduced. Universal action is realized as an extension of Kan. The construction introduced permits to imbed spaces (from class  $A$ ) into spaces (from class  $A$ ) with strong properties of homogeneity. In particular, the results of Belnov [1] and Shimrat [2] are reinforced.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. К. Бельнов. ДАН СССР, т. 238, № 4, 1978, с. 781—784.
2. M. Shimrat. Quart. J. Math. Oxford (2), 5, № 20, 1954.
3. М. Ш. Цаленко, Е. Г. Шульгейфер. Основы теории категорий. М., 1974.
4. S. Mac Lane. Categories for the Working Mathematician, Springer, 1972.

В. Г. НАРМАНИЯ

## ОДНА ТЕОРЕМА О КОНЕЧНОМЕРНЫХ АЛГЕБРАХ

(Представлено академиком Б. В. Хведелидзе 7.2.1984)

Пусть  $A$ —коммутативная конечномерная алгебра с единицей  $1$  над полем  $C$  комплексных чисел.

**Теорема 1.** *Группа обратимых элементов алгебры  $A$ —открытое множество.*

**Доказательство.** Пусть  $A_1$ —множество, обладающее свойством  $A_1x \subseteq A_1$  для всех  $x$  из  $A$ . Покажем, что  $\overline{A_1}x \subseteq \overline{A_1}$ . На самом деле, если  $b \in \overline{A_1}$ , то  $b = \lim a_n$ , где  $a_n \in A_1$  рассмотрим  $bx = \lim a_n \cdot x = \lim a_n x$ , но  $a_n x \in A_1$ , поэтому  $bx \in \overline{A_1}$ . Множество необратимых элементов  $H$  является максимальным среди множеств типа  $A_1$ , поэтому  $H = \overline{H}$ , значит группа обратимых элементов  $A^{-1} = A \setminus H$ —открытое множество.

**Следствие 2.** В алгебре  $A$  имеется базис из обратимых элементов.

**Доказательство.** Пусть  $e_1, \dots, e_k$  ( $k < n$ )—линейно независимые обратимые элементы алгебры  $A$  и нет  $(k+1)$  линейно независимых обратимых элементов. Рассмотрим линейное пространство, порожденное элементами  $e_1, \dots, e_k$ . Из предположения следует, что обратимые элементы входят в пространство  $\{e_1, \dots, e_k\}$ . Но открытое множество не может входить в  $k$ -мерное подпространство.

**Теорема 2.** *В любой циклической алгебре  $\{u\}$  размерности  $n$  либо существует элемент  $x$  такой, что  $x^n = 0$ ,  $x^{n-1} \neq 0$ , либо существует элемент  $y$  такой, что  $y^n = 1$ ,  $y^m \neq 1$  при  $m < n$ . Оба условия одновременно не могут выполняться.*

**Доказательство.** Допустим, что в циклической алгебре нет элемента  $x$  такого, что  $x^n = 0$ . Тогда в этой алгебре вообще нет нильпотентов. На самом деле, если  $x^k = 0$ ,  $x^{k-1} \neq 0$ , то  $k > n$  и элементы  $1, x, \dots, x^{k-1}$  линейно зависимы, значит

$$\alpha_0 + \alpha_1 x + \dots + \alpha_{k-1} x^{k-1} = 0,$$

не ограничивая общности можно предположить  $\alpha_0 \neq 0$ , умножая обе части этого равенства на  $x^{k-1}$ , получаем  $\alpha_0 x^{k-1} = 0$ , значит  $\alpha_0 = 0$  противоречие. Если в алгебре нет нильпотентов, то она изоморфна  $C^n$  (см., например, [1]), а в этом случае существует элемент  $y$  такой, что  $y^n = 1$ ,  $y^m \neq 1$  при  $m < n$  и элементы  $1, y, \dots, y^{n-1}$  линейно независимы. Далее, если алгебра  $\{u\}$  с нильпотентами, то

$$\{u\} = N \oplus C^l,$$

где  $N$ —множество всех нильпотентов. Имеем

$$1 = e_1 + e_2 + \dots + e_k,$$



где  $e_i$ ,  $1 \leq i \leq k'$  — ортогональные идемпотенты. Пусть  $z, \dots, z^{m'}$  — базис в  $N$ . Рассмотрим  $e_i z$ , поскольку  $N$  — идеал, то

$$e_i z = \beta_1 z + \beta_2 z^2 + \dots + \beta_{m'} z^{m'},$$

отсюда следует

$$e_i z = \beta_1 (e_i z) + \dots + \beta_{m'} (e_i z)^{m'},$$

значит либо  $e_i z = 0$ , либо  $\beta_1 = 1$  и  $\beta_2 = \dots = \beta_{m'} = 0$ . Поэтому  $z = 0$  или  $\beta_1 = 1$ . Тогда

$$e_1 z = z, e_2 z = z, \dots, e_{k'} z = z,$$

что приводит к равенству  $z = 0$ , противоречие. Если в  $\{u\}$  нет идемпотентов, то их нет и в  $\mathbf{C}^l$ ,  $l > 1$  (см., например, [2]). Окончательно получаем

$$\{u\} = \mathbf{C} \oplus N,$$

т. е.  $\{u\} = \{\alpha_0 + \alpha_1 z + \dots + \alpha_{m'} z^{m'}\}$  и  $m' = n - 1$ . Если не существует элемент  $x$  такой, что  $x^n = 0$ ,  $x^{n-1} \neq 0$ , то  $m' \leq n - 2$  — противоречие.

Покажем, что в циклической алгебре оба случая вместе не выполняются. На самом деле, если существует элемент  $x$ , для которого  $x^n = 0$ ,  $x^{n-1} \neq 0$ , то должен существовать нильпотент  $u_1$  такой, что  $(\alpha_0 + u_1)^n = 1$ , из этого равенства следует, нильпотенты  $u_1, u_1^2, \dots, u_1^{n-1}$  линейно зависимы, противоречие.

Рассмотрим базис из обратимых элементов  $e_1, \dots, e_n$ . Пусть

$$\{e_1\} = \{\alpha_0 + \alpha_1 e_1 + \dots + \alpha_{k''-1} e_1^{k''-1}, \alpha_0, \dots, \alpha_{k''-1} \in \mathbf{C}\} = A_1$$

есть циклическая алгебра, порожденная элементом  $e_1$ . Пусть  $e_j$  — первый из базисных элементов, не входящий в  $A_1$ . Алгебру, порожденную элементом  $e_j$ , обозначим через  $A_2$ . Далее, пусть  $e_{j'}$  — первый из базисных элементов, который не входит в  $A_1 \cup A_2$ . Алгебру, порожденную элементом  $e_{j'}$ , обозначим через  $A_3$  и т. д. Мы получим последовательность циклических алгебр

$$A_1, A_2, \dots, A_{k''}.$$

Всюду в дальнейшем мы будем считать, что из 1 извлекается корень любой степени, отличный от  $\pm 1$ .

Допустим,  $A_1$  и  $A_2$  — такие алгебры, что в  $A_1$  существует элемент  $y$  со свойством  $y^{k_1} = 1$ ,  $y^{m_1} \neq 1$  при  $m_1 < k_1$  и в  $A_2$  существует элемент  $z$ ,  $z^{k_2} = 1$ ,  $z^{m_2} \neq 1$  при  $m_2 < k_2$ . Алгебры  $A_1$  и  $A_2$  будут изоморфны  $\mathbf{C}^{k_1}$  и  $\mathbf{C}^{k_2}$ , из единицы извлекается корень любого порядка, поэтому  $y \in A_2$  и  $z \in A_1$ , значит  $A_1 = A_2$ . Получили, что среди алгебр  $A_1, \dots, A_{k''}$  имеется единственная алгебра, допустим  $A_1$ , обладающая элементом  $y$ , для которого  $y^n = 1$ ,  $y^m \neq 1$ , если  $m < n$ . В остальных алгебрах существует элемент  $x$  такой, что  $x^n = 0$ ,  $x^{n-1} \neq 0$ , где  $n$  — размерность соответствующей циклической алгебры.

Допустим, что  $x^{m''} = 0$ ,  $x^{m''-1} \neq 0$  и  $x_1^{n''} = 0$ ,  $x_1^{n''-1} \neq 0$  и рассмотрим алгебры

$$\{\alpha'_0 + \alpha'_1 x + \dots + \alpha'_{m''-1} x^{m''-1}, \alpha'_0, \dots, \alpha'_{m''-1} \in \mathbf{C}\}$$

и

$$\{\beta'_0 + \beta'_1 x_1 + \dots + \beta'_{n''-1} x_1^{n''-1}, \beta'_0, \dots, \beta'_{n''-1} \in \mathbf{C}\}.$$



Покажем, что идеалы

$$\{\alpha'_1 x + \dots + \alpha'_{m''-1} x^{m''-1}\} \text{ и } \{\beta'_1 x_1 + \dots + \beta'_{n''-1} x_1^{n''-1}\}$$

имеют общим лишь нулевой элемент. Пусть  $z$ —общий элемент этих идеалов, тогда  $1-z$  обратимый элемент (см., например, [1]). Обозначим  $1-z$  через  $u$  и рассмотрим алгебру

$$\{u\} = \{\gamma_0 + \gamma_1 u + \dots + \gamma_{l'-1} u^{l'-1}, \gamma_0, \dots, \gamma_{l'-1} \in \mathbb{C}\}.$$

Не ограничивая общности, можно считать, что  $l' < m''$ . Допустим, в  $\{u\}$  имеется нильпотент, тогда существует такой нильпотент  $v$ , что  $v^{l'} = 0$ ,  $v^{l'-1} \neq 0$ . Эти соотношения выполняются и в алгебре  $\{x\}$ . Понятно, что  $v = \alpha''_1 x + \alpha''_2 x^2 + \dots + \alpha''_{m''-1} x^{m''-1}$ , значит  $(\alpha''_1 x + \alpha''_2 x^2 + \dots + \alpha''_{m''-1} x^{m''-1})^{l'} = 0$ . Исходя из условия  $v^{l'-1} \neq 0$  можно считать  $\alpha''_1 \neq 0$ . Получаем

$$(\alpha''_1)^{l'} x^{l'} + \dots = 0.$$

Умножая обе части этого равенства на  $x^{m''-1-l'}$ , приходим к соотношению  $(\alpha''_1)^{m''-1} = 0$ , поэтому  $x^{m''-1} = 0$ —противоречие. Значит, в алгебре  $\{u\}$  нет нильпотентов, но  $1-(1-z) \in \{u\}$ , отсюда следует  $z \in \{u\}$ , что невозможно, поскольку  $z$ —нильпотент.

Рассмотрим идеал  $\{x u_2, u_2 \in A\}$ , понятно, что  $(x u_2)^{m''} = x^{m''} u_2^{m''} = 0$ , кроме того,

$$0 \subseteq \{x^{m''-1}\} \subseteq \{x^{m''-2}\} \subseteq \dots \subseteq \{x^2\} \subseteq \{x\} \subseteq A.$$

Допустим  $\{x^2\} = \{x\}$ , значит  $x^2 y = x$ , умножая обе части равенства на  $x^{m''-2}$ , получаем  $x^{m''-1} = 0$ , противоречие, аналогично и в других случаях. Значит, знак  $\subseteq$ , можно заменить знаком  $\subset$ , поэтому размерность  $\dim \{x\} = m'' - 1$ . Получили, что  $\{\alpha'_1 x + \alpha'_2 x^2 + \dots + \alpha'_{m''-1} x^{m''-1}\}$  является идеалом не только в алгебре  $\{\alpha'_0 + \alpha'_1 x + \dots + \alpha'_{m''-1} x^{m''-1}\}$ , но и в исходной алгебре  $A$ .

Окончательно приходим к разложению алгебры  $A$  в прямую сумму

$$A = \{\alpha_{01} + \alpha_{11} y_1 + \dots + \alpha_{1, m-1} y_1^{m-1}\} \oplus \{\beta_{11} y_2 + \beta_{12} y_2^2 + \dots + \beta_{1, n-1} y_2^{n-1}\} \oplus \dots \oplus \{\gamma_{11} y_l + \dots + \gamma_{1, k-1} y_l^{k-1}\},$$

где  $y_1^m = 1, y_2^n = 0, \dots, y_l^k = 0, \alpha_{01}, \dots, \alpha_{1, m-1}, \beta_{11}, \dots, \beta_{1, n-1}, \gamma_{11}, \dots, \gamma_{1, k-1}$ —комплексные числа.

По аналогии доказательства теоремы 2, получаем, что

$$A = \alpha_{01} + \alpha_{11} y_1 + \dots + \alpha_{1, m-1} y_1^{m-1}.$$

Значит  $A$  изоморфна алгебре диагональных матриц.

Мы доказали следующую теорему.

**Теорема 3.** *Если из единицы коммутативной конечномерной алгебры извлекается не единичный корень любого порядка, то эта алгебра изоморфна алгебре диагональных матриц.*

Академия наук Грузинской ССР

Тбилисский математический институт

им. А. М. Размадзе

(Поступило 9.2.1984)



3. ნარმანია

ერთი თეორემა სასრულგანზომილებიან ალგებრათა შესახებ

რეზიუმე

ვთქვათ მოცემული გვაქვს სასრულგანზომილებიანი კომუტაციური ალგებრა კომპლექსურ რიცხვთა ველზე. მტკიცდება — თუ ამ ალგებრის ერთეულოვანი ელემენტისაგან ამოიღება ნებისმიერ ხარისხის არაერთეულოვანი ფესვი, მაშინ ეს ალგებრა იზომორფულია დიაგონალურ მატრიცთა ალგებრისა.

MATHEMATICS

V. G. NARMANIA

### ONE THEOREM ON FINITE-DIMENSIONAL ALGEBRAS

Summary

It is proved that if the root of any order different from unity is extracted from the unity of a commutative finite-dimensional algebra over the field of complex numbers, then this algebra is isomorphic to that of diagonal matrices.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Джекобсон. Строение колец. М., 1981.
2. Ю. А. Дрозд, В. В. Кириченко. Конечномерные алгебры. М., 1980.

М. Г. БИЦАДЗЕ

КРАТНЫЕ РЯДЫ ФУРЬЕ С МОНОТОННЫМИ  
 КОЭФФИЦИЕНТАМИ ИЗ КЛАССА  $Lip\alpha$

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Жижиашвили 22.2.1984)

1. Символом  $E_n$  обозначаем  $n$ -мерное евклидово пространство обыкновенными линейными операциями; точки из  $E_n$  будем обозначать через  $\vec{x}=(x_1, x_2, \dots, x_n)$ ,  $\vec{y}=(y_1, y_2, \dots, y_n)$ , ... Положим, что  $I_n=[-\pi, \pi]^n$ .

Будем рассматривать функции  $f: I_n \rightarrow ]-\infty; +\infty[$  периодические с периодом  $2\pi$  относительно каждой из переменных. Если  $f \in C(I_n)$  и

$$\|\Delta(f; \vec{h})\|_C \leq K \left\{ \sum_{i=1}^n |h_i|^\alpha \right\}, \quad 0 < \alpha \leq 1,$$

где

$$\Delta(f, \vec{x}, \vec{h}) = f(\vec{x} + \vec{h}) - f(\vec{x}),$$

то говорят, что  $f \in Lip\alpha$ .

Пусть  $M=\{1, 2, \dots, n\}$  ( $n \geq 2$ ) и  $B$ —произвольное подмножество из  $M$ . Предположим, что  $(a_{\vec{m}})_{\vec{m}} \geq \bar{\sigma}$   $n$ -кратная последовательность вещественных неотрицательных чисел, убывающих относительно каждой координата вектора  $\vec{m}$ . Через  $\lambda(\vec{m})$  обозначаются числа координат вектора  $\vec{m}$ , равные нулю. Будем рассматривать кратные тригонометрические ряды следующего вида:

$$\sum_{\vec{m} \geq \vec{\sigma}} 2^{-\lambda(\vec{m})} a_{\vec{m}} \prod_{i \in B} \cos m_i x_i \prod_{j \in C_M B} \sin m_j x_j, \quad (1)$$

причем предполагается, что для любого  $B \subset M$  ряд (1) сходится всюду к  $f_B$  в смысле Штольца—Прингсхейма. Таким образом, будем считать, что

$$f_B(\vec{x}) = \sum_{\vec{m} \geq \vec{\sigma}} 2^{-\lambda(\vec{m})} a_{\vec{m}} \prod_{i \in B} \cos m_i x_i \prod_{j \in C_M B} \sin m_j x_j. \quad (2)$$

Отметим, что эти обозначения мы заимствовали из книги Л. В. Жижиашвили [1].

2. В одномерном случае Лоренц [2] получил важные результаты, связанные с поведением монотонных коэффициентов рядов Фурье вида (1) для функций из класса  $Lip\alpha$ .

В настоящей статье приводятся утверждения, которые в определенном смысле представляют многомерные аналоги соответствующих теорем Лоренца.

Теорема 1. Пусть  $0 < \alpha \leq 1$  и  $f_B \in \text{Lip } \alpha$ ,  $B \subset M$ . Тогда

$$\left. \begin{aligned} \sum_{m_1=p_1}^{\infty} \sum_{m_2=0}^{\infty} \cdots \sum_{m_n=0}^{\infty} a_{\bar{m}} &\leq \frac{C}{(p_1+1)^\alpha}, \\ \sum_{m_1=0}^{\infty} \sum_{m_2=p_2}^{\infty} \sum_{m_3=0}^{\infty} \cdots \sum_{m_n=0}^{\infty} a_{\bar{m}} &\leq \frac{C}{(p_2+1)^\alpha}, \\ \sum_{m_1=0}^{\infty} \sum_{m_2=0}^{\infty} \cdots \sum_{m_n=p_n}^{\infty} a_{\bar{m}} &\leq \frac{C}{(p_n+1)^\alpha}, \quad C > 0 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Теорема 2. Предположим, что  $0 < \alpha < 1$  и для  $n$ -кратной последовательности  $(a_{\bar{m}})_{\bar{m} \geq \bar{0}}$  выполнены соотношения (3). Тогда для любого  $B \subset M$

$$f_B \in \text{Lip } \alpha.$$

Из сформулированных теорем вытекают разные следствия. Приведем характерное из них.

Следствие. Пусть  $0 < \alpha < 1$ . Тогда для любого  $B \subset M$  ряд

$$\sum_{\bar{m} \geq \bar{1}} \frac{\prod_{i \in B} \cos m_i x_i \prod_{j \in C_M B} \sin m_j x_j}{\left( \sum_{i=1}^n m_i \right)^{n+\alpha}}$$

равномерно сходится к  $f_B$  и функция  $f_B \in \text{Lip } \alpha$ .

Тбилисский государственный университет

(Поступило 24.2.1984)

მათემატიკა

მ. ბიწაძე

Lip  $\alpha$  კლასის ფუნქციის ჯერადი მჭკრივები მონოტონური კოეფიციენტებით

რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია სპეციალური სახის მონოტონურ კოეფიციენტებთან ფუნქციის  $n$ -ჯერადი ტრიგონომეტრიული მჭკრივები Lip  $\alpha$   $0 < \alpha < 1$  კლასის მრავალი ცვლადის ფუნქციებისათვის. კერძოდ, მოყვანილია ლორენცის [2] სათანადო შედეგების განმარტავადი თეორემები მრავალი განზომილებიანობისათვის.

M. G. BITSADZE

MULTIPLE TRIGONOMETRIC FOURIER SERIES WITH  
NONOTONE COEFFICIENTS IN Lip  $\alpha$  CLASS

Summary

A special kind of monotone coefficient Fourier  $n$ -fold trigonometric series for multiple variable functions of Lip  $\alpha$  ( $0 < \alpha \leq 1$ ) class is considered. In particular, theorems generalizing the corresponding results of Lorentz [2] to a multidimensional case are presented.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. В. Жижиашвили. Некоторые вопросы многомерного гармонического анализа. Тбилиси, 1983.
2. G. G. Lorentz. Mathematische Zeitschrift, 51, 1948, 135-149.



З. Р. МИМИНОШВИЛИ

О ФОРМУЛАХ ТИПА МИЛНОРА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Х. Н. Инасаридзе 19.3.1984)

Получены формулы типа Милнора для гомотопий и гомологий в случае несчетных спектров, обобщающие результаты Милнора [1], Коэна [2], Фогта [3], Л. Д. Мдзинаришвили [4] и автора [5].

Пусть  $\text{Top}$  — категория пунктированных пространств и пунктированных отображений. Через  $\text{rgo} - \text{Top}$  ( $\text{inj} - \text{Top}$ ) обозначим категорию обратных (прямых) спектров над  $\text{Top}$ , а через  $FC - \text{rgo} - \text{Top}$  ( $FC - \text{inj} - \text{Top}$ ) — категорию спектров с конечно-замкнутым множеством индексов [6].

Пусть  $\underline{X} = \{X_\alpha; p_{\alpha\alpha'}; A\} \in FC - \text{rgo} - \text{Top}$  и  $\overline{X} = \{X^\alpha; p^{\alpha\alpha'}; A\} \in FC - \text{inj} - \text{Top}$ , тогда для любого  $\alpha \in A$  множество  $A_\alpha = \{\lambda \in A | \lambda < \alpha\}$  конечно и поэтому в нем существуют максимальные элементы:  $\lambda_1^\alpha, \lambda_2^\alpha, \dots, \lambda_{k(\alpha)}^\alpha \in A_\alpha$ .

Введем обозначение:

$$\Pi_\alpha(\underline{X}) \equiv \prod_{i=1}^{k(\alpha)} X_{\lambda_i^\alpha}; \quad V_\alpha(\overline{X}) \equiv \bigvee_{i=1}^{k(\alpha)} X^{\lambda_i^\alpha}.$$

Определение 1. Обратный (прямой) спектр  $\underline{X} \in FC - \text{rgo} - \text{Top}$  ( $\overline{X} \in FC - \text{inj} - \text{Top}$ ) назовем  $\Pi$ -спектром ( $V$ -спектром), если для любого  $\alpha \in A$  каноническое отображение  $\pi_\alpha: X_\alpha \rightarrow \Pi_\alpha(\underline{X})$  ( $\pi^\alpha: V_\alpha(\overline{X}) \rightarrow X^\alpha$ ) является расслоением (корасслоением).

В категории цепных комплексов аналогичным образом можно ввести понятие  $\Pi$ -спектра, предполагая, что в конечно-замкнутом обратном спектре  $\underline{C} = \{C_\alpha; p_\alpha^\alpha; A\}$  гомоморфизм  $\pi_\alpha: C_\alpha \rightarrow \Pi_\alpha(\underline{C})$  является эпиморфизмом для каждого  $\alpha \in A$ .

Категорию обратных  $\Pi$ -спектров (прямых  $V$ -спектров) пространств обозначим через  $\Pi - \text{rgo} - \text{Top}$  ( $V - \text{inj} - \text{Top}$ ).

Теорема 1. (Обобщенная формула Мдзинаришвили). Для любых  $\overline{X} = \{X^\alpha; p^{\alpha\alpha'}; A\} \in V - \text{inj} - \text{Top}$  и  $\underline{Y} = \{Y_\beta; q_{\beta\beta'}; B\} \in \Pi - \text{rgo} - \text{Top}$  имеет место точная последовательность:

$$* \rightarrow \lim_{\alpha, \beta}^{(1)} [\Sigma X^\alpha; Y_\beta] \rightarrow [\lim_{\alpha} \overline{X}; \lim_{\beta} \underline{Y}] \rightarrow \lim_{\alpha, \beta} [X^\alpha; Y_\beta] \rightarrow *.$$

В счетном случае эта формула доказана в [4]. Если  $\underline{Y} = Y$ , получаем обобщение формулы Милнора [1], а если  $\overline{X} = X$  — обобщение формулы Коэна — Фогта [3] (ср. [7]).

Теорема 2. Пусть  $\underline{X} = \{X_\alpha; p_{\alpha\alpha'}; A\}$ ;  $\underline{Y} = \{Y_\beta; q_{\beta\beta'}; B\}$  — обратные  $\Pi$ -спектры, все  $Y_\beta$  имеют гомотопический тип CW-комплекса, а  $\lim_{\alpha} X$



является сильным пределом спектра  $\underline{X}$  [5], [8] (например, если все  $X_\alpha$  компактные пространства). Тогда имеет место точная последовательность

$$* \rightarrow \lim_{\leftarrow \beta}^{(1)} \lim_{\rightarrow \alpha} [\Sigma X_\alpha; Y_\beta] \rightarrow [\lim_{\leftarrow \alpha} X; \lim_{\leftarrow \beta} Y] \rightarrow \lim_{\leftarrow \beta} \lim_{\rightarrow \alpha} [X_\alpha; Y_\beta] \rightarrow *$$

Теорема 3. Пусть  $\bar{X} = \{X^\alpha; p^{\alpha\alpha'}; A\}$ ;  $\bar{Y} = \{Y^\beta; q^{\beta\beta'}; B\}$  — прямые  $V$ -спектры, все  $X^\alpha$  имеют гомотопический тип  $CW$ -комплекса, а  $\lim_{\leftarrow \beta} \bar{Y}$  сильно ассоциирован со спектром  $\bar{Y}$  [9]. Тогда имеет место точная последовательность

$$* \rightarrow \lim_{\leftarrow \alpha}^{(1)} \lim_{\rightarrow \beta} [\Sigma X^\alpha; Y^\beta] \rightarrow [\lim_{\leftarrow \alpha} \bar{X}; \lim_{\leftarrow \beta} \bar{Y}] \rightarrow \lim_{\leftarrow \alpha} \lim_{\rightarrow \beta} [X^\alpha; Y^\beta] \rightarrow *$$

В счетном случае теоремы 2 и 3 доказаны в [5].

Теорема 4. Пусть  $\underline{X} \in \Pi - \text{pro} - \text{Top}$ ,  $\bar{Y} \in V - \text{inj} - \text{Top}$ ,  $\lim_{\leftarrow \alpha} \underline{X}$  — сильный предел спектра  $\underline{X}$  и имеет гомотопический тип  $CW$ -комплекса,  $\lim_{\rightarrow \beta} \bar{Y}$  — сильно ассоциирован с  $CW$ -спектром  $\bar{Y}$ . Тогда имеется биекция

$$[\lim_{\leftarrow \alpha} \underline{X}; \lim_{\leftarrow \beta} \bar{Y}] \approx \lim_{\leftarrow \alpha, \beta} [X_\alpha; Y^\beta].$$

Следствие 1. В условиях теоремы 2 имеет место точная последовательность

$$* \rightarrow \lim_{\leftarrow \beta}^{(1)} \lim_{\rightarrow \alpha} [\Sigma X_\alpha; Y_\beta] \rightarrow s - sh(\lim_{\leftarrow \alpha} X; \lim_{\leftarrow \beta} Y) \rightarrow sh(\lim_{\leftarrow \alpha} X; \lim_{\leftarrow \beta} Y) \rightarrow *$$

где все  $X_\alpha$  и  $Y_\beta$  имеют гомотопический тип  $CW$ -комплекса;  $\lim_{\leftarrow \beta} Y$  — сильный предел спектра  $\underline{Y}$ , а  $sh$  и  $s-sh$  являются, соответственно, шейповыми и сильно шейповыми [8] категориями.

Аналогичный результат имеет место для кошечных категорий, если применить теорему 3.

Теорема 5. Пусть для обратного спектра ценных комплексов выполняется условие:

$$(*) \quad \lim_{\leftarrow}^{(i)} C = 0 \quad \text{и} \quad \lim_{\leftarrow}^{(i)} Z$$

является прямым слагаемым группы  $\lim_{\leftarrow}^{(i)} \underline{H}$  (где  $i \geq k$ ,  $k=1, 2, \dots$ , а  $\underline{Z}$  и  $\underline{H}$  — соответственно, обратные спектры групп циклов и гомологий для спектра  $\underline{C}$ ).

Тогда для любого  $t \geq k$  имеет место длинная точная последовательность

$$0 \rightarrow \widehat{H}_n^t(\underline{C}) \rightarrow \check{H}_n^t(\underline{C}) \rightarrow \lim_{\leftarrow}^{(t+2)} H_{n+i+1} \rightarrow \lim_{\leftarrow}^{(t+4)} H_{n+i+2} \rightarrow \dots,$$

где гомологии  $\widehat{H}_n^t$  и  $\check{H}_n^t$  определены в [10].

Кроме того, гомологий проективного типа стабилизируются:  $\widehat{H}_n^k \approx \widehat{H}_n^{k+1} \approx \dots$ .

Для  $k=0$  имеет место формула Мдзинаришвили [11]. Из теорем 1 и 2 [10] имеют место следующие факты.



Следствие 2. Для любого обратного  $\Pi$ -спектра цепных комплексов  $\underline{C}$  гомологическая последовательность (см. [10]) частично стабилизируется

$$\widetilde{H}_*(\underline{C}) \approx \dots \approx \overset{\infty}{H}_*(\underline{C}) \approx \dots \approx \widehat{H}_*(\underline{C})$$

и имеет место точная последовательность

$$0 \rightarrow \lim_{\leftarrow}^{(1)} H_{n+1}(\underline{C}) \rightarrow \overset{\infty}{H}_n(\underline{C}) \rightarrow \lim_{\leftarrow} H_n(\underline{C}) \rightarrow 0.$$

Следствие 3. Для любого непрерывного обратного спектра цепных комплексов  $\underline{C}$  имеется полная стабилизация последовательности групп гомологий

$$\lim_{\leftarrow} H_*(\underline{C}) \equiv \widetilde{H}_*(\underline{C}) \approx \dots \approx \overset{\infty}{H}_*(\underline{C}) \approx \dots \approx \widehat{H}_*(\underline{C}) \equiv H_*(\lim_{\leftarrow} \underline{C}).$$

Следующие факты касаются шейповой теории.

Теорема 6. Существует единственная, с точностью до изоморфизма, сильная шейповая категория обратных спектров пространств  $s$  —  $sh$ , которая удовлетворяет следующим аксиомам: (A1) Для любых обратных спектров пространств  $\underline{X}$  и  $\underline{Y}$  имеет место короткая точная последовательность

$$* \rightarrow \lim_{\leftarrow k}^{(1)} [\Sigma \underline{X}; \underline{Y}]_k \rightarrow s - sh(\underline{X}; \underline{Y}) \rightarrow \lim_{\leftarrow k} [\underline{X}; \underline{Y}]_k \rightarrow * ,$$

где  $[-; -]_k$  определены в [12, 13].

(A2) Для любого обратного спектра  $\underline{X}$  и любого фибрантного обратного спектра  $\underline{Y}^f$  имеется биекция

$$s - sh(\underline{X}; \underline{Y}^f) \approx H - \text{pro} - \text{Top}(\underline{X}; \underline{Y}^f).$$

Следствие 4. Сильные шейповые теории обратных спектров пространств, определенные Эдвардсом и Хэстингсом [6], Мардешичем и Лисицей [13] и автором [12], удовлетворяют аксиомам (A1) и (A2) и, следовательно, они изоморфны.

Следующий пример дает отрицательный ответ на т. н. вопрос жесткости, поставленный Эдвардсом и Хэстингсом [6].

Пример. Пусть  $\tau > 2^\kappa$  — „достаточно большое“ трансфинитное число, а  $M(\tau)$  — вполне упорядоченное множество трансфинитных чисел, меньше, чем  $\tau$ . Для каждого  $\alpha \in M(\tau)$  рассмотрим 1-мерный симплициальный комплекс  $K_\alpha$ , нульмерные симплексы которого являются все  $\lambda \geq \alpha$ , где  $\lambda \in M(\tau)$ , а 1-мерные — все пары  $(\lambda, \mu)$ , где  $\lambda, \mu \geq \alpha$ ;  $\lambda, \mu \in M(\tau)$ . Через  $X_\alpha$  обозначим реализацию комплекса  $K_\alpha$ . Ясно, что если  $\alpha < \beta$ , то имеется вложение  $e_{\alpha\beta}: X_\beta \subset X_\alpha$ . Рассмотрим обратный спектр  $\underline{X} = \{X_\alpha; e_{\alpha\beta}; M(\tau)\}$ . Тогда доказывается, что каноническое отображение

$$\xi: s - sh(*; \underline{X}) \rightarrow sh(*; \underline{X})$$

не является эпиморфизмом.

ზ. მიმინოშვილი

მილნორის ტიპის ფორმულების შესახებ

რეზიუმე

მიღებულია მილნორის ტიპის ფორმულები არათვლადი სპექტრების ჰომოტოპიისა და ჰომოლოგიისათვის, განზოგადებულია მილნორის, კოენ-ფოგტის და მძინარიშვილის ფორმულები.

MATHEMATICS

Z. R. MIMINOSHVILI

ON MILNOR TYPE FORMULAS

Summary

Milnor type formulas generalizing the results of J. Milnor, R. Vogt, L. Mdzinarishvili and of the author are obtained for homotopies and homologies in the case of uncountable spectra.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. Milnor. Pac. J. Math., 12, № 1, 1962.
2. J. Cohen. Proc. Adv. Study Inst. Alg. Top., № 1, 1970.
3. R. M. Vogt. Proc. Adv. Study Inst. Alg. Top., № 3, 1970.
4. ლ. დ. მძინარიშვილი. Труды Тбил. матем. ин-та, 59, 1978.
5. З. Р. Миминошвили. Сообщения АН ГССР, 98, № 2, 1980.
6. D. Edwards, H. Hastings. Lecture Notes, 542, 1976.
7. J. Cohen. Proc. London Math. Soc., № 27(3), 1973.
8. З. Р. Миминошвили. Труды Тбил. матем. ин-та, 68, 1982.
9. Ю. Т. Лисица. УМН, 35, № 3 (213), 1980.
10. З. Р. Миминошвили. Сообщения АН ГССР, № 113, № 1, 1984.
11. ლ. დ. მძინარიშვილი. Сообщения АН ГССР, 106, 2, 1982.
12. З. Р. Миминошвили. Тезисы VIII конф. мат. вузов ГССР. Кутаиси, 1979.
13. J. Lisica, S. Mardesic. Dep. Math. Univ. Zagreb, 1982.



3. Г. НИШНИАНИДЗЕ

К ВОПРОСУ ОПИСАНИЯ ДИНАМИКИ  
НЕДЕТЕРМИНИРОВАННЫХ ПРОЦЕССОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. В. Бурчуладзе 14.2.1985)

1. При описании динамики моделей коллективного поведения вместо обычных систем дифференциальных уравнений

$$\dot{x}_i = f_i(x); \quad i = 1, \dots, n \quad (1)$$

обычно рассматриваются ансамбли [1]

$$\forall i: \dot{x}_i = \gamma_i(t) f_i(x), \quad (2)$$

где все  $\gamma_i(t) \geq 0$  при любом  $t \in (-\infty, \infty)$ , и в поле зрения включаются лишь невырожденные траектории, на которых

$$\forall i: \int_0^{\infty} \gamma_i(t) dt = \infty. \quad (3)$$

Если при условии (3) удастся доказать сходимость любой траектории (2) к положению равновесия, то это, как правило, гарантирует асимптотическую устойчивость реальной системы с большим запасом. В тех же случаях, когда удастся доказать лишь асимптотическую устойчивость равновесия системы (1), для выводов об устойчивости реальной системы строгих оснований оказывается недостаточно. Тогда начинают опираться на правдоподобные рассуждения примерно следующего содержания. Хотя адекватным описанием динамики является (2), скорости  $\dot{x}_i$  в реальной системе все же приблизительно пропорциональны  $f_i(x)$ , поэтому (1) можно взять в качестве грубого приближения. Содержат ли подобные рассуждения рациональное зерно? По первому впечатлению — нет. Хотя бы потому, что, когда речь идет о приблизительной пропорциональности скоростей  $\dot{x}_i$  функциям  $f_i(x)$ , обычно подразумевается (по крайней мере должна подразумеваться) не близость всех к 1, а пропорциональность в среднем, при которой реальные траектории могут очень сильно отличаться от траекторий (1).

2. Возникает закономерный вопрос, что можно сказать в описанной ситуации об асимптотической устойчивости реальной системы? Наиболее удобный ответ позволяет дать стохастическая интерпретация.

**Теорема 1.** Пусть равновесие системы (1) асимптотически устойчиво на некоторой  $\Omega \subset R^n$ , функции  $f_i(x)$  непрерывно дифференцируемы,



а случайные функции  $\gamma_i(t)$  имеют положительные, равные между собой математические ожидания, т. е.

$$M[\gamma_1(t)] = \dots = M[\gamma_n(t)] = \gamma > 0.$$

Тогда траектории (2), начинающиеся в  $\Omega$ , сходятся к равновесию с вероятностью единица (почти наверное).

Для доказательства надо заметить, что в условиях теоремы существует непрерывно дифференцируемая функция Ляпунова на  $\Omega$  [2]. Затем элементарно показывается, что эта функция на траекториях (2) убывает в среднем. После этого вывод о сходимости почти наверное достигается использованием стандартной «супермартингальной техники» [3].

Данная теорема, заменяя правдоподобные рассуждения точным и достаточно содержательным утверждением, дает веские основания для использования в моделях коллективного поведения обычных систем дифференциальных уравнений вида (1). Вопрос о том, являются ли функции  $\gamma_i(t)$  действительно случайными, существенного значения не имеет. Вероятностная точка зрения лишь означает, что на множестве траекторий (2) вводится некая мера, и теорема 1 утверждает сходимость почти всех траекторий, за исключением некоторого подмножества меры нуль.

3. Аналогичная проблема возникает при изучении недетерминированных процессов в моделях коллективного поведения в случае дискретного времени. Стандартный процесс здесь имеет вид [1]

$$x_i^{k+1} = x_i^k + \gamma_i^k [f_i(x^k) - x_i^k]; \quad i = 1, \dots, n; \quad k = 0, 1, 2, \dots \quad (4)$$

а множество невырожденных траекторий определяется условиями

$$\forall i, k: \gamma_i^k \in [0, 1]; \quad \sum_k \gamma_i^k = \infty. \quad (5)$$

Практически же часто оказывается возможным установить сходимость лишь детерминированного процесса  $x_i^{k+1} = f_i(x^k)$  или в более общем случае

$$\forall i, k: x_i^{k+1} = x_i^k + \gamma [f_i(x^k) - x_i^k], \quad (6)$$

где  $\gamma \in [0, 1]$ .

Можно ли в этом случае утверждать сходимость подавляющего большинства траекторий (4), если, например,  $M[\gamma_i^k] = \gamma$ ? Вообще говоря, — нет.

**Теорема 2.** Пусть оператор  $F(x) = \{f_1(x), \dots, f_n(x)\}$  линеен и траектории (6) равномерно на  $\Omega \subset R^n$  сходятся к равновесию, а случайные величины  $\gamma_i^k \in [0, 1]$  имеют равные математические ожидания  $\forall i, k: M[\gamma_i^k] = \gamma \in [0, 1]$ . Тогда траектории (4) сходятся к равновесию с вероятностью единица.

В общем случае нелинейного оператора  $F$  возможны различные вариации предположений, ведущих к положительному ответу. Отметим следующий результат.

Теорема 3. Пусть на прямоугольном компакте  $\Omega \subset R^n$  существует выпуклая функция  $V(x)$ , строго убывающая на траекториях процесса  $x^{h+1} = F(x^h)$ , случайные величины  $\gamma_i^k \in [0, 1]$  удовлетворяют условиям

$$M[\gamma_i^k] = \gamma^k > 0, \quad \sum_k \gamma^k = \infty; \quad M[(\gamma_i^k)^2] = \xi_i^k; \quad \forall i: \sum_k \xi_i^k < \infty \quad (7)$$

Тогда траектории (4) сходятся к равновесию с вероятностью единица.

Схема доказательства довольно проста. Очевидно,

$$V(x^{h+1}) = V\{x^h + \Gamma_b [F(x^h) - x^h]\} \leq V(x^h) + (\text{grad } V(x^h), \Gamma_k [F(x^h) - x^h]) + a \Gamma_k^2 b, \quad (8)$$

где  $\Gamma_k = \text{diag}\{\gamma_1^k, \dots, \gamma_n^k\}$ ,  $a$  и  $b$  — некоторые векторы.

Далее нужно заметить, что из выпуклости  $V(x)$  и убывания  $V(x^h)$  на траекториях  $x^{h+1} = F(x^h)$  следует убывание  $V(x^h)$  на траекториях (6). Поэтому

$$M[V(x^{h+1})] \leq V(x^h) + a M[\Gamma_k^2] b. \quad (9)$$

Производя в (9) замену

$$\alpha_k = V(x^h) + \sum_{j=k}^{\infty} a M[\Gamma_j^2] b,$$

которая имеет смысл в силу (7), приходим к неравенствам

$$M\{\alpha_{k+1}/\alpha_0, \dots, \alpha_k\} \leq \alpha_k.$$

Следовательно,  $\alpha_k$  — полумартингал [1], сходящийся к некоторой случайной величине почти наверное. Это значит, что и  $V(x^h)$  сходится почти наверное к некоторой случайной величине. Далее остается показать, что  $\text{grad } V(x^h) \rightarrow 0$  почти наверное. Для этого возьмем математические ожидания (8) и просуммируем по  $k$  от 0 до  $N$ . В результате получим

$$\sum_{k=0}^N \gamma_k (\text{grad } V(x^h), [F(x^h) - x^h]) \leq M[V(x^0)] - M[V(x^{N+1})] + a \sum_{k=0}^N M[\Gamma_k^2] b,$$

откуда вытекает, что ряд

$$\sum_k \gamma_k (\text{grad } V(x^h), [F(x^h) - x^h])$$

сходится. Как известно [1], этого достаточно, чтобы гарантировать сходимость  $x^h \rightarrow x^*$  к равновесию с вероятностью единица.

Заметим, что из асимптотической устойчивости процесса  $x^{h+1} = F(x^h)$  всегда вытекает существование функции  $V(x)$ , убывающей на траекториях 4. В теореме 3 по существу дополнительно предполагается выпуклость этой функции.

ზ. ნიშნიანიძე

არადეტერმინირებული დინამიკური პროცესების აღწერის  
საკითხისათვის

რეზიუმე

განხილულია არადეტერმინირებული დინამიკური პროცესების მდგრადობის საკითხები ახალი შინაარსობრივი ინტერპრეტაციით, რომელიც მათი უკეთ შესწავლის საშუალებას იძლევა.

MATHEMATICS

Z. G. NISHNIANIDZE

TOWARDS THE DESCRIPTION OF NON-DETERMINATE  
DYNAMIC PROCESSES

Summary

Questions of the stability of non-determinate dynamic processes are discussed with new content interpretation, permitting their better study.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Опойцев. Равновесие и устойчивость в моделях коллективного поведения. М., 1977.
2. В. И. Зубов. Устойчивость движения. М., 1973.
3. Г. Дж. Кушнер. Стохастическая устойчивость и управление. М., 1969.



Е. В. ЕМЕЛИЧЕВА, М. М. КОВАЛЕВ

## ДРЕВОВИДНЫЕ ПОЛИМАТРОИДЫ И ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ НА ПОДСТАНОВКАХ

(Представлено академиком В. К. Чичинадзе 15.1.1984)

В предыдущей работе [1] исследованы задачи линейного и линейного целочисленного программирования при условии, когда о целевой функции известна лишь подстановка, упорядочивающая ее коэффициенты. В данной работе приведены другие примеры допустимых множеств  $D$ , имеющих полиматроидную структуру, указанную теоремами 1 и 2 [1].

1. Древовидные полиматроиды. Рассмотрим множество  $M^{<(>)}(A, b)$  векторов  $x \in R_+^n$ , удовлетворяющих системе неравенств  $Ax \leq b$ , где  $b \in$

$R_+^m$ ,  $A$  —  $(m \times n)$ -матрица из нулей и единиц. Через  $M_Z^{<(>)}(A, b)$  будем обозначать множество целых точек  $M^{<(>)}(A, b)$ . Будем говорить, что две строки  $i$  и  $k$  матрицы  $A$  пересекаются, если 1)  $\{j \in N : a_{ij} = 1\} \cap \{j \in N : a_{kj} = 1\} \neq \emptyset$ , 2) ни одно из этих множеств не является подмножеством другого. Если одно из этих условий нарушено, то будем говорить, что строки не пересекаются. Матрицу  $A$  будем называть древовидной, если любые ее две строки не пересекаются.

Еще в 1973 г. Н. И. Глебов [2] установил следующий результат, который мы сформулируем в современной терминологии.

**Теорема 1.** *Для того чтобы множество  $M^{<(>)}(A, b)$  при любом неотрицательном векторе  $b$  являлось полиматроидом (неограниченным полиматроидом), необходимо и достаточно, чтобы матрица  $A$  была древовидной.*

В дальнейшем всякий полиматроид, удовлетворяющий условиям теоремы 1, называем древовидным. Ясно, что если при этом  $b \in Z_+^m$ , то  $M_Z^{<(>)}(A, b)$  — суперматроид в решетке  $Z_+^n$ , который также будем называть древовидным. Пересечение полиматроида и неограниченного полиматроида не всегда является обобщенным полиматроидом. Для пересечения древовидных полиматроидов верен следующий результат.

**Теорема 2.** *Если  $A$  — древовидная матрица, то множество  $b_1 \leq Ax \leq b_2$  при любых векторах  $b_1, b_2 \in R_+^m$  является обобщенным полиматроидом.*

Обобщенные полиматроиды, удовлетворяющие условиям теоремы 2, назовем обобщенными древовидными полиматроидами, а множества их целых точек в случае, когда  $b_1, b_2 \in Z_+^m$ , естественно назвать обобщенными древовидными суперматроидами. Функцию  $f(x)$  на  $Z_+^n$  называем координатно-выпуклой [3], если все ее  $i$ -градиенты не возрастают.



Из теоремы 2 с учетом теоремы 2 [3] вытекает Следствие 1. Координатно-выпуклая функция

$$f(x) = \sum_{i=1}^n f_i(x_i)$$

на обобщенном древовидном суперматроиде не имеет локальных максимумов, отличных от глобального.

Отметим, что близкий результат получен в [4]. Там же, а также в [3, 5] описаны градиентные алгоритмы (типа координатного подъема) отыскания точки глобального максимума сепарабельной координатно-выпуклой функции на обобщенном суперматроиде.

Покажем как оценить качество решения  $x^0$ , полученного алгоритмом координатного подъема в следующей задаче  $A$  максимизации сепарабельной координатно-выпуклой функции на множестве целых точек многогранника  $M^<(A, b)$  при произвольной необязательно древовидной матрице  $A$ .

Пусть  $G(A)$  — граф пересечений строк матрицы  $A$ : множество его вершин — строки матрицы  $A$ , две вершины смежны, когда соответствующие им строки пересекаются. Тогда с помощью техники, развитой в [6], можно уточнить известную оценку погрешности.

**Теорема 3.** Пусть  $\chi(A)$  хроматическое число графа  $G(A)$ . Тогда  $f(x^0) \geq f(x^{\text{опт}}) \max(\chi^{-1}(A), (n-1)^{-1})$ , где  $x^{\text{опт}}$  — оптимальное решение задачи  $A$ .

2. Экстремальные задачи на подстановках. В задачах дискретной оптимизации, допустимое множество которых не имеет полиматроидной структуры и, следовательно, не обладает единицей, подход, предложенный в [1] позволяет получать лишь необходимые условия оптимальности. Проиллюстрируем это на примере следующей задачи на подстановках:

$$\max_{\pi \in C_n} f(\pi), \quad f(\pi) = \sum_{i=1}^n c_i b_{\pi(i)}, \quad (1)$$

где  $C_n$  — множество всех циклов из группы  $S_n$ . Заметим, что задача (1) является частным случаем несимметрической задачи коммивояжера с матрицей расстояний  $c_{ij} = c_i b_j$ .

Пусть  $\mathfrak{M}(b)$  — класс линейных форм  $f(\pi)$  при условии, что

$$c_1 \geq \dots \geq c_n. \quad (2)$$

**Предложение 1.** Если для  $\nu, \tau \in S_n$  выполнены неравенства

$$\sum_{i=1}^s b_{\nu(i)} \leq \sum_{i=1}^s b_{\tau(i)}, \quad s=1, \dots, n, \quad (3)$$

то для всякой функции  $f(\pi) \in \mathfrak{M}(b)$  справедливо неравенство  $f(\nu) \leq f(\tau)$ .

Таким образом, соотношения (3) являются полной информацией о классе функций  $\mathfrak{M}(b)$ . Поэтому, не зная компонент вектора  $c$ , можно лишь

утверждать, что оптимум задачи (1) находится среди максимальных элементов множества  $C_n$ , частично упорядоченного отношением  $\nu < \tau$ , задаваемым неравенствами (3).

Можно построить алгоритмы решения конкретных задач (1), основанные на переборе максимальных элементов множества  $C_n$ .

Пусть, далее, в задаче (1) не только компоненты вектора  $c$ , но и компоненты вектора  $b$  неизвестны, а известна только подстановка  $\sigma \in S_n$  такая, что

$$b_{\sigma(1)} \geq \dots \geq b_{\sigma(n)}. \quad (4)$$

Тогда полной информацией о классе линейных форм  $f(\pi)$  со свойствами (2) и (4) является координатный частичный порядок на множестве векторов инверсий подстановок из  $\sigma C_n$  [7]. Точнее, для любых подстановок  $\pi, \tau \in S_n$  будем считать, что  $\pi < \tau$  тогда и только тогда, когда  $x(\sigma \pi) \geq x(\sigma \tau)$ , где  $x(\gamma)$  — вектор инверсий подстановки  $\gamma$ . В [7] (в иной терминологии) установлено, что из  $\pi < \tau$  следует  $f(\pi) \leq f(\tau)$  для любых векторов  $c, b$ , удовлетворяющих условиям (2), (4).

**Теорема 4.** Пусть  $\sigma$  — тождественная подстановка. Тогда подстановка  $\pi \in C_n$  является максимальным элементом множества  $C_n$  в том и только том случае, когда отвечающий ей цикл имеет вид

$$\pi(1) < \dots < \pi(s) = n > \dots > \pi(n). \quad (5)$$

Следствие 2 [8]. Оптимальное решение задачи (1) при условиях (2), (4),  $\sigma = (1, 2, \dots, n)$  находится среди «одновершинных» циклов вида (5).

Белорусский государственный университет  
им. В. И. Ленина

(Поступило 6.4.1984)

კიბერნეტიკა

ე. ემელიჩევა, მ. კოვალევი

ხისმაგვარი კოლიმატროიდები და ექსტრემალური ამოცანები  
ბადაადგილებზე

რეზიუმე

განხილულია ექსტრემალური ამოცანები გადაადგილებებზე და ხისმაგვარ კოლიმატროიდებზე.

CYBERNETICS

E. V. EMELICHEVA, M. M. KOVALEV

TREE-LIKE POLYMATROIDS AND EXTREME PROBLEMS  
OF SUBSTITUTIONS

Summary

Extreme problems of substitutions and tree-like polymatroids are discussed.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. В. Емеличева, И. И. Ковалев. Сообщения АН ГССР, 120, № 2, 1985.
2. Н. И. Глебов. Управляющие системы, вып. 11, 1973, 38—42.
3. М. М. Ковалев, С. А. Горунович. Изв. АН БССР, сер. физ.-мат. наук, № 6, 1980, 9—14.
4. W. A. Jemelichev, W. G. Owchirnikov. Internationale Tagung. Mathematische Optimierung. Wartburg Eisenach, 1983. 82-83.
5. М. М. Ковалев, Н. Н. Писарук. ДАН БССР, 1984, 28, № 11, 972—975.
6. М. М. Ковалев, П. Б. Миланов. Ж. вычисл. матем. и матем. физ., № 5, 1984, 786—790.
7. М. И. Ковалев, Е. Ф. Рогов. Изв. АН БССР, сер. физ.-мат. наук, 1986, № 1.
8. Д. А. Супруненко. Кибернетика, № 4, 1981, 22—29.



Г. Г. БОЛОТАШВИЛИ

## О ГРЯНЯХ ПЕРЕСТАНОВОЧНОГО МНОГОГРАННИКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. Е. Салуквадзе 2.3.1984)

Перестановочные многогранники играют важную роль в комбинаторном анализе, теории расписаний, теории экстремальных задач на подстановках и др.

Пусть дано конечное множество чисел  $M = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ , содержащее различные элементы, и отношение между любыми ее двумя элементами определено следующим видом:

$$b_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{при } a_i < a_j, \\ 0 & \text{при } a_i > a_j. \end{cases}$$

Любой перестановке элементов из  $M$  сопоставим точку с компонентами  $b_{ij}$ . Обозначим множество таких точек через  $S_n$ , которое состоит из  $n!$  целочисленных точек в  $(n^2 - n)$ -мерном пространстве. Выпуклая оболочка точек из  $S_n$  называется перестановочным многогранником.

Рассмотрим задачу построения перестановочного многогранника в виде системы линейных неравенств. В частности, в данной статье строятся грани перестановочного многогранника.

В качестве перестановочного многогранника в [1] предложена система неравенств:

$$\begin{cases} x_{ij} \geq 0, \\ x_{ij} + x_{jk} = 1, \quad i \neq j, \quad i \neq k, \quad j \neq k, \quad i, j, k = \overline{1, n}; \\ x_{ij} + x_{jk} + x_{ki} \leq 2. \end{cases} \quad (1)$$

Но, как это будет показано далее, она не является достаточной. Дополним систему неравенств (1) неравенствами

$$2f(i_{q_1}, \dots, i_{q_m}; j_{k_1}, \dots, j_{k_m}) - \sum_{(j_{e_1}, \dots, j_{e_m}) \in J_m} f(i_{q_1}, \dots, i_{q_m}; j_{e_1}, \dots, j_{e_m}) \leq 1, \quad (2)$$

где  $6 \leq 2m \leq n$ ,  $(i_1, \dots, i_m) \in N_n$ ,  $(j_1, \dots, j_m) \in N_n$ ,  $N_n = \{1, 2, \dots, n\}$ ,

$$\{i_s\}_{s=1}^m \cap \{j_s\}_{s=1}^m = \emptyset, \quad \{j_{k_s}\}_{s=1}^m \in J_m, \quad \{i_{q_s}\}_{s=1}^m \in J_m,$$

$J_m = \{(j_{e_1}, \dots, j_{e_m}) : (j_{e_1}, \dots, j_{e_m}) = (j_1, \dots, j_m), (j_2, \dots, j_m, j_1), \dots, (j_m, j_1, \dots, j_{m-1})\}$ ,  $I_m = \{(i_{q_1}, \dots, i_{q_m}) : (i_{q_1}, \dots, i_{q_{m-1}}) \text{ все перестановки чисел } (i_1, \dots, i_{m-1})\}$ ,

$$f(i_{q_1}, \dots, i_{q_m}; j_{e_1}, \dots, j_{e_m}) = \sum_{s=1}^m x_{i_{q_s} j_{e_s}},$$

и докажем, что каждое из неравенств (2) также является гранью перестановочного многогранника.

Система неравенств (1) и (2) обладает следующими свойствами:



Систему неравенств (1) перепишем в следующем виде:

$$\begin{cases} 0 \leq x_{ij} \leq 1, \\ x_{ij} + x_{jl} = 1, \quad i \neq j, \quad i \neq k, \quad j \neq k, \quad i, j, k = \overline{1, n}; \\ 0 \leq x_{ij} + x_{jk} - x_{ik} \leq 1, \end{cases} \quad (3)$$

Отсюда, принимая во внимание, что  $\dim(\operatorname{conv} S_n) = \binom{n}{2}$ , из этих неравенств при  $n=6$  выписываем 15 равенств вида

$$\begin{aligned} x_{i_1 i_2} + x_{i_2 j_1} - x_{i_1 j_1} &= 0, & x_{i_1 i_3} + x_{i_3 j_1} - x_{i_1 j_1} &= 0, \\ x_{i_2 i_3} + x_{i_3 j_2} - x_{i_2 j_2} &= 0, & x_{i_1 i_2} + x_{i_2 j_2} - x_{i_1 j_2} &= 1, \\ x_{i_1 i_3} + x_{i_3 j_3} - x_{i_1 j_3} &= 1, & x_{i_2 i_3} + x_{i_3 j_3} - x_{i_2 j_3} &= 1, \\ x_{i_1 j_1} + x_{j_1 j_2} - x_{i_1 j_2} &= 1, & x_{i_3 j_1} + x_{j_1 j_3} - x_{i_3 j_3} &= 0, \\ x_{i_3 i_2} + x_{j_2 j_3} - x_{i_3 j_3} &= 0, & x_{i_1 j_2} &= 0, \quad x_{i_2 j_3} = 0, \\ x_{i_3 j_1} &= 0, \quad x_{i_1 j_3} = 0, & x_{i_2 j_1} &= 0, \quad x_{i_3 j_2} = 0. \end{aligned}$$

Соответствующая матрица неунимодулярная, главный определитель не равен нулю, и система неравенств (3) в случае  $n=6$  имеет нецелочисленную вершину

$$\begin{aligned} \left( x_{i_1 i_2} = \frac{1}{2}, \quad x_{i_1 i_3} = \frac{1}{2}, \quad x_{i_2 i_3} = \frac{1}{2}, \quad x_{i_1 j_1} = \frac{1}{2}, \quad x_{i_2 j_2} = \frac{1}{2}, \quad x_{i_3 j_3} = \frac{1}{2}, \right. \\ \left. x_{i_1 j_2} = 0, \quad x_{i_2 j_3} = 0, \quad x_{i_3 j_1} = 0, \quad x_{i_1 j_3} = 0, \quad x_{i_2 j_1} = 0, \quad x_{i_3 j_2} = 0, \quad x_{j_1 j_2} = \frac{1}{2}, \right. \\ \left. x_{j_1 j_3} = \frac{1}{2}, \quad x_{j_2 j_3} = \frac{1}{2} \right). \end{aligned}$$

Из системы неравенств (2) эту нецелочисленную точку отсекает неравенство

$$x_{i_1 j_1} + x_{i_2 j_2} + x_{i_3 j_3} - x_{i_1 j_2} - x_{i_2 j_3} - x_{i_3 j_1} - x_{i_1 j_3} - x_{i_2 j_1} - x_{i_3 j_2} \leq 1.$$

При  $m \geq 4$  выписываем систему равенств

$$x_{i_k j_l} = 0, \quad k \neq l, \quad k, l = \overline{1, m},$$

$$x_{i_k i_e} + x_{i_e j_k} - x_{i_k j_k} = 0, \quad x_{i_e j_k} + x_{j_k j_e} - x_{i_e j_e} = 0, \quad k < l, \quad k, l = \overline{1, m},$$

$$2f(i_{q_1}, \dots, i_{q_{m-1}}; j_{q_1}, \dots, j_{q_{m-1}}) - \sum_{(j_{p_1}, \dots, j_{p_{m-1}}) \in J_{m-1}} f(i_{q_1}, \dots, i_{q_{m-1}}; j_{p_1}, \dots, j_{p_{m-1}}) = 1,$$

где  $(i_{q_1}, \dots, i_{q_{m-1}}) \in I_{m-1}$ ,  $I_{m-1} \subset I_m$ ,  $J_{m-1} \subset J_m$ .

Соответствующая нецелочисленная вершина имеет вид

$$\begin{aligned} x_{i_k i_e} = 0, \quad k \neq l, \quad k, l = \overline{1, m}, \quad x_{i_k j_k} = \frac{1}{m-1}, \quad k = \overline{1, m}, \\ x_{i_k i_e} = x_{j_k j_e} = \frac{1}{m-1}, \quad k < l, \quad k, l = \overline{1, m}. \end{aligned}$$

А неравенство, отсекающее эту нецелочисленную вершину, имеет вид

$$2f(i_1, \dots, i_m; j_1, \dots, j_m) - \sum_{(j_{e_1}, \dots, j_{e_m}) \in J_m} f(i_1, \dots, i_m; j_{e_1}, \dots, j_{e_m}) \leq 1.$$

На основе вышеизложенного сформулируем следующую теорему.

**Теорема.** Каждое неравенство из системы неравенств (2) является

$\binom{n}{2}$  мерной гранью перестановочного многогранника.

Нетрудно доказать, что  $S_n$  является решением для системы неравенств (2); остальную часть доказательства будем проводить по индукции. При  $n=6$  равенства

$$x_{i_1 j_1} + x_{i_2 j_2} + x_{i_3 j_3} - x_{i_1 j_2} - x_{i_2 j_3} - x_{i_3 j_1} - x_{i_1 j_3} - x_{i_2 j_1} - x_{i_3 j_2} = 1$$

удовлетворяются следующими 15-ю точками:

$$c_x = (x_{i_1 i_2}, x_{i_1 i_3}, x_{i_2 i_3}, x_{i_1 j_2}, x_{i_2 j_3}, x_{i_3 j_1}, x_{i_1 j_3}, x_{i_2 j_1}, x_{i_3 j_2}, \\ x_{i_1 j_1}, x_{i_2 j_2}, x_{i_3 j_3}, x_{j_1 j_2}, x_{j_1 j_3}, x_{j_2 j_3}),$$

$$c_1 = (1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0),$$

$$c_2 = (1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0),$$

$$c_3 = (1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 1),$$

$$c_4 = (0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 0),$$

$$c_5 = (0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 0),$$

$$c_6 = (0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 1, 0),$$

$$c_7 = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 1),$$

$$c_8 = (1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 1),$$

$$c_9 = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1),$$

$$c_{10} = (1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 1, 0, 0),$$

$$c_{11} = (0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0),$$

$$c_{12} = (1, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 1),$$

$$c_{13} = (1, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 1, 1),$$

$$c_{14} = (0, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1),$$

$$c_{15} = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 0),$$

которые линейно независимы.

Допустим, что теорема выполняется для  $2m-2$ , и докажем для  $2m$ . Допустим, что для неравенства

$$2f(i_{q_1}, \dots, i_{q_{m-1}}; j_{k_1}, \dots, j_{k_{m-1}}) - \sum_{(i_{e_1}, \dots, i_{e_{m-1}}) \in J_{m-1}} f(i_{q_1}, \dots, i_{q_{m-1}}; i_{e_1}, \dots, i_{e_{m-1}}) \leq 1.$$

найдется  $\binom{n-2}{2}$  линейно независимых точек таких, что вместо неравенств получаем равенства.

Теперь рассмотрим неравенство

$$2f(i_{q_1}, \dots, i_{q_m}; j_{k_1}, \dots, j_{k_m}) - \sum_{(i_{e_1}, \dots, i_{e_m}) \in J_m} f(i_{q_1}, \dots, i_{q_m}; i_{e_1}, \dots, i_{e_m}) \leq 1$$

и систему неравенств

$$x_{i_{q_t} j_{k_t}} + x_{i_{q_p} j_{k_p}} + x_{i_{q_m} j_{k_m}} - x_{i_{q_t} j_{k_p}} - x_{i_{q_p} j_{k_m}} - x_{i_{q_m} j_{k_t}} - \\ - x_{i_{q_t} j_{k_m}} - x_{i_{q_p} j_{k_t}} - x_{i_{q_m} j_{k_p}} \leq 1$$

$$\text{где } t \in \left\{ 1, 2, \dots, \left\lfloor \frac{m-1}{2} \right\rfloor \right\}, \quad p \in \left\{ \left\lfloor \frac{m-1}{2} \right\rfloor + 1, \dots, m-1 \right\}.$$

Выписываем соответствующие такие линейно независимые точки для системы неравенств (5), где  $x_{i_{q_p} j_{k_m}} = 1$ , или  $x_{i_{q_m} j_{k_t}} = 1$ , или  $x_{i_{q_t} j_{k_m}} = 1$ , или  $x_{i_{q_m} j_{k_p}} = 1$ , или  $x_{i_{q_m} j_{k_m}} = 1$ , и в каждом случае эти точки рассмотрим в  $(n^2-n)$ -мерном пространстве.

Добавляя полученные точки, имеем, что для неравенства (4) нашлись

$\binom{n}{2}$  линейно независимые точки, обращающие (4) в равенство, что и доказывает теорему.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт систем управления

(Поступило 2.3.1984)

კიბერნეტიკა

ბ. ბოლოთაშვილი

ბადადგილებადი მრავალკუთხედის წახნაგების შესახებ

რეზიუმე

განხილულია (1), (2) უტოლობათა სისტემის თვისებები და დამტკიცებულია, რომ (2) უტოლობათა სისტემის თითოეული უტოლობა წარმოადგენს გადაადგილებადი მრავალკუთხედის წახნაგს.

CYBERNETICS

G. G. BOLOTASHVILI

ON THE FACETS OF A PERMUTATION POLYHEDRON

Summary

New facets of a permutation polyhedron are described with the aid of a system of linear inequalities.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

I. V. Bovm'an. SIAM J. Appl. Math., 22, № 4, 1972.



Само по себе одновременное выполнение перечисленных требований в универсальном виде, а именно, для какого-либо класса алгоритмических языков на настоящей стадии разработанности проблемы, видимо, нереально. Поэтому с точки зрения назревших потребностей и сроков получения практических результатов авторами предпринята попытка адаптации языка БЭИСИК на микроЭВМ «Искра-226», получившей в настоящее время наибольшее распространение в непрофессиональной (имеется в виду образовательный ценз пользователей) сфере [2]. Представленный проект реализации ориентирован на общение пользователя с ЭВМ «Искра-226» при составлении, отладке и использовании вновь создаваемых программ на грузинском языке (разумеется, за исключением вариантов включения библиотечных модулей, имеющих сообщения на английском или русском языках).

Проект грузинского варианта языка БЭИСИК. Сводка основных операторов грузинского варианта языка БЭИСИК приводится ниже (для удобства сопоставлений даны также английские варианты соответствующих конструкций) [3]:

|                                |                                       |
|--------------------------------|---------------------------------------|
| Clear — გაწმინდე               | Hexprint — დაბეჭდე შიგთავის           |
| Com — ველი                     | Select — შეცვალე (გამოიყენე)          |
| Com clear — გაწმინდე ველი      | Trace — მისდიე                        |
| Data — მონაცემები              | Trace off — მოეშვი                    |
| Defin — ფუნქცია                | List — ტექსტი                         |
| Defin' — ქვეპროგრამა           | Run — შესრულე                         |
| Dim — დავაწესოთ                | Scratch disk — დავაწესოთ ს.ცავი       |
| End — ბოლო                     | Ls — სარჩევი                          |
| For, to, step — შესრულე, ბიჯით | End — მიჯნა                           |
| Gosub — მიხედე                 | Move end — დავაწესოთ მიჯნა            |
| Goto — გადადი                  | Data save dc open — ჩართე სარჩევი     |
| If, then — თუ, გადადი          | Data load dc open — იპოვე სარჩევი     |
| Let — ვთქვათ                   | Data save dc — ჩართე მონაცემები       |
| Next — მომდეგნო                | Data load dc — შემოვიტანოთ მონაცემები |
| On — მიხედვით                  | Data save dc close — ჩართე ბოლო       |
| On error — შეცდომისას          | Limits — მონაცემების მიჯნა            |
| Read — მივანიჭოთ               | Save dc — ჩართე ტექსტი                |
| Rem — შენიშვნა                 | Load dc — იპოვე ტექსტი                |
| Renumber — გადანომრე           | Verify — შეამოწმე                     |
| Restore — აღადგინე             | Move — აღადგინე საცავი                |
| Return — დაბრუნდი              | Copy — ასლი                           |
| Return clear — არ დაბრუნდე     | List dc — დაბეჭდე სარჩევი             |
| Stop — სდექ                    | Scratch — ამოშალე სარჩევიდან          |
| Print — დაბეჭდე                |                                       |
| Image — ფორმატი                |                                       |
| Printusing — დაბეჭდე ფორმატით  |                                       |
| Input — შემოვიტანოთ            |                                       |

При выборе грузинских аналогов английских конструкций в ряде случаев использованы неформальные переводы соответствующих терминов и элементов, имея целью максимальное приближение грузинского эквивалента к фактически выполняемой функции. Например, оператор DIM был заменен не на ზომა, что было бы дословным переводом, а на დავაწესოთ, что, по мнению авторов, более точно, более «по-грузински» отражает инстинктивный смысл выполняемого оператора. Ана-



логично, для оператора READ в качестве аналога принято *მიეზიკით*, для SELECT — *შეცვალე*, а весьма громоздкая конструкция DATA SAVE DC OPEN заменена на *ჩართე სარჩევში* и т. д. Второе соображение, которое принималось во внимание при выборе эквивалентов — обеспечить «слуховое» отдаление конструкций друг от друга, с тем чтобы создать методические удобства в освоении языка и поиске ошибок в программах. Безусловно, были учтены требования технической реализации элементов языка во время процессирования, а также на клавиатуре, что нашло свое отражение в выборе — при наличии альтернативы — наиболее коротких или удобно сокращаемых конструкций.

В частности, отметим, что для предложенного подмножества языка необходимы 38 клавиш на стандартной клавиатуре, что вполне укладывается в технические характеристики ЭВМ «Искра-226».

Процессор, осуществляющий обработку программ на грузинском языке, может быть реализован, по крайней мере, двумя путями:

1. Созданием самостоятельного интерпретатора, обрабатывающего грузинские тексты [4].

2. Созданием препроцессора, преобразующего грузинские языковые конструкции в стандартные конструкции БЭЙСИКа. Последнее предпочтительнее, т. к. позволяет использовать хорошо отработанные, надежные интерпретаторы со стандартного БЭЙСИКа.

Учитывая временные и экономические соображения, авторами в данном проекте использован второй подход.

ИВЦ министерства финансов  
Грузинской ССР

(Поступило 5.4.1984)

კიბერნეტიკა

ბ. ველიაშვილი, კ. დოკვაძე

პროგრამირების ენა ბეისიკის ქართული ვარიანტის შემდგომი  
საკითხისათვის

რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია პროგრამირების ენა ბეისიკის ქართული ვარიანტის რეალიზაციის პროექტი მიკრო-ეგმ „ისკრა-226“-ისათვის.

CYBERNETICS

N. M. VELIASHVILI, K. A. DOKVADZE

TOWARDS THE CREATION OF A GEORGIAN VERSION  
OF 'BASIC'

Summary

The draft of a Georgian version of the Programming Language 'Basic' and some ways of its realisation are proposed for the family of 'Iskra-226' microcomputers.



## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. Лингер, Х. Миллс, Б. Уитт. Теория и практика структурного программирования. М., 1982.
2. Машина вычислительная электронная клавишная программноуправляемая «ИСКРА-226». Справочное руководство по языку БЭЙСИК. 1982.
3. Ю. Л. Кетков. Программирование на БЭЙСИКе. М. 1978.
4. Л. В. Шенгелия, Н. В. Шенгелия, Н. М. Велиашвили, К. А. Доквадзе. Сообщения АН ГССР, т. 102, № 2, 1981.

М. Г. ЗАКАРАЯ

## К ТЕОРИИ ПОГЛОЩЕНИЯ СВЕТА ПРИМЕСНЫМИ ЦЕНТРАМИ В НЕУПОРЯДОЧЕННЫХ ДИЭЛЕКТРИКАХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Р. Р. Догонадзе 20.1.1984)

В работах [1, 2] проведен теоретический расчет коэффициента экстинкции  $K(\nu)$  и исследован спектр поглощения кванта света примесной частицей в приближении диэлектрического континуума. В них получены аналитические выражения  $K(\nu)$  в разных областях температуры при произвольной силе связи со средой, характеризующейся резонансной адсорбцией. Заметим однако, что во многих реальных случаях, например в воде [3], во льду [4], а также во многих жидкостях [5] функция распределения эффективных осцилляторов (фононов) среды  $f(\omega)$  имеет вид суммы широкой дебаевской функции для оптических фононов и одной или нескольких резонансных пиков

$$f(\omega) = \frac{\Omega_D \omega}{\pi(\Omega_D^2 + \omega^2)} + \sum_{j=1} \frac{(\Omega_{Rj}^2 + \Gamma_j^2)}{2\pi\Omega_{Rj}} \left\{ \frac{\Gamma_j}{(\Omega_{Rj} - \omega)^2 + \Gamma_j^2} - \frac{\Gamma_j}{(\Omega_{Rj} + \omega)^2 + \Gamma_j^2} \right\}. \quad (1)$$

В формуле (1)  $\Omega_D$  — характерная частота низкочастотных реориентационных колебаний молекул среды, а  $\Gamma_j$  — полуширина размытия участков спектра резонансной абсорбции с соответствующими резонансными частотами  $\Omega_{Rj}$ .

Ниже проведен теоретический расчет  $K(\nu)$  с учетом (1) в простейшем случае  $j=1$ . Предположено, что с поглощением кванта света  $h\nu$  внутримолекулярные степени свободы не реорганизуются. (В рамках гармонического приближения реорганизация внутримолекулярных степеней свободы и жестких связей, образовавшихся в результате взаимодействия с ближайшими молекулами среды, может быть также учтена с помощью (1). Для этого достаточно в сумме по "j" устремить к нулю соответствующие  $\Gamma_j$ .) Согласно [1, 2] в рамках основной модели теории колебательной структуры примесных центров, коэффициент экстинкции имеет вид

$$K(\nu) = \frac{4\pi^2\beta\nu|d|^2}{3ic} \int_{a-i\infty}^{a+i\infty} d\theta \exp\{\beta\theta(h\nu - \Delta J) - \Phi(\theta)\}, \quad \beta \equiv 1/kT, \quad (2)$$

где  $d$  — матричный элемент дипольного момента перехода;  $\Delta J$  — разность энергий возбужденного и основного электронных уровней;  $c$  — скорость света, а  $\Phi(\theta)$  связана с  $f(\omega)$  соотношением

$$\Phi(\Theta) = (2E/\hbar) \int_{-\infty}^{\infty} d\omega f(\omega) \operatorname{sh} \frac{\beta \hbar \omega}{2} \Theta \operatorname{sh} \frac{\beta \hbar \omega}{2} (1 - \Theta) / \omega^2 \operatorname{sh} \frac{\beta \hbar \omega}{2}. \quad (3)$$

В формуле (3)  $E$  — энергия реорганизации среды. После подстановки  $f(\omega)$  (формула (1) с  $j=1$  в (3)),  $\Phi(\Theta)$  разбивается на две части, соответствующие дебаевской и резонансной аппроксимациям  $f(\omega)$  и ниже снабжены соответственно индексами “ $D$ ” и “ $R$ ”. В предположении, что дебаевская частота  $\Omega_D$  удовлетворяет условию “классичности”  $\Omega_D \ll 2kT/\hbar$ , а связь соответствующих фононов с электронной подсистемой сильная, т. е.  $4kT \cdot E_D / (\hbar \Omega_D)^2 \gg 1$  ( $E = E_D + E_R$ ), для  $\Phi_D(\Theta)$  имеем

$$\Phi_D \left( \Theta \equiv \frac{1}{2} + i\eta \right) \simeq \beta E_D / 4 + \beta E_D \eta^2. \quad (4)$$

Для  $\Phi_R(\Theta)$  воспользуемся ранее полученными результатами [1, 2]

$$\Phi_R \left( \frac{1}{2} + i\eta \right) \simeq (E_R/\hbar \Omega_R) \operatorname{th}(x_R/2) + (E_R/\hbar \Omega_R \operatorname{sh} x_R) \cdot [1 - \quad (5)$$

$$-\exp(-2\varepsilon x_R |\eta|) \cos 2x_R \eta] + (4\varepsilon E_R/\hbar \Omega_R) |\eta|; \quad \varepsilon \equiv \frac{\Gamma}{\Omega_R}; \quad x_R \equiv \frac{\beta \hbar \Omega_R}{2}.$$

С помощью ряда (9.6.34) справочника [6], связанного с производящей функцией для модифицированных функций Бесселя, из (2), с учетом (4) и (5) имеем

$$K(\nu) = (4\pi^2 |d|^2 \nu / 3c) \sqrt{\pi/kT \cdot E_D} \exp\{\beta(\hbar\nu - \Delta J)/2 - \beta E_D/4 - \quad (6)$$

$$- (E_R/\hbar \Omega_R) \operatorname{th}(x_R/2) \sum_{h=-\infty}^{\infty} I_{|n|} (E_R/\hbar \Omega_R \operatorname{sh} x_R) M(\hbar\nu - \Delta J - n \hbar \Omega_R/\hbar \Omega_R),$$

где

$$M(\alpha) = \operatorname{Re} \exp\{(x + iy)^2\} \{1 - \operatorname{erf}(x + iy)\}; \quad (7)$$

$$\alpha \equiv (\hbar\nu - \Delta J - n \hbar \Omega_R)/\hbar \Omega_R; \quad (8)$$

$$x \equiv 2\varepsilon E_R/\hbar \Omega_R \sqrt{\beta E_D}; \quad y \equiv \alpha \cdot \xi \equiv (\hbar\nu - \Delta J - n \hbar \Omega_R)/2 \sqrt{kT \cdot E_D}. \quad (9)$$

Из несложного анализа формул (6), (7) следует, что при  $2\sqrt{kT \cdot E_D} \gg \hbar \Omega_R$  основной вклад в сумму по “ $n$ ” в (6) дает единственное слагаемое, соответствующее  $n=0$ . В этом случае  $K(\nu)$  имеет один максимум  $\hbar\nu_{\max} = \Delta J + E_D + E_R$ , в окрестности которого описывается симметричной гауссовой кривой

$$K(\nu) = \frac{4\pi^2 \nu |d|^2}{3c} \sqrt{\frac{\beta \pi}{E_D + E_R x_R \operatorname{cth} x_R}} \exp\left\{-\frac{\beta(\hbar\nu - \Delta J - E_D - E_R)^2}{4E_D + 4E_R x_R \operatorname{cth} x_R}\right\}. \quad (10)$$

С другой стороны, наиболее информативными являются оптические спектры, характеризующиеся колебательной структурой. Согласно (6) и

(7), в случае  $\hbar \Omega_D \ll 2\sqrt{kT \cdot E_D} \ll \hbar \Omega_R$ ,  $K(\nu)$  состоит из набора эквидистантно (на расстоянии  $\hbar \Omega_R$ ) расположенных дискретных составляющих  $M(\alpha)$ . Распределение интенсивностей определяется произведением экспоненты и функции Бесселя в (6), т. е. фактором Франка—Кондона и существенно зависит от  $E_R$  (подробнее см, например в [1, 2]).

Форму кривых  $M(\alpha)$  принято называть фойгтовской [7, 8]. При исследовании одновременного влияния на дисперсию затухания и эффекта Доплера, для функции кривой поглощения Фойгтом получена формула, аналогичная (7). Что касается построения кривых поглощения с помощью интерполяции асимптотических значений  $\text{erf}(z)$  при  $|z| \ll 1$  и  $|z| \gg 1$  и численных квадратур, то оно носит довольно искусственный характер и не верно. Для получения вида функции  $M(\alpha)$  нами использована формула (7.1.29), справочника [6] для  $\text{erf}(z)$  комплексного аргумента. Ниже, с опущением несложных преобразований, приведено окончательное выражение для  $M(\alpha)$

$$M(\alpha) = \exp(-y^2) \left\{ (1 - \text{erf } x) \exp(x^2) \cos 2xy + (\pi x)^{-1} \sin^2 xy + \right. \\ \left. + (4x/\pi) \sum_{m=1}^{\infty} [\exp(-m^2/4)/(m^2 + 4x^2)] (\text{ch } my - \cos 2xy) \right\}. \quad (11)$$

Если в (11)  $x \rightarrow 0$  ( $\epsilon \rightarrow 0$ ),  $K(\nu)$  состоит из набора гауссовых пиков, отстоящих на  $\hbar \Omega_R$  друг от друга и имеющих полуширину  $2\sqrt{kT \cdot E_D}$ . Получить явный вид зависимости  $M(\alpha)$  в общем случае для  $\epsilon \neq 0$  ( $x \neq 0$ ) трудно. Заметим однако, что ряд в (11) является быстроходящимся и сохранение лишь пяти—семи членов суммирования с  $m \simeq 2y$ ;  $2y \pm 1$ ,  $\pm 2$ ,  $\pm 3$  для фиксированного значения  $y$ , обеспечивает точность до сотых долей процента. Согласно численным результатам, с увеличением  $x$  форма  $M(y)$  постепенно отклоняется от  $\exp(-y^2)$ , что сильнее проявляется на крыльях каждой дискретной составляющей спектра, и при  $x \gg 1$  постепенно приобретает лоренцовский характер, точнее  $M(y) \simeq x/\sqrt{\pi}(x^2 + y^2)$ . В таблице приведены результаты численных расчетов для промежуточных значений параметра  $x$ , когда вклады лоренцовой и гауссовой составляющих соизмеримы. Для сравнения с приближенными результатами Борна в таблице сохранены нормировка и масштаб работы [8], т. е. приведены численные значения для  $\sqrt{\pi}xM(y/x)$ . Как наглядно следует из сопоставления данной таблицы с таблицей 38 (стр. 649) работы [8], расхождение, в основном составляющее несколько процентов, существенно для  $x=0,5$  и больших  $y/x$ , где оно достигает 40 %.

Наконец, заметим, что значения  $x \equiv \epsilon S_0/\sqrt{\beta E_D} \gg 1$  реализуются лишь для не очень сильной реорганизации  $E_D$ , когда реализуется условие  $x_D \equiv$

$$\equiv \frac{\beta \hbar \Omega_D}{2} < \sqrt{\beta E_D} < \epsilon S_0 < 1. \text{ При очень малых значениях } \beta E_D < x_D$$



| $y/x$ | $x=0,5$ | $x=1$  | $x=2$  | $y/x$ | $x=0,5$ | $x=1$  | $x=2$  |
|-------|---------|--------|--------|-------|---------|--------|--------|
| 0,0   | 0,5456  | 0,7579 | 0,9054 | 2,2   | 0,2826  | 0,2108 | 0,1802 |
| 0,2   | 0,5425  | 0,7470 | 0,8821 | 2,4   | 0,2523  | 0,1796 | 0,1549 |
| 0,4   | 0,5331  | 0,7158 | 0,8179 | 2,6   | 0,2239  | 0,1540 | 0,1343 |
| 0,6   | 0,5179  | 0,6675 | 0,7265 | 2,8   | 0,1979  | 0,1330 | 0,1174 |
| 0,8   | 0,4974  | 0,6071 | 0,6241 | 3,0   | 0,1743  | 0,1158 | 0,1034 |
| 1,0   | 0,4725  | 0,5402 | 0,5245 | 3,2   | 0,1532  | 0,1015 | 0,0917 |
| 1,2   | 0,4441  | 0,4718 | 0,4357 | 3,4   | 0,1345  | 0,0897 | 0,0818 |
| 1,4   | 0,4131  | 0,4063 | 0,3608 | 3,6   | 0,1181  | 0,0798 | 0,0734 |
| 1,6   | 0,3806  | 0,3464 | 0,2998 | 3,8   | 0,1039  | 0,0714 | 0,0663 |
| 1,8   | 0,3474  | 0,2936 | 0,2508 | 4,0   | 0,0916  | 0,0643 | 0,0601 |
| 2,0   | 0,3145  | 0,2486 | 0,2116 | 4,2   | 0,0810  | 0,0582 | 0,0539 |

вместо аппроксимации (4) для  $\Phi_D(0,5 + i\eta)$  можно использовать линейную аппроксимацию  $\sim \beta E_D/4 + (2E_D/h\Omega_D)|\eta|$ . В этом случае каждая дискретная составляющая спектра имеет вид лоренцевой кривой с полушириной  $2kT(E_D h\Omega_D + 2E_R h\Gamma)/(h\Omega_R^2)$ .

Академия наук Грузинской ССР  
Институт неорганической  
химии и электрохимии

(Поступило 5.1.1984)

ფიზიკა

მ. ჯაქარაია

მომუხდისრიგებულ დიელექტრიკებში მინარევილი ცენტრების მიერ  
სინათლის შთანთქმის თეორიისათვის

რეზიუმე

შესწავლილია შთანთქმის სპექტრის მახასიათებლებზე კონდენსირებული გარემოს ზემოქმედება, მასში დებაისა და რეზონანსული ტიპის დიელექტრიკული დანაკარგების წვლილთა თანფარდობის შესაბამისად.

PHYSICS

M. G. ZAKARAIA

ON THE THEORY OF LIGHT ABSORPTION BY IMPURITY  
CENTRES IN DISORDERED DIELECTRICS

Summary

The problem of homogeneous broadening of the discrete components of the absorption spectrum is discussed. The influence of media on the electron-vibrational spectrum parameters is studied in relation to the coupling and reorganization energies ratio, corresponding to the Debaye and resonance type losses.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. P. P. Dogonadze, M. G. Zakaraia. Optika i spektroskopija, 54, 1983, 1019—1025.
2. P. P. Dogonadze, M. G. Zakaraia. Soobsheniia AN GSSR, 110, № 3, 1983, 493—496.
3. R. Saxton. Proc. Roy. Soc., A213, 1952, 473.
4. W. J. Chase, J. W. Hunt, J. Chem. Phys., 79, 1975, 2835.
5. N. E. Hill. Chem. Phys. Lett., 2, 1968, 5.
6. М. Абрамовиц, И. Стиган. Справочник по спецфункциям. М., 1979.
7. W. Voigt. Münch. Ber. 1912, 603.
8. М. Борн. Оптика. Харьков, 1937, 795.



Г. Н. РАЗМАДЗЕ

МЕХАНИКА ПРОДОЛЬНОГО УДАРА ПРИ ВЫСОКИХ СКОРОСТЯХ УПРУГОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 9.3.1984)

Цель данной работы — показать неклассическую природу процесса удара при высоких скоростях деформирования сплошной одномерной упругой среды, изучаемой уравнением плоских волн напряжений

$$C_0^2 \frac{\partial^2 u}{\partial X^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}, \quad C_0 = \sqrt{\frac{E}{\rho}}, \quad (1)$$

Это уравнение показывает, что при постоянстве соотношения  $E/\rho$  скорость распространения волн нормальных напряжений  $c_0$  должна оставаться постоянной. Применение постулата о постоянстве (неизменяемости) скорости распространения волн, вообще, кажется правомерным.

В качестве конкретного примера рассмотрим продольный удар (со скоростью  $v$ ) абсолютно упругого стержня бесконечной длины о жесткую неподвижную опору  $nn$  (рис. 1). Для удобства анализа процесса продольного удара выберем фиксированное сечение  $kk$ , удаленное от опоры  $nn$  на расстояние  $S_0$ . Указанное расстояние (базовое, исследуемое пространство  $S_0$ ) можно связать со скоростью распространения волн  $C_0$  и со временем  $t_0$  по классической теории удара

$$S_0 = c_0 t_0, \quad (2)$$

откуда, для определения скорости, будем иметь классическое выражение

$$C_0 = S_0/t_0. \quad (3)$$

После начала продольного удара (рис. 1,в) следует обратить особое внимание на три момента:

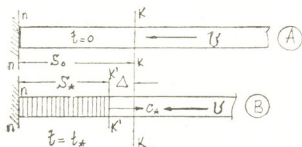


Рис. 1

1. Отраженные от опоры  $nn$  волны нормальных напряжений будут распространяться вдоль стержня со скоростью  $C_*$ ;

2. Навстречу волн, со скоростью  $v$  продолжит путь фиксированное сечение  $kk$  (рис. 1,А) и займет новое положение  $k'k'$  (рис. 1,Б);



3. В результате взаимного сближения фронта волн и фиксированного сечения  $kk$  фронт волн относительно опоры  $nn$  фактически пробежит не полное базовое расстояние  $S_0$ , а уменьшенное пространство

$$S_* = S_0 - \Delta, \quad S_* = S_0 \left(1 - \frac{\Delta}{S_0}\right). \quad (4)$$

Поскольку  $\Delta/S_0 = \varepsilon$  является относительной деформацией, то вместо (4), будем иметь

$$S_* = S_0 (1 - \varepsilon). \quad (5)$$

Из классической теории удара известно [1], что:

$$\varepsilon = \sigma/E = V/C_0, \quad (6)$$

поэтому (5) примет вид

$$S_* = S_0 \left(1 - \frac{\sigma}{E}\right), \quad (7)$$

или

$$S_* = S_0 \left(1 - \frac{v}{c_0}\right). \quad (8)$$

На основе классического результата (2), выражение (8) напишется так:

$$S_* = c_0 t_0 \left(1 - \frac{v}{c_0}\right). \quad (9)$$

Его можно представить в форме

$$S_* = c_0 t_*, \quad (10)$$

где

$$t_* = t_0 \left(1 - \frac{v}{c_0}\right). \quad (11)$$

На основе полученных нами неклассических результатов теории удара (8) и (11), для скорости распространения фронта волн, получим подтверждение постулата о постоянстве скорости:

$$C_* = \frac{S_*}{t_*} = \frac{S_0}{t_0} = C_0 = \text{const}. \quad (12)$$

Вызывают особый интерес формулы релятивного пространства (8) и времени (11), они зависят от скорости удара  $v$ . Лишь при  $v=0$ , имеем:  $S_* = S_0$ ,  $t_* = t_0$ .

На основе известного принципа механики равенства действия и противодействия можно заключить, что полученные нами неклассические результаты о пространстве (8) и времени (11) будут правомерными и в том случае, когда стержень находится в покое, а по лобовому основанию этого стержня ударяет жесткое тело, имеющее бесконечно большую массу (рис. 2).

Такая новая схема пространственного удара (рис. 2,В) замечательна тем, что охваченная волнами напряжений  $n'n'$ — $kk$  лобовая часть упругого стержня перемещается с постоянной скоростью  $v$ , и тем самым, имитируется инерционное движение, которое имеет свое пространство (8) и время (11). Здесь нелишнее вспомнить о специаль-

ной теории относительности, которая дает более сложные формулы релятивного пространства и времени:

$$S_* = S_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}; \quad t_* = t_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}, \quad (13)$$

где  $c$  — скорость света в вакууме.

Парадоксальное явление постоянства (абсолютность) скорости распространения волн (вообще) можно пояснить (на нашем примере продольного удара) следующим образом: каждое упругое поле состоит из двух основных компоненто-частиц и волн (возбуждаемых в

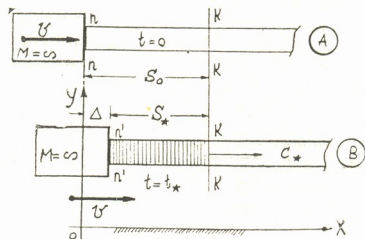


Рис. 2

материальной среде частиц), «частица» подчиняется законам механики твердого тела, поэтому она получает скорость  $v$  от ударяющего тела  $M$  и в результате проходит в пространстве (относительно неподвижной  $XOY$  системы) путь

$$\Delta = S_0 \cdot \varepsilon = S_0 \cdot v/c_0. \quad (14)$$

Волна как не материальное движение (как перенос только формы деформированного состояния) не подчиняется законам механики твердого тела (не меняет свою скорость). Фронт волн (см. сечение  $KK$ ) относительно подвижной опоры  $n'n'$  (т. е. относительно подвижной инерционной системы) проходит путь  $S_*$  со скоростью  $c_*$  во времени  $t_*$ . Одновременно этот же фронт  $KK$  относительно неподвижной ( $XOY$ ) системы отчета пробегает расстояние

$$\Delta + S_* = S_0 = c_0 t_0. \quad (15)$$

Справедливость такого равенства подтверждается значениями (8) и (14). Соотношения пространств  $S_*$  и  $S_0$  со временами  $t_*$  и  $t_0$  дают подтверждение постулата о постоянстве скорости волн (12).

Нам кажется, что аналогичное явление должно иметь место и при распространении световых (электромагнитных) волн. Только вместо простого закона (15) должно быть

$$\Delta^2 + S_*^2 = S_0^2. \quad (16)$$

При подстановке в (16) значения (14) и (13), получаем тождество  $S_0 = S_0$ . Это значит, что свет испускаемый от неподвижного либо подвижного источника в пространстве проходит одно и то же расстояние  $S_0$  во времени  $t_0$ . В рассмотренной задаче продольного удара фронт волн напряжений, возбужденный в подвижной инерционной системе (рис. 2, В см. сечение  $kk$ ) относительно неподвижной ( $XOY$ ) системы отчета проходит то фиксированное расстояние  $S_0 = c_0 \cdot t_0$ , которое он мог бы пройти при незначительных скоростях удара (неподвижная система).

Спрашивается, что именно является реально-объективным в волновой неклассической механике. Реальным является то, что из волн-



частиц, которые в неподвижной системе занимают пространство  $S_0$  в результате перехода этой неподвижной системы в подвижное состояние происходит физическое сокращение только материальной (вещественной) части волн-частиц на величину (14). Ввиду сокращения первоначальной (исходной, неподвижной) базисной меры длины  $S_0$  на величину (8), соразмерно уменьшается и время (11), необходимое для пробега уменьшенной длины (8). Это значит, что какое-либо реальное (физическое) сокращение классического времени в подвижной системе не имеет место. Уменьшение базисной длины  $S_0$  в подвижной инерционной системе (8) является результатом физического деформирования вещественного компонента волн-частиц. То впечатление релятивности (якобы зависимости свойств пространства и времени от скорости движения инерционных систем по пониманию специальной теории относительности), которое остается при абстрактном, математическом анализе формул (8), (11), (13) вызвано в основном пренебрежением того, что без классических фундаментальных параметров пространства ( $S_0$ ) и времени ( $t_0$ ) никак невозможно определять числовые значения ни пространства  $S_*$ , ни времени  $t_*$ .

Для правильного (физического) осмысления проблемы волновой механики, вообще, необходимо продолжить экспериментальное изучение механики волн-частиц при ударе и отражении.

Нам кажется правомерным та оценка, которая была высказана И. В. Кузнецовым в адрес специальной теории относительности: «Та» «обратимость», о которой говорят релятивисты—Эйнштейнградцы как о некоем «всеобщем принципе мнимы» [2].

Конечно «мнимы» не математическая сторона теории относительности, а попытка нового философского истолкования пространства и времени.

Грузинский научно-исследовательский  
институт механизации и  
электрификации сельского хозяйства  
им. К. М. Амираджиби

(Поступило 16.3.1984)

ფინია

ბ. რაზმაძე

გამომცემი ლარტყემის მემკვიდრეობის ფონდის მიერ დაფინანსებული  
სიჩქარეების ღრუბრიანი

რეზიუმე

ღრუბრიანი დასაბუღების ტალღების მიერ განვლილი სივრცე და ამ პროცესისათვის საჭირო დრო ფარდობითი სიდიდეებია, რომლებიც დამოკიდებულია გრძობის დარტყმის სიჩქარეზე.

PHYSICS

G. N. RAZMADZE

## THE MECHANICS OF LONGITUDINAL IMPACT AT HIGH RATES OF ELASTIC DEFORMATION

Summary

The non-classical behaviour of stress waves is demonstrated with the example of the impact of an elastic rod on a fixed support. In particular, the space travelled by the stress waves along the rod and the time required for this process constitute relative values depending on the velocity of the longitudinal impact.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Н. Размадзе. Инженерные вопросы теории удара, Тбилиси, 1959, 79—81.
2. Б. И. Спасский. История физики, ч. II, М., 1977, 205.



Р. И. ДЖИБУТИ, Н. Б. КРУПЕННИКОВА, В. Ю. ТОМЧИНСКИЙ

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОРАСЩЕПЛЕНИЯ ДЕЙТРОНА В ИМПУЛЬСНОМ ПРЕДСТАВЛЕНИИ

(Представлено академиком Э. Л. Андроникашвили 15.3.1984)

Процесс взаимодействия  $\gamma$ -кванта с дейтроном как простейшей ядерной системой представляет собой удобный объект исследования для получения сведений о характере нуклон-нуклонных взаимодействий, о роли обменных мезонных токов в фотоядерных реакциях. Характеристики фотопроцессов на ядрах очень чувствительны к деталям поведения волновых функций рассматриваемых систем. Задача дейтрона, двухчастичная задача, решается точно, поэтому исследование фоторазвала дейтрона должно привести к достаточно четким ответам на такие важные вопросы, связанные с расчетами по фотопроцессам на ядрах, как вопрос и применимости теоремы Зигерта, о роли взаимодействий в конечном состоянии. Поэтому в настоящее время процесс фоторасщепления дейтрона привлекает внимание как теоретиков, так и экспериментаторов [1—4].

В данной работе рассчитаны интегральное сечение дипольного фотопоглощения на дейтроне и полное сечение реакции  $\gamma + d \rightarrow n + p$  в дипольном приближении.

Расчеты проведены в импульсном представлении с учетом взаимодействий в конечном состоянии. Для получения волновых функций начального и конечного состояний решались интегральные уравнения с потенциалом Гогни—Пайерса—де Туррейля.

Важной с точки зрения выявления роли мезонных токов характеристикой фоторазвала является интегральное сечение. Его определение сводится к вычислению среднего значения двойного коммутатора гамильтониана ядра с мультипольным оператором по основному состоянию. Различия в функциях использованных разными авторами, привели к большим расхождениям полученных значений интегральных сечений фоторазвала легких ядер, в том числе и дейтрона [1, 2].

Интегральное сечение дипольного фотопоглощения на дейтроне имеет вид

$$\sigma_0 = 30(1+k) \text{ МэВ} \cdot \text{мбн}, \quad (1)$$

где

$$k = 2/3 \frac{m}{\hbar^2} \langle \psi | [\bar{D}_1, [V, \bar{D}_1] | \psi \rangle. \quad (2)$$

Здесь  $V$  — нуклон-нуклонный потенциал,  $\psi$  — волновая функция дейтрона, соответствующая этому потенциалу;  $\bar{D}_1$  — электрический дипольный оператор

$$\bar{D}_1 = \frac{\tau_{1z} - \tau_{2z}}{4} (\vec{r}_1 - \vec{r}_2). \quad (3)$$





Значение  $k$  получилось равным 0,46. Этот результат хорошо согласуется со значениями, полученными в работе [2].  $k$  значительно изменяется в зависимости от используемого потенциала, а именно, от доли  $D$ -состояния в волновой функции дейтрона, которую дает тот или иной потенциал. Наши расчеты проведены с потенциалом Гогни—Пайерса—де Туррейля ( $P_D = 3,84\%$ ), другие потенциалы, дающие большие значения  $P_D$ , приводят к большему  $k$ . Например, при  $P_D = 5,8\%$   $k = 0,518$ .

Количественное сравнение с экспериментом для интегрального сечения провести нельзя, так как форма (2) учитывает обмен виртуальными мезонами феноменологически, а при энергиях  $\gamma$ -квантов  $E_\gamma > 140$  Мэв требуется учет рождения реальных  $\pi$ -мезонов. Но результаты для  $k$  свидетельствуют в пользу феноменологического описания обменных токов в области энергий до порога рождения  $\pi$ -мезонов (суммирование экспериментальных значений сечения фотопоглощения до 140 Мэв приводит к значению  $k \approx 0,3$ , суммирование же до 540 Мэв — к  $k \approx 0,8$ , т. е. феноменологическое описание, по-видимому, охватывает все эффекты, проявляющиеся при  $E_\gamma < 140$  Мэв).

Далее было вычислено полное сечение дипольного фотопоглощения на дейтроне при энергиях  $\gamma$ -квантов до 140 Мэв. Очевидно, что при корректном описании ядерной системы в начале и в конце процесса волновые функции должны содержать в себе обменные эффекты, постольку поскольку последние учитываются в гамильтониане. Для проверки этого утверждения проведен расчет полного сечения, с одной стороны, с использованием теоремы Зигерта ( $\sigma_{11}, \sigma_{01}$ ) и, с другой стороны, при явном учете двухчастичных токов ( $\sigma_{21}, \sigma_{02}$ ) ( $\sigma_{01}, \sigma_{02}$  вычислены в плосковолновом приближении для волновой функции конечного состояния). Гамильтониан взаимодействия дипольного  $\gamma$ -кванта с дейтроном имеет вид

$$H = \sqrt{\frac{\pi}{E_\gamma}} l \left\{ -\frac{i \hbar \vec{p}}{m} \frac{\tau_{1z} - \tau_{2z}}{2} + 2[V, \vec{D}_1] \right\} \cdot \vec{n}, \quad (4)$$

где  $\vec{n}$  — вектор поляризации  $\gamma$ -кванта.

В соответствии с теоремой Зигерта матричный элемент гамильтониана (4) записывается следующим образом:

$$\langle \psi_f | H | \psi \rangle = \sqrt{\pi E_\gamma} l \langle \psi_f | \left[ \frac{(\tau_{1z} - \tau_{2z})}{2} (\vec{r}_1 - \vec{r}_2) \cdot \vec{n} \right] | \psi \rangle. \quad (5)$$

При использовании формы (5) вклад обменных токов учитывается неявно в волновых функциях, поэтому волновые функции должны быть вычислены очень точно. Результаты расчетов приведены на рис. 1 и в таблице. Рис. 1 показывает, что роль взаимодействий в конечном состоянии существенна и возрастает с ростом энергии. Результаты, приведенные в таблице, приводят к следующим выводам:

1. При использовании достаточно точных волновых функций значения сечений, вычисленные с использованием формул (4) и (5), совпадают. Форма (4) дает возможность выделить вклад обменной части потенциала.

2. Хорошее согласие с результатами Партови [5] (потенциал Хамада—Джонстона) свидетельствует о слабой чувствительности  $\sigma$  к

виду потенциала (расчеты работы [3] с потенциалом Риды также привели к близким значениям).

3. Сравнение  $\sigma_1$ ,  $\sigma_{01}$  и  $\sigma_2$ ,  $\sigma_{02}$  показывает, что роль взаимодействия в конечном состоянии примерно одинакова при использовании (4) и

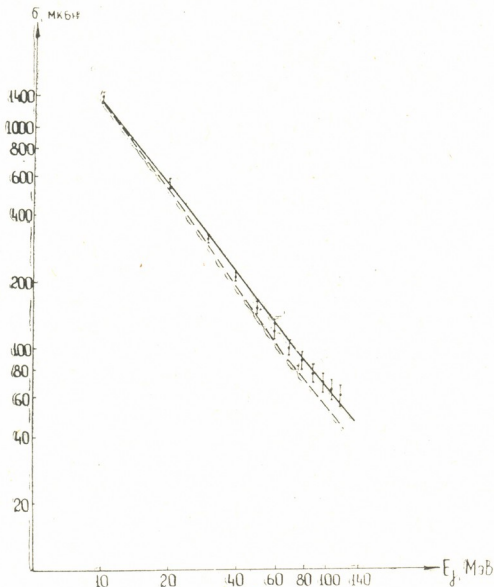


Рис. 1. Полное сечение реакции  $\gamma + d \rightarrow n + p$ , вычисленное без использования теоремы Зигерта с учетом (сплошная кривая) и без учета (штрихованная кривая) взаимодействия в конечном состоянии. Экспериментальные значения (I) взяты из работы [4]

(5). Результаты работы [3], полученные в координатном представлении, показали, что учет взаимодействия в конечном состоянии играет меньшую роль при использовании теоремы Зигерта. В импульсном представлении соответствующие операторы приобретают другой вид, поэтому наши заключения отличаются от заключений работы [3].

Таблица значений полного сечения фоторасщепления дейтрона (в мкбн).

| $E_\gamma$ | $\sigma_{01}$ | $\sigma_1$ | $\sigma_{02}$ | $\sigma_2$ | $\sigma$ из работы Партови [5] | $\sigma_{\text{эксп.}}$ из работы [4] |
|------------|---------------|------------|---------------|------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| 10         | 1306,3        | 1331,7     | 1310,2        | 1344,1     | 1387,0                         | $1389,1 \pm 44$                       |
| 20         | 535,4         | 569,3      | 540,0         | 573,3      | 588,2                          | $571,5 \pm 17,6$                      |
| 40         | 209,4         | 228,6      | 198,6         | 231,7      | 224,3                          | $216 \pm 8,8$                         |
| 60         | 116,3         | 130,1      | 110,3         | 128,6      | 126,6                          | $125,6 \pm 7,5$                       |
| 80         | 79,2          | 87,4       | 77,0          | 89,2       | 87,4                           | $90,3 \pm 7,5$                        |
| 100        | 58,6          | 66,2       | 58,9          | 70,1       | 66,2                           | $72,8 \pm 7,5$                        |
| 120        | 53,9          | 60,5       | 50,2          | 59,4       | 53,4                           | $63,7 \pm 7,5$                        |
| 140        | 39,7          | 46,2       | 39,2          | 47,5       | 44,5                           | —                                     |

4. Большие погрешности экспериментальных значений [4] ют возможности делать выводы о применимости того или иного потенциала, той или иной формы учета обменных токов; требуется более точное экспериментальное исследование полного сечения фоторазвала дейтрона.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт физики

(Поступило 16.3.1984)

ფიზიკა

რ. ჯიბუტი, ნ. კრუპენიკოვა, ვ. ტომჩინსკი

დეიტრონის ფოტოგახლეჩის გამოკვლევა იმპულსურ სივრცეში

რეზიუმე

იმპულსურ სივრცეში შესწავლილია დეიტრონის ფოტოგახლეჩა. გამოვლილია დიპოლური ფოტოგახლეჩის ინტეგრალური და სრული კვებები. საწყისი და საბოლოო მდგომარეობის ტალღური ფუნქციები მიღებულია სათანადო ინტეგრალური განტოლებების რიცხვითი ამოხსნის გზით. ნაჩვენებია, რომ ამ შემთხვევაში ზიგერტის თეორემის გამოყენებით მიღებული სრული კვების მნიშვნელობები კარგი სიზუსტით ემთხვევა ამ თეორემის გამოყენების გარეშე მიღებულ სრული კვების მნიშვნელობებს. ნაჩვენებია აგრეთვე, რომ ექსპერიმენტული მონაცემების დამაკმაყოფილებელი ახსნისათვის აუცილებელია საბოლოო მდგომარეობაში ურთიერთქმედების გათვალისწინება.

PHYSICS

R. I. JIBUTI, N. B. KRUPENNIKOVA, V. Yu. TOMCHINSKI

## DEUTERON PHOTODISINTEGRATION STUDY IN THE MOMENTUM REPRESENTATION

Summary

The deuteron photodisintegration process is investigated in the momentum representation. The initial and the final state wave functions were received by numerical solution of the corresponding integral equations. It is shown that the values of the total cross section, obtained by using Siegert's theorem as well as without applying it, coincide with good accuracy.

It is also shown that in order to describe the experimental data satisfactorily it is necessary to take the final state interactions into account.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. H. A ren h ö v e l. Lecture Notes Phys. 108, 1979, 159.
2. G. G o u l a r d, B. L o r a z o. Can. J. Phys. 60, 1982, 162.
3. H. A ren h o v e l. Z. Phys. A 302, 1981, 25.
4. M. P. D e P a s c a l e *et al.* Phys. Lett. 119 B, 1982, 30.
5. F. P a r t o v i. Ann. Phys. 27, 1964, 79.

Н. Н. БЕРЧЕНКО, Д. Ш. ЗАРИДЗЕ, Г. И. КОЧОРАДЗЕ

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО ОКИСЛЕННОГО  
 СЛОЯ НА ГАЛЬВАНОМАГНИТНЫЕ ЭФФЕКТЫ В ТОНКИХ  
 ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ ПЛЕНКАХ  $Pb_{1-x}Sn_xTe$

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. С. Амаглобели 23.2.1985)

Известно, что адсорбция кислорода в халькогенидах свинца приводит к образованию на поверхности образцов поверхностного слоя  $p^+$ -типа [1]. Присутствие такого слоя должно приводить к ряду особенностей в гальваномагнитных эффектах, что следует из простого анализа двухслойной структуры [2—4]. В первую очередь необходимо подчеркнуть то, что наличие поверхностного слоя затрудняет интерпретацию гальваномагнитных измерений и может маскировать действительный тип проводимости при малой толщине образца, особенно в случае образцов  $n$ -типа. Поэтому представляло интерес провести теоретический анализ влияния поверхностного слоя на гальваномагнитные эффекты и выяснить возможность экспериментального исследования данных пленок с помощью гальваномагнитных измерений.

Теоретический расчет данных зависимостей проводился в рамках двухслойной модели Петрица [4]

$$R_H = \frac{\mu_S d_S \sigma_S + \mu_B d_B \sigma_B}{d \sigma_0^2}, \quad (1)$$

где  $R_H$ —коэффициент Холла;  $\sigma_S = e \mu_S p_S$  и  $\sigma_B = e \mu_B n_B$ —проводимости поверхностного слоя и „объемного“, соответственно,  $\mu_S$ ,  $\mu_B$  и  $p_S$ ,  $n_B$ —подвижность и концентрация носителей в поверхностном слое и „объеме“ образца, складывающаяся из толщин объема  $d_B$  и поверхностного слоя  $d_S$

$$\sigma_0 = \frac{\sigma_S d_S + \sigma_B d_B}{d} \quad (2)$$

( $\sigma_0$ —суммарная проводимость образца).

Из известных параметров незащищенного поверхностного слоя эпитаксиальных пленок  $Pb_{1-x}Sn_xTe$  ( $x \approx 0,2$ ) нами были выбраны следующие параметры [5, 6]: поверхностная концентрация  $P_S d_S = 4 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3}$  и  $\mu_S = 0,3 \cdot 10^4 \text{ см}^2 \text{ В}^{-1} \text{ с}^{-1}$ .

Значения концентраций и подвижностей носителей в „объеме“ эпитаксиальных пленок  $Pb_{1-x}Sn_xTe$  ( $x \approx 0,2$ ), выращенных методом мгновенного испарения в вакууме на диэлектрических подложках  $VaF_2$  [7], в наших экспериментах были получены из измерений коэффициента Холла компенсационным методом при постоянном токе через образец (50 мА) и магнитном поле (10 кЭ). Образцы имели конфигурацию показанную на





рис. 1. которая получалась с помощью фотолитографии или напылением через биметаллические маски.

Результаты измерений при температуре 77К приведены в таблице.

| Материал                                 | Тип | Концентрация, см <sup>-3</sup> | Подвижность, см <sup>2</sup> В <sup>-1</sup> с <sup>-1</sup> |
|------------------------------------------|-----|--------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| PB <sub>0,8</sub> Sn <sub>0,2</sub> Te   | п   | 2,5 · 10 <sup>17</sup>         | 2 · 10 <sup>4</sup>                                          |
| "                                        | п   | "                              | 10 <sup>4</sup>                                              |
| "                                        | п   | "                              | 0,3 · 10 <sup>4</sup>                                        |
| PB <sub>0,78</sub> Sn <sub>0,22</sub> Te | р   | 3,6 · 10 <sup>14</sup>         | 1,1 · 10 <sup>4</sup>                                        |

Расчеты показали, что для образцов *p*-типа влияние поверхностного слоя *p*<sup>+</sup>-типа на коэффициент Холла и проводимость во всем интервале получаемых концентраций и подвижностей дырок пренебрежимо мало при толщинах пленок более 0,2 мкм. Однако этот слой

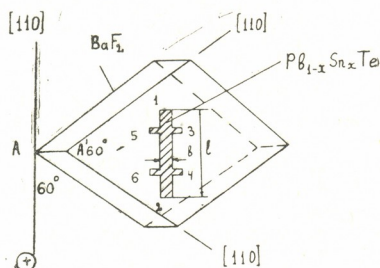
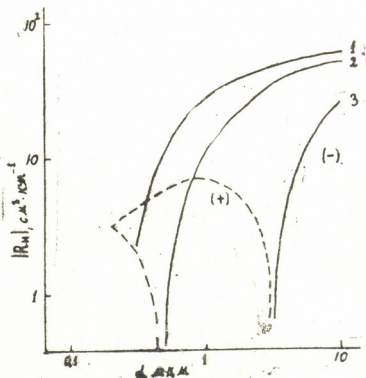


Рис. 1. Конфигурация образца для гальваномагнитных измерений. 1 и 2 — токовые контакты. Напряжение эффекта Холла снимались между контактами 5—3 или 6—4.

при малых толщинах пленок может оказывать значительное влияние на характеристики образцов *n*-типа. В качестве примера на рис. 2

Рис. 2. Зависимость коэффициента Холла от толщины образца при  $n_B = 1 \cdot 10^{17}$  см<sup>-3</sup>,  $P_S d_S = 4 \cdot 10^{13}$  см<sup>-2</sup>,  $\mu_S = 0,3 \cdot 10^4$  см<sup>2</sup> В<sup>-1</sup> с<sup>-1</sup>,  
1 —  $\mu_B = 2 \cdot 10^4$  см<sup>2</sup> В<sup>-1</sup> с<sup>-1</sup>,  
2 —  $\mu_B = 10^4$  см<sup>2</sup> В<sup>-1</sup> с<sup>-1</sup>,  
3 —  $\mu_B = 0,3 \cdot 10^4$  см<sup>2</sup> В<sup>-1</sup> с<sup>-1</sup>



показана зависимость коэффициента Холла от толщины пленки для наших образцов. Видно, что во всем интервале выбранных параметров



с увеличением толщины пленки  $R_H$  стремится к значению, соответствующему концентрации электронов в объеме пленки. Интервал толщин, при которых  $R_H$  изменяется с толщиной, т.е. проявляется влияние поверхностного слоя, зависит как от концентрации, так и подвижности электронов в пленке. Видно, что с увеличением как  $n_B$ , так и  $\mu_B$  диапазон толщин, при которых  $R_H \approx \text{const}$ , увеличивается в сторону малых толщин. Реально, анализируя кривые, представленные на рис. 2, можно считать, что для типичных образцов  $n$ -типа проводимости, т. е. при  $n_{77} \approx 3 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$  и  $\mu_{77} \approx 2 \cdot 10^4 \text{ см}^2 \text{ В}^{-1} \text{ с}^{-1}$ , влиянием поверхностного слоя можно пренебречь при толщинах, обычно использовавшихся для изготовления фотоприемников —  $> 1 \text{ мкм}$  (кривая 1 рис. 2)  $n_{77}$  и  $\mu_{77}$  — концентрация и подвижность носителей при 77K). Только в случае компенсированных образцов с малой подвижностью и концентрацией электронов это влияние проявляется при толщинах более 1 мкм, причем в этом случае возможно не только количественно неверное определение концентрации носителей, но даже можно ошибиться в типе проводимости образца (кривая 3 рис. 2).

Таким образом, приведенный нами анализ позволил выделить область толщин эпитаксиальных пленок  $Pb_{1-x}Sn_xTe$ , в которой при получающихся значениях концентрации и подвижности электронов вкладом поверхностного слоя в измеряемые гальваномагнитные эффекты можно пренебречь.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 15.3.1985)

ფიზიკა

ბ. ბერჩენკო, დ. ჯარიძე, გ. კოჩორაძე

ზედაპირული დაჟანგული ფენის გავლენის ანალიზი  
 ბალვანომაგნიტურ ეფექტებზე თხელ ეპიტაქსიალურ  
 $Pb_{1-x}Sn_xTe$  ფენებში

რეზიუმე

პეტრიცის ორფენიანი მოდელის საფუძველზე ჩატარებულია ზედაპირული დაჟანგული ფენის გავლენის ანალიზი გადატანის მოვლენაზე. დადგენილია პირობები, რომელთა დროსაც მოცემული ფენის წვლილი ექსპერიმენტულად გაზომილ ეფექტებში შეიძლება უქუვაგდოთ.

PHYSICS

N. N. BERCHENKO, D. Sh. ZARIDZE, G. I. KOCHORADZE

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF A SURFACE OXIDIZED  
 LAYER ON GALVANOMAGNETIC EFFECTS IN  $Pb_{1-x}Sn_xTe$   
 THIN EPILAYERS

Summary

The influence of a surface oxidized layer on galvanomagnetic transfer effects has been analyzed on the basis of the Petritz two-layer model. Conditions are established at which the contribution of this layer to experimentally measured effects is negligible.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. N. Z e m e l. In: Surface Physics of Phosphors and Semiconductors, ed. by C. G. Scott and Reed. New York, 1975.
2. R. L. P e t r i t z. Phys. Rev. 110, № 6, 1958.
3. R. B. S c h o o l a r, J. D. J e n s e n. Appl. Phys. Lett, 31, № 8, 1977.
4. R. B. S c h o o l a r, J. D. J e n s e n, G. M. B l a c k. Appl. Phys. Lett, 31, № 9, 1977.
5. J. D. J e n s e n, R. B. S c h o o l a r. J. Vac. Sci. Technol. 13, № 4, 1976.
6. A. R o g a l s k i. Acta Physica Polonica A 55, № 1, 1979.
7. К. И. Гейман, Т. Р. Глобус, Л. К. Дийков и др. ВИМИ «РИПОРТ», № 3, 1976.



И. Ф. АЛАНИЯ

К ВОПРОСУ О КОЛЕБАНИИ ИНДЕКСА МЕТАЛЛИЧНОСТИ  
 У ЗВЕЗД ТИПА RR ЛИРЫ

(Представлено академиком Е. К. Харадзе 24.12.1985)

Спектральный класс пульсирующих звезд типа RR Лиры за цикл изменения блеска меняется в пределах  $A-F$ . При оценке спектральных классов в этом интервале для нормальных звезд в качестве критерия служат интенсивности водородных линий поглощения и линий  $K(Ca II)$ . Установлено, что для подавляющего большинства звезд типа RR Лиры нарушено соотношение интенсивностей между этими линиями. А именно, линия  $K(Ca II)$  значительно ослаблена по сравнению со стандартными звездами пятого класса светимости и приводит к более ранним спектрам, чем это оценивается по водородным линиям. Разность спектров, выраженную в единицах спектрального подкласса, Престон [1] предложил в качестве индекса металличности для звезд типа RR Лиры  $\Delta S-10 [Sp(H) - Sp(K)]$ , который для разных звезд принимает значение от 0 до 12 и даже больше. Таким образом,  $\Delta S$  является мерой содержания только одного элемента  $Ca$ . Тем не менее принято, что дефицит или избыток кальция в атмосферах этих звезд распространяется и на другие элементы железного пика. Метод  $\Delta S$  определения химического состава звезд типа RR Лиры получил широкое применение, поскольку он основывается на легко осуществляемой двойной классификации низкодисперсионных спектров этих звезд. История вопроса об определении  $\Delta S$  и обзор результатов, полученных по этому методу, даются в статье [2]. Данную характеристику определяли и мы в Абастуманской обсерватории. Опубликованные нами три списка содержат свыше 350 оценок спектральных классов и  $\Delta S$  для 45 звезд типа RR Лиры [3-5].

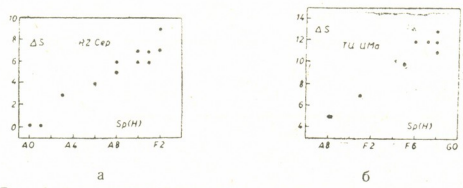


Рис. 1. Зависимость  $\Delta S$  от спектрального класса по водороду для звезд PZ Cep и TU UMa

Совокупность данных о параметре  $\Delta S$  указывает на то что, он за цикл изменения блеска многих звезд не остается постоянным. Например, согласно нашим определениям, для звезд со значительным дефицитом ме-  
 20. „ბოლობო“, ტ. 121, № 2, 1986

| Звезда | E (b-y) | $\Delta S$ по [6] |      | V     |       | b-y   |       | $c_1$ |       | $m_1$ | lg g | T    |
|--------|---------|-------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
|        |         | Макс.             | Мин. | Макс. | Мин.  | Макс. | Мин.  | Макс. | Мин.  |       |      |      |
| RZ Cep | 0,214   | 0                 | 7    | 8,34  | 8,87  | 0,174 | 0,190 | 1,363 | 1,032 | 0,093 | 2,72 | 7460 |
| DH Peg | 0,071   | 3                 | 1    | 8,98  | 9,45  | 0,101 | 0,194 | 1,235 | 0,966 | 0,105 | 2,90 | 7400 |
| SZ Lyn | 0,043   | 0                 | —    | 9,00  | 9,50  | 0,104 | 0,213 | 0,991 | 0,702 | 0,180 | 3,78 | 7550 |
| XZ Dra | 0,034   | 2                 | 7    | 9,60  | 10,52 | 0,096 | 0,288 | 1,223 | 0,710 | 0,121 | 2,72 | 6780 |
| TT Lyn | 0,040   | 7                 | 12   | 9,32  | 10,00 | 0,142 | 0,304 | 1,075 | 0,655 | 0,084 | 2,82 | 6650 |
| RR Lyr | 0,011   | 6                 | 10   | 7,34  | —     | 0,161 | —     | 1,146 | —     | 0,086 | —    | —    |
| AV Peg | 0,067   | 2                 | 0    | 9,57  | 10,59 | 0,092 | 0,291 | 1,271 | 0,645 | 0,166 | 2,93 | 6890 |
| BH Peg | 0,108   | 5                 | 9    | 9,62  | 10,31 | 0,143 | 0,295 | 1,028 | 0,631 | 0,017 | 2,80 | 6500 |
| TU UMa | 0,014   | 5                 | 11   | 9,20  | 10,12 | 0,099 | 0,295 | 1,232 | 0,697 | 0,102 | 2,58 | 6630 |

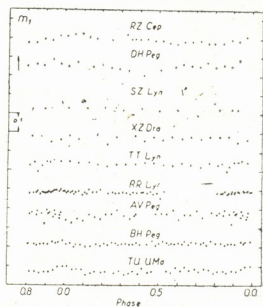


таллов  $\Delta S$ , как правило, всегда больше в фазах минимума, чем вблизи максимумов световых кривых [6]. На рис. 1 приведены наши результаты для звезд *RZ Cep* и *TU UMa*, на которых  $\Delta S$  сопоставлены со спектрами по водороду.

Естественно, что колебания  $\Delta S$  в разных фазах блеска звезд не связаны с изменением их металличности. Причина, по-видимому, кроется в физических условиях формирования линий  $K$  ( $Ca\ II$ ) в пульсирующих атмосферах звезд типа *RR* Лиры. Нас интересовал вопрос, разделяют ли свойство кальция линии других элементов железного пика. Мы решили проверить это на основе электрофотометрии избранных звезд типа *RR* Лиры, для которых колебание  $\Delta S$  нами было установлено надежно, в среднеполосной системе Стремгрена *uvby* и в области *H $\beta$* . В этой широко распространенной системе определяются следующие параметры:  $b-y$ ,  $m_1 = (v-b) - (b-y)$ ,  $c_1 = (u-v) - (v-b)$ .  $b-y$  является индексом температуры;  $m_1$  и  $c_1$  представляют собой индексы металличности и высоту бальмеровского скачка соответственно, причем в образовании индекса  $m_1$  линия кальция  $K$  практически не участвует.

Наблюдения проводились на автоматическом 125-см телескопе АЗТ-11 Абастуманской обсерватории. Для 9 звезд в каждом фильтре выполнено 2450 измерений блеска. Среднеквадратичные ошибки одного определения составляют:  $b-y = 0,007$ ,  $m_1 = 0,013$ ,  $c_1 = 0,017$ . Для каждой переменной звезды были образованы нормальные кривые величин  $y=V$ ,  $b-y$ ,  $m_1$ ,  $c_1$ . Исправленные за межзвездное поглощение  $b-y$  и  $c_1$  по методу [7] наносились на теоретические диаграммы этих же величин [8] и для каждой фазы нормальных кривых определялись эффективные температуры ( $T$ ) и силы тяжести на поверхности звезд ( $g$ ). В таблице собраны экстремальные значения параметров  $V$ ,  $b-y$ ,  $c_1$ . Во втором столбце даются избытки цвета  $E(b-y)$ . В трех последних столбцах представлены средние значения  $m_1$ ,  $\lg g$  и  $T$  соответственно. На рис. 2 нанесены данные  $m_1$  в зависимости от фаз для

Рис. 2. Зависимость  $m_1$  от фазы блеска для наблюдаемых звезд



наблюдаемых нами звезд. Каждая точка для каждой переменной является средним из не менее чем пяти близких по фазе измерений. Рис. 2 показывает, что очень густо охвачены наблюдениями звезды *BH Peg*, *TU UMa*. То же самое можно сказать относительно *RR Lyr* вне фазы 0,55—0,80. Для звезд *RZ Cep*, *TU UMa*, *BH Peg* и, может быть, для *RR Lyr* заметны усиления  $m_1$  около максимумов блеска. Следовательно, как будто налицо ожидаемое соответствие между колебаниями  $m_1$  и  $\Delta S$ . Однако, преж-



დე чем делать такое заключение, нужно иметь в виду одно очень важное обстоятельство. Дело в том, что индекс  $m_1$  для температур больших  $7500\text{ K}^\circ$  чувствителен к изменениям силы тяжести на поверхности звезд; по мере возрастания гравитации увеличивается  $m_1$  [8]. Это происходит из-за того, что максимум пропускания полосы  $\nu$  системы  $uvby$  приходится на центр водородной линий  $H_\delta$ . Следовательно, возникает необходимость учета этого эффекта на параметр  $m_1$ . Подобные вычисления на основе моделей атмосфер даются в [9, 10]. Используя эти данные в случае  $RZ\text{ Cep}$ , для экстремальных значений  $m_1$  и температур ( $7000\text{--}8000\text{ K}$ ), нетрудно убедиться, что амплитуда  $m_1$  после редукиции становится не больше, чем  $0,01$ . То же самое получается и для остальных звезд.

Таким образом, избранные нами звезды типа  $RR$  Лиры, для которых, согласно [6], установлены изменения параметра  $\Delta S$  с фазой блеска, не проявляют заметных реальных изменений индекса металличности  $m_1$ .

Академия наук Грузинской ССР  
Абастуманская астрофизическая  
обсерватория

(Поступило 27.12.1985)

ასტრონომია

ი. ალანია

ლირის  $RR$ -ის ტიპის ვარსკვლავების მეტალურობის ინდექსის  
ცვლილების საკითხის შესახებ

რეზიუმე

ნაჩვენებია ლირის 9  $RR$ -ის ტიპის ცვალებადი ვარსკვლავის ელექტრო-ფოტომეტრიის შედეგები  $uvby\beta$  სისტემაში. მიღებული მასალის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ვარსკვლავები, რომლებსთვისაც დადგენილია  $\Delta S$  ცვლილება, ფაზაზე დამოკიდებულებით არ ავლენენ მეტალურობის ინდექსის  $m_1$  რეალურ ვარიაციებს.

ASTRONOMY

I. Ph. ALANIA

ON THE METALLICITY INDEX VARIABILITY OF RR LYRAE STARS

Summary

The electrophotometric results of 9 RR Lyrae stars in  $uvby\beta$  are given. Analysis of the data shows that the variables for which  $\Delta S$  varies with the light phase do not exhibit any real variations of the metallicity index  $m_1$ .

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. G. W. Preston. Ap. J. 130, 507, 1959.
2. H. A. Smith. Pub. A. S. P. 96, 505, 1984.
3. И. Ф. Алания. Бюлл. Абаст. астрофиз. обс., 36, 1968, 17.
4. И. Ф. Алания. Бюлл. Абаст. астрофиз. обс., 37, 1969, 39.
5. I. Ph. Alania. Inf. Bull. Var. Stars, № 698, 1972.
6. И. Ф. Алания. Бюлл. Абаст. астрофиз. обс., 45, 1973, 3.
7. D. L. Crawford. Dudley Obs. Reports, № 9, 17, 1975.
8. L. J. Relyea, R. L. Kurucz. Ap. J. Suppl. 37, 45, 1978.
9. S. Matsushima. Ap. J. 158, 1137, 1969.
10. T. S. van Albada, K. S. Boer. Astron. Astrophys., 39, 83, 1975.

Р. А. ГОГУА, Б. З. АСАНИДЗЕ, Т. В. ШУЛАИЯ, Л. Д. БЕРДЗНИШВИЛИ

## МАГНИТНАЯ МОДЕЛЬ ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ ЗЕМНОЙ КОРЫ АДЖАРИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. А. Алексидзе 23.2.1984)

Создание магнитной модели земной коры Аджарии имеет большое научное и практическое значение для уточнения геологического строения района и выяснения закономерностей размещения сульфидных рудопроявлений.

Исследуемая территория расположена в юго-западной части Аджаро-Триалетской складчатой системы. Она сложена вулканогенной толщей палеогенового возраста, мощностью 2—4,5 км. В геологическом строении района существенную роль играют интрузивные тела, которые прорывают вулканогенную толщу и образуют Мерисский, Намонастревско-Чалатский и Учамбойский массивы; они представлены породами кислого, среднего и основного состава [1]. В районе исследований проведена наземная магнитная съемка в масштабе 1:25000 [2]. Кроме того, дополнительно собраны магниторазведочные материалы, изучены магнитные характеристики, состав ферромагнитных минералов интрузивных и эффузивных пород.

Оценку величины намагниченности горных пород Аджарии проводили по интенсивности аномалии вертикальной составляющей магнитного поля  $Z_a$  и по образцам. В результате были получены следующие значения намагниченностей соответственно по отдельным массивам: Мериси — 1600, Намонастреви — 2000, Чалати — 1900, Учамбо — 1500, а для эффузивов —  $500 \cdot 10^{-6}$  СГС.

Следует отметить, что, несмотря на сходство магнитных свойств интрузивных и эффузивных пород, в исследуемом районе, первые отчетливо выделяются от вторых положительным магнитным полем интенсивностью 500—1000 γ.

Интерпретация магнитного поля сперва осуществлялась разными методами вручную для отдельных участков [3]. Получив таким путем представление о форме и глубине залегания магнитовозмущающего тела, применили моделирование геологических сред с помощью ЭВМ следующим образом: исследуемый район аппроксимирован как прямоугольная призма  $P = \{X_{нач} \leq X \leq X_{кон}, Y_{нач} \leq Y \leq Y_{кон}, Z_{нач} \leq Z \leq Z_{кон}\}$ , где  $X_{нач}$ ,  $X_{кон}$ ,  $Y_{нач}$ ,  $Y_{кон}$  являются условными координатами призмы на плоскости. Полученный объем разбит на  $A \cdot B$  прямоугольных призм в виде  $\Delta P_{k,m} = \{X_k \leq X \leq X_{k+1}, Y_m \leq Y \leq Y_{m+1}\}$ , где  $X_k = (k-1) \Delta$ ,  $Y_m = (m-1) \Delta$ ,  $k=1, 2, \dots, A$ ,  $m=1, 2, \dots, B$ . Для  $A$  получалось значение 39, для  $B$ —17. Шаг  $\Delta=0,5$  км. Точки наблюдения расположены в центре прямоугольной призмы, на дневной поверхности, так как эффект в каждой расчетной



точке находим как эффект от двух субгоризонтальных слоев, образованных соответственно от эффузивных и интрузивных пород. Координаты прямоугольной призмы по вертикали образуются следующим образом:  $Z_{нач.} = H_1$ ,  $Z_{кон.} = H_2$  для первого слоя; для второго слоя  $Z_{нач.} = H_2$  (закрывающаяся область), а для открытых районов, где интрузив выходит на дневную поверхность  $Z_{нач.} = H_1$ ,  $Z_{кон.} = H_3$ .  $H_1$ ,  $H_2$ ,  $H_3$  — расстояние по вертикали от фиксированной высоты (1600 м н. у. м.), соответственно до поверхности Земли, до подошвы I слоя (эффузив) и II слоя (интрузив).

В результате аппроксимации получили 1326 прямоугольных призм, эффект которых вычислялся в 663 расчетных точках. Величина эффективной намагниченности для каждой конкретной призмы — постоянная. Вычисления производились [4] для однородного многогранника, с тем преимуществом, что нами во время аппроксимации использовалась прямоугольная призма. По значениям  $X_{нач.}$ ,  $X_{кон.}$ ,  $Y_{нач.}$ ,  $Y_{кон.}$ ,  $Z_{нач.}$ ,  $Z_{кон.}$  восстанавливали координаты каждой вершины прямоугольной призмы, а число граней соответственно было равно 6.

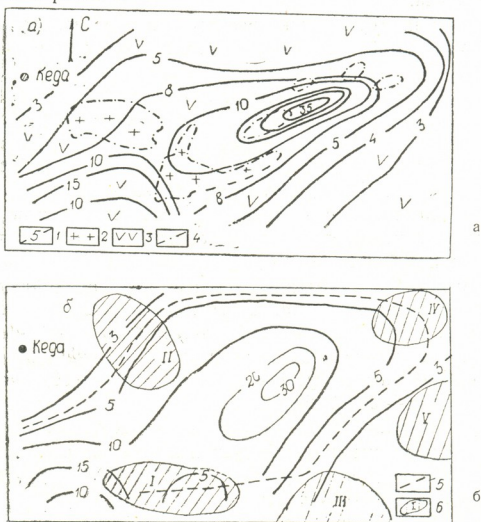


Рис. 1. Схематическая геолого-магнитная карта Аджарского рудного района (а) и магнитное поле модели (б): 1 — изолинии, в сотнях гамм; 2 — интрузивы; 3 — эффузивы; 4 — контур интрузивного тела по геологическим данным; 5 — контур модельного интрузивного тела; 6 — рудные поля, I — Медзибна-Лоднарское; II — Вайо-Сурнальское; III — Учамбойское; IV — Гома; V — Цабланское

Магнитное поле, вычисленное по модели, в общем хорошо согласуется с полем района (рис. 1, а, б), что является обоснованием последующих выводов. Модельное тело интрузива в плане имеет удлиненную форму и простирается с юго-запада на северо-восток. Его мощ-

ность по вертикали широко меняется. Около с. Намонастреви мощность интрузивного тела по вертикали больше 16 км, а в периферических частях уменьшается до нескольких сотен метров. Мощность эффузивов, начиная от центральной части, к краям интрузивного тела увеличивается.

Обращает на себя внимание тот факт, что рудные поля исследуемого района расположились вокруг модельного интрузивного тела. Это наводит на мысль, что все оруденения в рассматриваемом участке имеют общий источник, который, по всей вероятности, пространственно совпадает с жерлом интрузивного тела.

В результате вышесказанного можно сделать следующие выводы: 1) интрузивные массивы Мериси, Намонастреви-Чалати, Учамбо отображаются в магнитном поле как крупное грибообразное тело, залегающее между эффузивами и фундаментом земной коры и переходящее в нижележащих породах жерлом около с. Намонастреви; 2) в размещении оруденения решающая роль принадлежит морфологии и размерам интрузивного тела; 3) перспективной для поисков сульфидных руд можно считать всю территорию вокруг модельного интрузивного тела.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт геофизики

(Поступило 24.2.1984)

გეოფიზიკა

რ. გოგუა, ბ. ასანიძე, თ. შულაია, ლ. ბერძნიშვილი

დედამიწის ძირძის ზედა ნაწილის მაგნიტური მოდელი აჭარის  
ტერიტორიისათვის

რეზიუმე

მაგნიტური ველის ინტერპრეტაციის შედეგად ეგ მ-ზე მიღებულია აჭარის ტერიტორიის გეოლოგიური აგებულების მაგნიტური მოდელი, რომელიც კარგად ხსნის სულფიდური გამადნებების განაწილებას საკვლევ რაიონში და საშუალებას გვაძლევს გამოვყოთ პერსპექტიული უბნები მადნის ძიებისათვის.

GEOPHYSICS

R. A. GOGUA, B. Z. ASANIDZE, T. V. SHULAIYA, L. D. BERDZNISHVILI

MAGNETIC MODEL OF THE UPPER PART OF  
THE EARTH'S CRUST OF ADJARIA

Summary

As a result of the magnetic field computer interpretation, a magnetic model of the geologic structure of Adjara's territory has been obtained. The model explains well the distribution of sulphide ores in the region under investigation and affords an opportunity to outline promising areas for ore prospecting.



## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. В. Иваницкий, Н. Д. Гварамадзе, Т. Д. Мchedlishvili, И. Д. Шавишвили, Д. Г. Надареишвили, М. Ш. Мачавариани. Геохимия и металлогеническая специализация интрузивов Аджарии. Тбилиси, 1969.
2. А. В. Бухникашвили, В. В. Кебуладзе, Г. Г. Табагуа, Г. Г. Джаши, Г. Е. Гугунава, О. В. Татишвили, Р. А. Гогоа. Геофизическая разведка Аджарской группы медно-полиметаллических месторождений. Тбилиси, 1974.
3. А. А. Логачев, В. П. Захаров. Магниторазведка. Л., 1979.
4. В. Н. Страхов, М. И. Лапина. Изв. АН СССР, Физика Земли, № 4, 1982.

Т. О. ЗАРДАЛИШВИЛИ, Б. Д. МХЕИДЗЕ, В. С. ЭНЕНШТЕИН

МЕТОДИКА РАЗДЕЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОЩНОСТИ И УДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ МНОГОСЛОЙНОГО РАЗРЕЗА ЗОНДИРОВАНИЕМ СТАНОВЛЕНИЯ ПОЛЯ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 29.4.1984)

В статье описывается методика беспараметрического определения суммарной мощности  $H$  и среднего продольного удельного сопротивления  $\rho_e$  многослойного разреза<sup>(1)</sup>. Наиболее просто сущность методики можно объяснить на примере двуслойного разреза типа  $\mu_2 = \rho_2/\rho_1 = \infty$  или многослойного разреза, оканчивающегося трехслойной частью типа  $\mu_n = \rho_{on}/\rho_1 = \infty$ . Величины  $\rho_1$ ,  $\rho_2$  и  $\rho_{on}$  соответствуют удельным сопротивлениям пород первого, второго и опорного слоев в многослойном разрезе.

На рис. 1 представлена двуслойная теоретическая кривая ЗСПВ<sub>23</sub><sup>(2)</sup> типа  $\mu_2 = \infty$ , соответствующая разному  $r = 4h_1$ , где  $h_1$  — мощность первого слоя. Кривая является полной, т. е. она имеет левую асимптоту, ордината которой равна 6 Ом. Используя это значение  $\rho_1$ , можно с помощью соответствующей палетки определить  $\bar{h}_1$ .

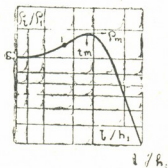


Рис. 1.

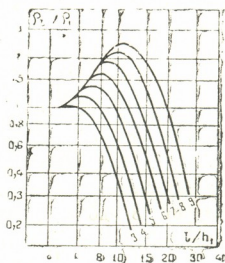


Рис. 2.

Если двуслойная кривая на рис. 1 была бы неполной (например, если кривая начиналась бы от точки "Г"), то в этом случае можно существующими способами удовлетворительно определить по самой кривой только продольную проводимость слоя  $S_1 = h_1/\rho_1$ , но нельзя определить раздельно величины  $\rho_1$  и  $h_1$ .

<sup>(1)</sup> Под методикой беспараметрической интерпретации понимается раздельное определение параметров слоев ( $H$  и  $\rho_e$ ) по самой кривой зондирования, не прибегая к другим источникам информации.

<sup>(2)</sup> ЗСПВ<sub>23</sub> зондирование становлением поля (ЗСП) по вертикальной составляющей магнитного поля ( $B_z$ ), созданной заземленным электрическим диполем ( $\bar{e}$ ).



Описываемая ниже методика позволяет осуществить раздельное определение величин  $\rho_1$  и  $h_1$  по неполным двуслойным кривым ЗСПВ<sub>z<sub>3</sub></sub> или соответствующие значения  $H$  и  $\rho_e$  по многослойным кривым.

Методика основана на существовании количественных связей между координатами максимумов правых ветвей кривых ЗСПВ<sub>z<sub>3</sub></sub> ( $\rho_m$  и  $\tau_m$ ), параметрами геоэлектрического разреза ( $h_1$  и  $\rho_1$ ) и разносами ( $r$ ), с которыми проведены зондирования. Выявлению этих связей и разработке методики их использования для беспараметрической интерпретации кривых ЗСПВ<sub>z<sub>3</sub></sub> и посвящена настоящая статья.

На рис. 2 представлена группа двухслойных теоретических кривых ЗСПВ<sub>z<sub>3</sub></sub> типа  $\mu_2 = \infty$ . На оси ординат отложены значения  $\rho_m/\rho_1^*$ , а на оси абсцисс  $c - \tau/h_1 = \sqrt{62.8} \rho_1/h_1$ . Кривые оцифрованы значениями  $r/h_1$ . В таблице приведены значения  $r/h_1$  кривых рис. 2, соответствующие им ординаты ( $\rho_m/\rho_1$ ) и абсциссы максимумов правых ветвей кривых ( $\tau_m/h_1$ ).

|                 |      |      |      |      |      |
|-----------------|------|------|------|------|------|
| $r/h_1$         | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    |
| $\rho_m/\rho_1$ | 1,08 | 1,39 | 1,68 | 1,94 | 2,15 |
| $\tau_m/h_1$    | 6,2  | 7,6  | 8,9  | 9,9  | 10,9 |

Находим связь, существующую между величинами  $r/h_1$  и  $\rho_m/\rho_1$ . Чтобы иметь возможность практически использовать эту связь для интерпретации, необходимо стремиться выразить ее в максимально простом виде, при условии сохранения требуемой точности порядка 1—2%.

Исследования показали, что искать указанную связь можно в следующем виде:

$$\frac{r}{h_1} = K \left( \frac{\rho_m}{\rho_1} \right)^X, \quad (1)$$

где  $K$  и  $X$  — безразмерные величины, определяемые ниже.

Наиболее вероятные разносы, с которыми производятся зондирования и на правых ветвях кривых получают максимумы, находятся примерно в пределах от  $r/h_1=3$  до  $r/h_1=7$ . Поэтому будем добиваться, чтобы выражение (1) удовлетворяло указанной выше точности для значений от 3 до 7. Определим  $K$  и  $X$  по двум значениям  $r/h_1=4$  и  $r/h_1=6$ .

Разделив одно выражение на другое, получаем, что  $X=1,2$  и  $K=2,68$ .

Подставив эти значения (1) получим

$$\frac{r}{h_1} = 2.68 \frac{\rho_m^{1.2}}{\rho_1^{1.2}} \quad \text{и} \quad h_1 = \frac{r \cdot \rho_1^{1.2}}{2.68 \rho_m^{1.2}}. \quad (2)$$

Проверка (1)-го по другим значениям из таблицы показывает, что оно удовлетворяет требуемую точность (1—2%).

Находим аналогичным способом связь между величинами  $\rho_m/\rho_1$  и  $\tau_m/h_1 = (20\pi/\rho_1 t_m^{0.5})^{0.5}/h_1$ :

$$\frac{\rho_m}{\rho_1} = C \left( \frac{\tau_{\max}}{h_1} \right)^Y = C \left( \frac{7.92 \cdot \rho_1^{0.5} t_m^{0.5}}{h_1} \right)^Y, \quad (3)$$

\*  $\rho_e/\rho_1$  — измеряемое удельное сопротивление  $\rho_e$  в единицах  $\rho_1$ ,  $\tau$  — характерное время равно  $\sqrt{2\pi \tau \rho_1 10^7}$ , имеющее размерность длины в км,  $t$  — время в сек.

где  $C$  и  $Y$  — безразмерные величины, определяемые ниже.

По аналогии с методикой получения формулы (2) добиваемся получения таких значений  $C$  и  $Y$ , чтобы выражение (3) в пределах требуемой точности удовлетворяло значениям  $\rho_m/\rho_1$  от 1,08 до 2,15 что соответствует диапазону для  $r/h_1$  от 3 до 7 (см. табл.).

Для этого воспользуемся данными из таблицы и определим  $C$  и  $Y$  в формуле (3) по двум значениям —  $\rho_m/\rho_1=1,39$  и  $\rho_m/\rho_1=1,94$ , откуда получаем, что  $1,39=C \cdot 7,6^Y$  и  $1,94=C \cdot 9,9^Y$ . После простых математических преобразований из этих равенств получаем, что  $Y=1,1$  и  $C=0,147$ . Однако, чтобы погрешность была бы незначительной также и для других значений  $r/h_1$ , был использован способ выравнивания. В результате, наиболее подходящими оказались значения  $Y=1,075$  и  $C=0,157$ . Следовательно,

$$\frac{\rho_m}{\rho_1} = 0.157 \left( \frac{\tau_m}{h_1} \right)^{1.075} = 0.157 \left( \frac{7.92 \cdot \rho_1^{0.5} t_m^{0.5}}{h_1} \right)^{1.075} = 0.157 \frac{1.45 \cdot \rho_1^{0.537} t_m^{0.537}}{h_1^{1.075}}. \quad (4)$$

Проверка (3)-го по другим значениям из таблицы удовлетворяет требуемую точность.

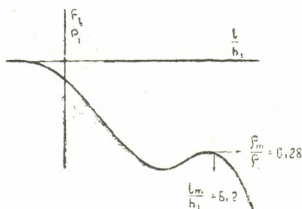


Рис. 3

Из (4) получается выражение для беспараметрического определения величины  $\rho_1$  — по координатам максимума правой ветви двуслойной экспериментальной кривой:

$$\rho_e = \frac{0.45 \cdot S_1^{2.32} \cdot \rho_m^{2.16}}{t_m^{1.16}}. \quad (5)$$

Величина  $S_1$  (продольная проводимость первого слоя) определяется по самой кривой ЗСПВ<sub>29</sub> известной методикой [1].

Из сочетания формул (2) и (3) получается выражение для беспараметрического определения величины  $h_1$  разреза:

$$h_1 = \frac{0.135 \cdot r \cdot S_1^{2.78} \rho_m^{1.39}}{t_m^{1.39}}, \quad (6)$$

а из сочетания формул (5) и (6) получается другое выражение для определения  $S$ :

$$S = \frac{H}{\rho_e} = \frac{0.164 \cdot r^{1.54}}{\rho_m^{1.13} t_m^{0.35}}. \quad (7)$$





Если проверить эффективность формул (5) и (6) для определения  $H$  и  $\rho_e$  по координатам максимума правой ветви кривой типа  $\mu_2=1/8$ ,  $\nu_2=2$ ,  $\mu_3=\nu_3=\infty$  и  $r/h_1=16$  (рис. 3), то легко можно убедиться, что она не выходит за рамки требуемой точности.

Таким образом, описанная методика позволяет вполне удовлетворительно определять параметры геоэлектрического разреза беспараметрическим способом.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт геофизики

Кавказский институт  
минерального сырья

(Поступило 11.5.1984)

გეოფიზიკა

თ. ზარდალიშვილი, ბ. მხენძე, ბ. ენენშტეინი

მრავალფენიანი ჰრილის სიმკლავრის და კუთრი წინაღობის  
განცალკევებული განსაზღვრის მეთოდის ველის დამყარების  
ზონდირებით

რეზიუმე

სტატიაში აღწერილია მრავალფენიან ჰრილზე ველის დამყარების მეთოდით ზონდირების დროს, მიღებული მრუდების ჯამური სიმკლავრის და საშუალო სიგრძივი კუთრი წინაღობის განცალკევებული განსაზღვრის მეთოდისა.

მეთოდის გამოყენებით ველის დამყარებით ზონდირებისას მიღებული მრუდების მარჯვენა შტოების მახასიათებლებს შორის არსებული რაოდენობრივი კავშირები.

GEOPHYSICS

T. O. ZARDALISHVILI, B. D. MKHEIDZE, B. S. ENENSHTEIN

A TECHNIQUE OF SEPARATE DETERMINATION OF THE THICKNESS AND SPECIFIC RESISTANCE OF A MULTILAYER SECTION BY SOUNDING THE FIELD FORMATION

Summary

The paper describes a method for separate determination of the total thickness of a multilayer section and of the mean specific resistance by sounding the field formation. Use has been made of the quantitative relations between the right-hand characteristics of the curves obtained from sounding the field formation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Электроразведка. Справочник геофизика. М., 1980.

Г. П. ЛОРДКИПАНИДЗЕ

## ТЕПЛОВАЯ СТРУКТУРА ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. А. Алексидзе 2.4.1985)

В предыдущей статье [1] мы получили выражения для скоростей погранслоев и плюмов. Теперь можно изучить распределение температур в них и найти выражения для параметров  $\gamma_{\pm}$ .

Используя обычные для теплового пограничного слоя приближения [2], можем поставить следующие граничные задачи:

$$u^{(\mp)} \frac{\partial T_{0.1}}{\partial x_1} = \frac{\partial^2 T_{0.1}}{\partial z_1^2}, \quad 0 < x_1 \leq L, \quad (1)$$

$$u^{(\pm)} \frac{\partial T_{0.1}}{\partial x_1} = \frac{\partial^2 T_{0.1}}{\partial z_1^2}, \quad L \leq x_1 \leq 2L,$$

$$T_{0.1}|_{z_1=0} = \pm \frac{1}{2}, \quad T_{0.1}|_{z_1=-\infty} = 0, \quad T_{0.1}|_{x_1=L-0} = T_{0.1}|_{x_1=L+0}$$

для горячего («0») и холодного («1») погранслоев и

$$v^{(\pm)} \frac{\partial T_{\pm}}{\partial z_2} = \frac{\partial^2 T_{\pm}}{\partial x_2^2},$$

$$T_{\pm}|_{x_2 \rightarrow \pm \infty} = 0, \quad T_{\pm}|_{z_2=0} = T_{0.1} \left| \begin{matrix} x_1=2L \\ z_1=x_2 \end{matrix} \right. \quad (2)$$

для плюмов. Здесь  $T_{0.1}$  и  $T_{\pm}$  — безразмерные наадиабатические температуры, а  $u^{(\pm)}$ ,  $v^{(\pm)}$  и  $L$  определены в [1]. Начало координат выбрано в каждом случае в точках формирования погранслоев или плюмов, а оси координат направлены внутрь ячейки.

Решения этих граничных задач имеют вид

$$T_{0.1}(x_1, z_1) = \begin{cases} \pm \frac{1}{2} \left\{ 1 - \operatorname{erf} \left[ \frac{z_1}{2} \left( \frac{x_1}{u^{(\mp)}} \right)^{-1/2} \right] \right\} & 0 < x_1 \leq L \\ \pm \frac{1}{2} \left\{ 1 - \operatorname{erf} \left[ \frac{z_1}{2} \left( \frac{L}{u^{(\mp)}} + \frac{x_1-L}{u^{(\pm)}} \right)^{-1/2} \right] \right\} & \end{cases} \quad (3)$$

$$T_{\pm}(x_2, z_2) = \pm \frac{1}{2} \left\{ 1 - \operatorname{erf} \left[ \frac{x_2}{2} \left( \frac{z_2}{v^{(\pm)}} + \frac{2L}{u^2 - \Delta_u^2} \right)^{-1/2} \right] \right\}. \quad (4)$$

Для определения  $\gamma_{\pm}$  запишем уравнения движения плюмов в приближении погранслоя:

$$\pm \frac{\partial^2 u_{z_2}}{\partial x_2^2} = -R_{\pm} T_{\pm} \quad (5)$$

с граничными условиями

$$\left. \frac{\partial u_{z_2}}{\partial x_2} \right|_{x_2=0} = 0, \quad - \left. \frac{\partial u_{z_2}}{\partial x_2} \right|_{x_2=\infty} = \gamma_{\pm}. \quad (6)$$

Интегрируя (5), с учетом (6) получаем

$$\gamma_{\pm} = \pm R_{\pm} \int_0^{\infty} T_{\pm}(x_2, z_2) dx_2; \quad (7)$$

$\gamma_{\pm}$  — постоянные величины, т. е. они не зависят от  $z_2$ . Поэтому подставляя в (7) температуру у основания плюма ( $z_2=0$ ), имеем

$$\gamma_{\pm} = 0,671 R_{\pm} \sqrt{\frac{u}{u^2 - \Delta_u^2}}. \quad (8)$$

Используя выражения (10), (13)—(16) из [1], легко получаем

$$\gamma = (\gamma_+ + \gamma_-)/2 = \frac{1,746}{\left(1 - \frac{1}{4} \delta'^2\right)^{1/3}} R^{2/3},$$

$$u = \frac{0,148}{\left(1 - \frac{1}{4} \delta'^2\right)^{1/3}} R^{2/3},$$

$$\Delta_u = \frac{1}{2} \delta' u,$$

$$v = \frac{0,255}{\left(1 - \frac{1}{4} \delta'^2\right)^{1/3}} R^{2/3},$$

$$\Delta_v = 0,856 \delta v,$$

где  $R = (R_+ + R_-)/2$ .

Принимая  $R = 1,5 \cdot 10^6$ , а отношение вязкостей  $\nu_+/\nu_- = 0,1$  (что соответствует  $\delta' = \delta = 0,82$ ) имеем

$$u' = 4,7 \text{ см/год}, \quad \Delta_u' = 1,9 \text{ см/год},$$

$$v' = 8,5 \text{ см/год}, \quad \Delta_v' = 6,0 \text{ см/год}.$$

Из условия  $T_1|_{z_1=0} / T_1|_{z_1=z_1(1)} = 0,1$  можно вычислить толщину пограничного слоя

$$z_1^{(1)}(x_1) = \frac{6,054}{R^{1/3}} \left(1 - \frac{1}{4} \delta'^2\right)^{1/6} \times \begin{cases} \left(\frac{x_1}{1 + \frac{1}{2} \delta'}\right)^{1/2}, & 0 < x_1 \leq 1, \\ \left(\frac{L}{1 + \frac{1}{2} \delta'} + \frac{x_1 - L}{1 - \frac{1}{2} \delta'}\right)^{1/2}, & L \leq x_1 \leq 2L. \end{cases}$$

В точках  $x_1=L$  и  $x_1=2L$  она равна соответственно (при тех же значениях  $\delta'$  и  $R$ )

$$z_1^{(1)}|_{x_1=L} = 3,5 \cdot 10^{-2} \longleftrightarrow 52,5 \text{ км,}$$

$$z_1^{(1)}|_{x_1=2L} = 6,5 \cdot 10^{-2} \longleftrightarrow 97,5 \text{ км.}$$

В заключение можно сказать, что полученные результаты находятся в хорошем качественном согласии с принятыми в теории тектоники плит. Более того, включение в теорию непостоянной вязкости придает ей нужную гибкость, которая может оказаться необходимой при более точном количественном рассмотрении приведенных выше вопросов.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт геофизики

(Поступило 12.4.1985)

გეოფიზიკა

ბ. ლორდკიპანიძე

სასაზღვრო ფენის სიღრმის სტრუქტურა

რეზიუმე

მიღებულია ტემპერატურის განაწილება და სიმძლავრე კონვექციური უჯრედის სასაზღვრო ფენისათვის. განსაზღვრულია სინქარების რიცხვითი მნიშვნელობები.

GEOPHYSICS

G. P. LORDKIPANIDZE

THERMAL STRUCTURE OF A BOUNDARY LAYER

Summary

The temperature distribution and thickness of the boundary layer of a convective cell are obtained. Numerical values of velocities are determined.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. П. Лордкипанидзе. Сообщения АН ГССР, 121, № 1, 1986.
2. Л. Г. Лойцянский. Механика жидкости и газа. М., 1978.





Ю. М. САДАГОВ, В. Д. ЭРИСТАВИ, Н. А. КУЦИАВА

### ОПТИМИЗАЦИЯ АНАЛИТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗЕЕМАНОВСКОГО АТОМНО-АБСОРБЦИОННОГО СПЕКТРОМЕТРА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. В. Цинцадзе 29.6.1984)

Прогресс в электротермической атомно-абсорбционной (АА) спектрометрии в определенной степени связан с использованием методов коррекции фонового поглощения, основанных на эффекте Зеемана [1]. По аналитическим характеристикам оптимальной является АА система с продольным обратным эффектом Зеемана в переменном магнитном поле [2, 3].

Чувствительность в основном определяется параметрами системы атомизации, однако в некоторой степени зависит и от параметров системы обработки информации.

В отсутствие рассеянного света текущее значение пропускания определяется выражением

$$I(t) = I_0 \exp \{-k^a(B(t)) - k^b\}, \quad (1)$$

где  $I_0$  — интенсивность света, падающего на аналитическую ячейку;  $k^a(B(t))$  — коэффициент атомного поглощения;  $B(t)$  — текущее значение магнитной индукции;  $k^b$  — коэффициент фонового поглощения;  $t$  — время.

Для линии поглощения с нормальным эффектом Зеемана, имеющей чисто дисперсионный контур, симметричный относительно линии излучения, коэффициент атомного поглощения определяется выражением

$$k^a(B(t)) = k_m^a \frac{\Delta\nu_L^2}{\Delta\nu_L^2 + 4\Delta\nu}, \quad (2)$$

где  $k_m^a$  — максимум коэффициента поглощения;  $\Delta\nu_L$  — ширина контура;  $\Delta\nu = \gamma B(t)$  — магнитное расщепление линии;  $\gamma = 0,5 \text{ см}^{-1}/\text{Т}$ .

Если индукция меняется по синусоидальному закону [2, 3], т. е.  $B(t) = B_m \sin 2\pi ft$ , где  $B_m$  — амплитудное значение индукции;  $f$  — сетевая частота, то выражение (2) примет вид

$$k^a(t) = \frac{k_m^a}{1 + \delta^2 \sin^2 2\pi ft}, \quad (3)$$

где  $\delta = 2\gamma B_m / \Delta\nu_L$  — безразмерный коэффициент.

Обработка информации состоит в проведении двух последовательных измерений пропускания (1) при нулевом и амплитудном значениях индукции и вычислении логарифма отношения измеренных величин [4]. Выходной сигнал определяется выражением

$$A = \frac{\delta^2}{1 + \delta^2} k_m^2 \cdot \lg e, \quad (4)$$

из которого следует, что чувствительность рассматриваемой системы несколько меньше чувствительности обычной АА системы без коррекции фонового поглощения.

Практически измерение напряжения, пропорционального пропусканию (1), производится операцией выборки с помощью устройства выборки-хранения (УВХ) [2]. Выборка производится в течение конечного промежутка времени  $\tau$ , причем измеренное напряжение равно максимальному значению в интервале выборки, так как УВХ работает в режиме пикового детектора [5].

В промежутках  $\tau$ , начало которых совпадает с моментами времени, соответствующими нулевым значениям индукции, функция (1) возрастает, следовательно, первое измеренное значение пропускания соответствует ненулевому значению индукции  $B(\tau) = B_m \sin 2\pi f\tau$  и выходной сигнал определяется выражением

$$A' = \frac{\delta^2}{1 + \delta^2} \cdot \frac{\cos^2 2\pi f\tau}{1 + \delta^2 \sin^2 2\pi f\tau}, \quad (5)$$

которое зависит от времени выборки.

Очевидно, что чувствительность уменьшается с увеличением  $\tau$ . Например, при  $B_m = 1,0$  Т ( $\delta = 2$ ) и  $\tau = 1$  мс,  $A'/A = 0,35$ .

Уменьшение времени выборки приводит к увеличению пределов обнаружения вследствие уширения частотного спектра измеренного значения напряжения [6].

Возможно увеличение без уменьшения чувствительности при «искажении» синусоиды  $B(t)$  вблизи нулевых значений [7] или при выпрямлении сетевого напряжения, подаваемого на электромагнит [8], что приводит к усложнению устройства питания электромагнита [7] или к увеличению промежутка времени между двумя последовательными измерениями пропускания (1) в два раза.

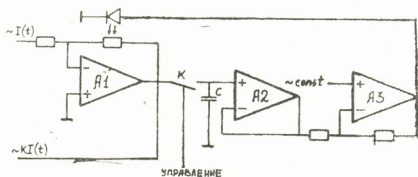


Рис. 1. Функциональная схема устройства автоматического регулирования усиления периодического действия, А1 — усилитель с регулируемым коэффициентом усиления, А2 — устройство выборки-хранения (УВХ), А3 — усилитель рассогласования

Нами разработан и исследован одноканальный способ обработки сигналов, позволяющий исключить влияние параметра  $\tau$  на чувствительность АА измерений.

Сигнал напряжения, пропорциональный выражению (1), поступает на устройство автоматического регулирования усиления периодического действия, функциональная схема которого приведена на рис. 1. Усилитель с регулируемым коэффициентом усиления  $A1$  подключен к УВХ, состоящему из ключа  $K$  и повторителя напряжения  $A2$  с конденсатором  $C$  на входе.

Ключ  $K$  замыкается в моменты времени, соответствующие амплитудным значениям индукции, на период времени выборки. Практически мгновенно на выходе  $A2$  устанавливается напряжение, пропорциональное выражению

$$I_2 = I_0 \exp \left\{ -\frac{k_m^a}{1 + \delta^2} \right\}, \quad (6)$$

которое поступает на положительный вход усилителя рассогласования  $A3$ . На отрицательный вход  $A3$  подается опорное напряжение. Сигнал с выхода  $A3$  поступает на светодиод резисторного оптрона, фоторезистор которого включен в цепь обратной связи усилителя  $A1$ . Коэффициент усиления усилителя  $A1$  изменится так, что выходной сигнал станет равен опорному и до наступления следующего события  $B(t) = B_m$  коэффициент усиления  $A1$  будет равен

$$K = \frac{\text{const}}{I_0} \exp \left\{ \frac{k_m^a}{1 + \delta^2} \right\}, \quad (7)$$

а напряжение на выходе усилителя  $A1$  пропорционально выражению

$$KI(t) = \text{const} \cdot \exp \left\{ -\frac{\delta^2}{1 + \delta^2} \cdot \frac{\cos^2 2\pi ft}{1 + \delta^2 \sin^2 2\pi ft} \right\}. \quad (8)$$

Напряжение, пропорциональное (8), поступает на логарифмический усилитель, выходной сигнал которого пропорционален выражению

$$A(t) = \frac{\delta^2}{1 + \delta^2} \cdot \frac{\cos^2 2\pi ft}{1 + \delta^2 \sin^2 2\pi ft}. \quad (9)$$

Функция  $A(t)$  убывает в промежутках  $\tau$ , начало которых соответствует нулевым значениям индукции, поэтому выборка из сигнала напряжения, пропорционального выражению (9), не зависит от величины  $\tau$  и выходной сигнал определяется выражением (4).

Описанный способ одноканальной обработки информации позволяет полностью устранить влияние времени выборки на чувствительность (характеристические массы) зеemanовского АА спектрометра.

ი. საღაზოვი, ვ. ერისთავი, ნ. კუცნავა

ზემანის ატომ-აბსორბციული სპექტრომეტრის ანალიზური  
 მახასიათებლების ოპტიმიზაცია

რეზიუმე

დამუშავებული და გამოკვლეულია სიგნალების დამუშავების ხერხი, რომელიც იძლევა საშუალებას სრულად გამოირიცხოს ვაზომვის ხანგრძლივობის ზეგავლენა ატომ-აბსორბციულ მგრძობელობაზე.

მოყვანილია ელექტრულ-ფუნქციონალური სქემა მოწყობილობისა, რომელიც ახდენს მოცემული ხერხით ინფორმაციის დამუშავების რეალიზაციას.

ANALYTICAL CHEMISTRY

Yu. M. SADAGOV, V. D. ERISTAVI, N. A. KUTSIAVA

OPTIMISATION OF THE ANALYTICAL CHARACTERISTICS OF  
 A ZEEMAN ATOMIC-ABSORPTION SPECTROMETER

Summary

It is shown that the basic parameter of an information treatment system that determines the analytical characteristics of the atomic-absorption system with a longitudinal Zeeman effect in alternative magnetic field is the sampling (measuring) time of voltage signals. A technique of signal treatment has been developed and studied, permitting to totally exclude the influence of sampling duration on atomic-absorption measurement sensitivity. An electric functional scheme of the equipment, which realises the proposed technique of information treatment, is presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. T. C. de Loos-Vollebregt, L. de Galan. Prog. Anal. Atom. Spectrosc., 8, 1985.
2. M. T. C. de Loos-Vollebregt, L. de Galan. Spectrochim. Acta, 35B, 1980.
3. В. Д. Эристави, Ю. М. Садагов, В. К. Иванов, П. А. Шарашидзе. Ж. прикл. спектроскопии, 44, 2, 1986.
4. M. T. C. de Loos-Vollebregt, L. de Galan. Spectrochim. Acta, 33B, 1978.
5. В. Л. Шило. Линейные интегральные микросхемы в радиоэлектронной аппаратуре. М., 1979.
6. И. С. Гоноровский. Радиотехнические цепи и сигналы. М., 1971. x
7. J. M. W. Uffelen, M. T. C. de Loos-Vollebregt, L. de Galan. Spectrochim. Acta, 37B, 1982.
8. F. J. Fernandes, W. Bohler, M. M. Beaty, W. B. Barnett. Atom. Spectrosc., 2, 1981.



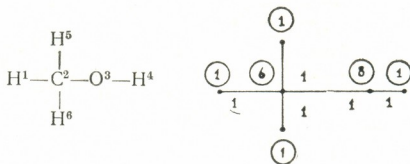
М. И. ГВЕРДЦТЕЛИ, Р. О. ДЕВДАРИАНИ

АЛГЕБРАИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИЗОМЕРОВ И РЕАКЦИЙ  
 ИЗОМЕРИЗАЦИИ В ГОМОЛОГИЧЕСКОМ РЯДУ АЛКАНОЛОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. В. Цинцадзе 12.3.1984)

Разработана методика записи органических молекул в виде квадратных матриц с использованием порядковых номеров химических элементов и кратности химических связей. Следуя принятым условным обозначениям [1], назовем эти матрицы матрицами порядковых номеров и связей (ПНС-матрицы).

Рассмотрим методику построения матриц на примере метанола. Ниже слева приведена структурная формула метанола с нумерацией входящих в нее атомов, справа—соответствующий граф [2]. В кружочках записаны порядковые номера соответствующих химических элементов, вдоль граней — кратность связей:



Первый столбец ПНС-матрицы соответствует атому, пронумерованному в структурной формуле цифрой «1», второй столбец атому, пронумерованному в структурной формуле цифрой «2» и т. д.

Первый столбец матрицы начинается цифрой «1» — порядковым номером водорода; далее следует «1» — указывающая, что связь между водородом и углеродом ординарная; далее следуют четыре «0», фиксирующие, что атом «1» водорода не связан с атомами «3», «4», «5» и «6».

Второй столбец начинается цифрой «1» — указывающей, что связь между углеродом и водородом ординарная, далее следует цифра «6» — порядковый номер углерода, далее следует «1» — указывающая на ординарную связь углерода с кислородом; далее следует «0» — указывающая, что углерод не связан с водородом «4», далее стоят две «1», указывающие на ординарную связь углерода с водородами «5» и





«б». Аналогично записываются остальные столбцы. Ниже приведена эта матрица.

$$\begin{vmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 6 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 8 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

Заметим, что значение детерминанта ПНС-матриц инвариантно от порядка нумерации атомов в молекулах. В таблице даны значения детерминантов матриц, вычисленных на ЭВМ для всех алканолов от  $\text{CH}_4$  до  $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$  включительно.

Как видно из таблицы, в случае изомерных алканолов значение детерминанта матриц максимально для неразветвленных (нормальных) алканолов.

Для любого изомера с данным  $n$ , след (шпур) матрицы постоянен и равняется

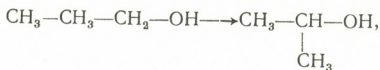
$$S_p(M) = 8n + 10. \quad (1)$$

Оказалось, что для изомеров значение детерминанта ПНС-матриц меняется параллельно со значением энтропии  $S^0_{298}$  (см. таблицу).

Значения детерминантов ПНС-матриц для алканолов от  $\text{CH}_3\text{OH}$  до  $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$  и соответствующие стандартные энтропии  $S^0_{298}$  [3]

| Соединение                                                                               | Детерминант | $S^0_{298}$ |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| Метанол ( $\text{CH}_3\text{—OH}$ )                                                      | 20          | 57,29       |
| Этанол ( $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—OH}$ )                                           | 74          | 67,54       |
| Пропанол-1 ( $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—OH}$ )                           | 276         | 77,59       |
| Пропанол-2 ( $\text{CH}_3\text{—CH—CH}_3$ )<br> <br>OH                                   | 264         | 74,07       |
| Бутанол-1 ( $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{OH}$ )                 | 1030        | 86,90       |
| 2-Метилпропанол-1 ( $\text{CH}_3\text{—CH—CH}_2\text{OH}$ )<br> <br>CH <sub>3</sub>      | 990         | —           |
| Бутанол-2 ( $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH—CH}_3$ )<br> <br>OH                        | 982         | 85,81       |
| 2-Метилпропанол-2<br> <br>CH <sub>3</sub><br>( $\text{CH}_3\text{—CH—CH}_3$ )<br> <br>OH | 918         | 77,98       |

На основании вышеизложенного можно заключить, что реакции изомеризации углеродного скелета *n*-алканолов, например



сопровождаются уменьшением детерминанта соответствующих ПНС-матриц.

Таким образом можно записать

$$\Delta r = (\Delta i - \Delta f) > 0, \quad (2)$$

где  $\Delta r$  — изменение значения детерминантов в процессе изомеризации углеродного скелета;  $\Delta i$  — детерминант соответствующий реагенту (*n*-алканолу),  $\Delta f$  — детерминант соответствующий продукту (разветвленному алканолу).

Тбилисский государственный университет

(Поступило 16.3.1984)

ორგანული ქიმია

მ. გვერდსითელი, რ. დევიდარიანი

იზომერებისა და იზომერიზაციის რეაქციების ალგებრული  
დახასიათება ალკანოლთა ჰომოლოგიურ რიგში

რეზიუმე

შემუშავებულია იზომერებისა და იზომერიზაციის რეაქციების კვადრატული მატრიცების სახით ჩაწერის მეთოდი ალკანოლთა ჰომოლოგიურ რიგში. აღმოჩნდა, რომ ნახშირბადის ჯაჭვის მქონე ალკანოლების იზომერიზაციის პროცესი დაკავშირებულია შესაბამისი მატრიცების დეტერმინანტთა მნიშვნელობების შემცირებასთან.

იზომერთა შესაბამისი მატრიცების დეტერმინანტების მნიშვნელობები იცვლება იზომერთა სტანდარტული ენტროპიების მნიშვნელობათა პარალელურად.

ORGANIC CHEMISTRY

M. I. GVERDTSITELI, R. O. DEVDARIANI

## ALGEBRAIC CHARACTERISTICS OF ISOMERS AND ISOMERIZATION REACTIONS IN THE HOMOLOGOUS SERIES OF ALKANOLS

Summary

The algebraic method of notation of isomers and isomerization reactions in forms of square matrix has been elaborated for the homologous series of alkanols. The process of carbon chain isomerization was found to be connected with the decrease of the values of the determinants of the corresponding matrices.

The values of determinants for isomers change parallel with the values of their standard entropies.

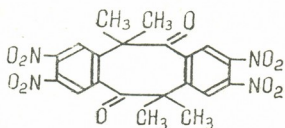
ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. З. С л а н и н а. Теоретические аспекты явления изомерии в химии. М., 1984.
2. О. О р е. Теория графов. М., 1980.
3. В. А. К и р е е в. Методы практических расчетов в термодинамике химических реакций. М., 1975.

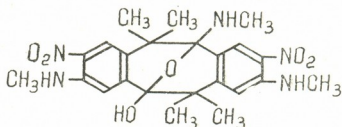
Р. М. ЛАГИДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР), Ш. Д. КУПРАВА,  
 А. И. ДВАЛИШВИЛИ, Р. Ш. КЛДИАШВИЛИ, И. Г. АБЕСАДЗЕ,  
 Г. Г. САМСОНИЯ

РЕАКЦИИ НУКЛЕОФИЛЬНОГО ЗАМЕЩЕНИЯ В  
 2,3,7,8-ТЕТРАНITPO-5,5,10,10-ТЕТРАМЕТИЛ-4b,5,9b,10-  
 ТЕТРАГИДРОИНДЕНО(2,1-a)ИНДЕНЕ

В работе [1] приведены спектральные данные, хорошо согласующиеся со структурной формулой 2,3,7,8-тетранитро-5,5,10,10-тетраметил-4b,5,9b,10-тетрагидроиндено(2,1-a)индена (I). Орто-положение нитрогрупп подтверждено также нуклеофильным замещением по одной из нитрогрупп в каждом бензольном кольце метил-амином [2]. Аналогичные результаты получены и для соответствующего тетранитропроизводного (II), продукта окисления соединения (I) хромовым ангидридом в ледяной уксусной кислоте, с той лишь разницей, что в последнем случае, наряду с нуклеофильным замещением, происходит образование продукта трансаннулярного взаимодействия (III).



(II)



(III)

В данной работе рассмотрены нуклеофильные реакции соединения (I) с аммиаком, этиламино и этаноламино.

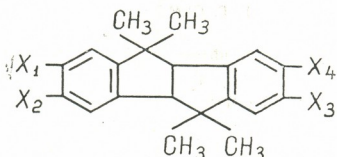
Из продуктов взаимодействия соединения (I) с аммиаком нам удалось выделить два продукта. Первый из них с т. пл. 275° образуется с выходом порядка 60% и отвечает структурной формуле (IV). Второй продукт с т. пл. 226—228° получается с выходом 20% и, по данным <sup>1</sup>HЯМР-спектра, представляет собой смесь двух изомеров, состоящую приблизительно из 40% соединения (IV) и 60% соединения (V).

Аналогичным образом взаимодействием (I) с этиламино получен продукт с т. пл. 259—260° (выход 75%), отвечающий 2,7-динитро-3,8-диэтиламино-5,5,10,10-тетраметил-4b,5,9b,10-тетрагидроиндено(2,1-a)индену (VI).

Взаимодействие соединения (I) с этаноламино, как и в первом случае, протекает с образованием двух продуктов. Первый с т. пл. 264—265° (выход до 65%) отвечает 2,7-динитро-3,8-диэтаноламино-5,5,10,10-тетраметил-4b,5,9b,10-тетрагидроиндено(2,1-a)индену (VII), второй с т. пл. 234—235° образуется с выходом порядка 15—17% и состоит из смеси двух изомеров, в которой на долю 2,8-динитро-3,7-диэтаноламино-5,5,10,10-тетраметил-4b,5,9b,10-тетрагидроиндено(2,1-a)индена (VIII) приходится приблизительно 80%, остальная же часть (до 20%) состоит из 3,8-динитро-2,7-диэтаноламино-5,5,10,10-тетраметил-4b,5,9b,10-тетрагидроиндено(2,1-a)индена (IX).



В обычных условиях при взаимодействии хлористого тионила с соединением (VII) получен соответствующий дихлоргидрин с т. пл. 239—240°—2,7-динитро-3,8-бис-β-хлорэтиламино-5,5,10,10-тетраметил-4b,5,9b,10-тетрагидроиндено(2,1-а)инден (X) с выходом 85%. Соединение (X) привлекает внимание в качестве аналога антибластматозных веществ типа азотистых ипритов, отличающегося от N,N-бис-(β-хлорэтиламино) наличием двух β-хлорэтиламино-групп в различных местах молекулы:



- (IV)  $X_1 = X_4 = NO_2$ ,  $X_2 = X_3 = NH_2$ .
- (V)  $X_1 = X_3 = NH_2$ ,  $X_2 = X_4 = NO_2$ .
- (VI)  $X_1 = X_3 = NO_2$ ,  $X_2 = X_4 = NHC_2H_5$ .
- (VII)  $X_1 = X_3 = NO_2$ ,  $X_2 = X_4 = NHCH_2CH_2OH$ .
- (VIII)  $X_1 = X_4 = NO_2$ ,  $X_2 = X_3 = NHCH_2CH_2OH$ .
- (IX)  $X_1 = X_3 = NHCH_2CH_2OH$ ,  $X_2 = X_4 = NO_2$ .
- (X)  $X_1 = X_3 = NO_2$ ,  $X_2 = X_4 = NHCH_2CH_2Cl$ .

ИК-спектры сняты на спектрофотометре «Specord 75-JP» в таблетках КВг спектры «НЯМР» — на приборе «Bruker Spectrospin», срабочей частотой 90 Мгц, в  $CDCl_3$ , внутренний этанол ТМС, масс-спектры — на приборе «ЛКВ-2091» при энергии ионизирующих электронов 70 эВ.

Соединения (IV) и (V). В запаянной ампуле смесь 0,5 г соединения (I) и 40 мл насыщенного раствора аммиака в этаноле нагревали на кипящей водяной бане 18 ч. После отгонки растворителя остаток промывали водой и сушили на воздухе. ТСХ на окиси алюминия (II степени активности) в системе растворителей эфир-бензол (1:4) выделены два продукта с  $R_f$  0,26 и  $R_f$  0,44. Первый из них, дважды перекристаллизованный из смеси ацетон-бензол (1:2), представляет собой желтоватого цвета кристаллическое вещество с т. пл. 275° (0,27 г), которое отвечает структурной формуле (IV). Второй продукт, дважды перекристаллизованный из бензола, — аморфное вещество темно-желтого цвета плавится при 226—228° (0,09 г), представляет смесь изомеров соединений (IV) и (V).

Соединение (IV). ИК-спектр ( $cm^{-1}$ ): 3373, 3485 ( $NH_2$ ); 1446, 1320 ( $NO_2$ ); 2961 ( $CH_3$ ); 856 (1,2,4,5-замещенное бензольное кольцо). «НЯМР» ( $\delta$ , м. д.): 8,01; 7,89; 6,64; 6,51 (4H, с, ароматические

протоны); 6,0 (4H, ш. с., 2 NH<sub>2</sub>); 3,8 (2H, с. CH); 1,47 и 0,96 (6H и 6H, с. 4CH<sub>3</sub>). Найдено, %: С 62,85; Н 5,75; N 14,75; (M<sup>+</sup>, 100) 382. C<sub>20</sub>H<sub>22</sub>N<sub>4</sub>O<sub>4</sub>. Вычислено, %: С 62,83; Н 5,75; N 14,66; M 382.

Соединение (V). ИК-спектр (см<sup>-1</sup>): 3371, 3485 (NH<sub>2</sub>); 1498, 1320 (NO<sub>2</sub>); 2926 (CH<sub>3</sub>); 856 (1,2,4,5-замещенное бензольное кольцо). 'НЯМР (δ, м. д.): 8,0 и 6,5 (2H и 2H, с, ароматические протоны); 5,0 (4H, ш. с., 2 NH<sub>2</sub>); 3,8 (2H, с, CH); 1,44 и 1,02 (6H и 6H, с. 4CH<sub>3</sub>). Найдено, %: С 62,58; Н 5,54; N 14,41. C<sub>20</sub>H<sub>22</sub>N<sub>4</sub>O<sub>4</sub>. Вычислено, %: С 62,83; Н 5,75; N 14,66.

Соединение (VI). Смесь 0,5 г соединения (I) и 30 мл насыщенного раствора этиламина в этаноле нагревали в запаянной ампуле на кипящей водяной бане 10 ч. После охлаждения из раствора выпадает осадок, который отфильтровывали, промывали водой и этанолом. Перекристаллизованное из смеси ацетон-бензол (4:1) оранжевого цвета кристаллическое вещество с т. пл. 259—260° получено в количестве 0,28 г. ИК-спектр (см<sup>-1</sup>): 3384 (NH); 1331, 1312 (NO<sub>2</sub>); 2963 (CH<sub>3</sub>); 865 (1,2,4,5-замещенное бензольное кольцо). 'НЯМР (δ, м. д.): 8,04 и 6,51 (2H и 2H, с, ароматические протоны); 8,0 (2H, т, 2NH; J 4 Гц); 3,33 (4H, м, 2 NCH<sub>2</sub>); 1,36 (6H, т, 2CH<sub>3</sub>-этильной группы, J 6,8 Гц); 1,44 и 1,04 (6H и 6H, с, 4CH<sub>3</sub>). Найдено, %: С 66,05; Н 7,00; N 12,55; (M<sup>+</sup>, 100%) 438. C<sub>24</sub>H<sub>30</sub>N<sub>4</sub>O<sub>4</sub>. Вычислено, %: С 65,75; Н 6,84; N 12,78; M 438.

Синтез соединений (VII), (VIII) и (IX). К смеси 1,0 г соединения (I) и 10 мл этаноламина добавляли 50 мл 96% этилового спирта и умеренно кипятили 5 ч. Реакционную массу разбавляли водой. Выпавший осадок промывали водой и сушили. Перекристаллизованное из смеси ацетон-бензол (1:2) желтого цвета вещество (0,69 г) плавится при 264—265° и отвечает структурной формуле (VII). После выпаривания раствора приблизительно до половины первоначального объема и охлаждения при комнатной температуре выпадает осадок. Высушенный и дважды перекристаллизованный из смеси этанол-бензол (1:1) темно-желтого цвета продукт (0,18 г) имеет т. пл. 234—235° и представляет собой смесь двух изомеров (VIII) и (IX).

Соединение (VII). ИК-спектр (см<sup>-1</sup>): 3446 (OH); 3365 (NH); 1346, 1316 (NO<sub>2</sub>); 854 (1,2,4,5-замещенное бензольное кольцо). 'НЯМР (δ, м. д.): 8,04; 6,56 (2H и 2H, с, ароматические протоны); 8,22 (2H, т, 2NH, J 4 Гц); 3,8 (2H, с. CH); 3,91 (4H, м, 2OCH<sub>2</sub>); 3,53 (4H, м, 2 NCH<sub>2</sub>); 1,51 (2H, с. 2OH); 1,44 и 1,04 (6H и 6H, с. 4CH<sub>3</sub>). Найдено, %: С 61,20; Н 6,45; N 11,64. C<sub>24</sub>H<sub>30</sub>N<sub>4</sub>O<sub>6</sub>. Вычислено, %: С 61,28; Н 6,38; N 11,91.

Соединения (VIII и IX). ИК-спектр (см<sup>-1</sup>): 3446 (OH); 3365 (NH); 1346, 1316 (NO<sub>2</sub>); 854 (1,2,4,5-замещенное кольцо).

Соединение (VIII). 'НЯМР-спектр (δ, м. д.): 8,04; 7,93; 6,71; 6,56 (4H, с, ароматические протоны); 8,22 (2H, т, 2NH, J 4 Гц); 3,98 (4H, м, 2OCH<sub>2</sub>); 3,82 (2H, с, CH); 3,50 (4H, м, 2 NCH<sub>2</sub>); 1,70 (2H, с, 2 OH); 1,56; 1,44; 1,05; 0,93 (12H, с. 4CH<sub>3</sub>).

Соединение (IX). 'НЯМР (δ, м. д.): 8,04 и 6,56 (2H и 2H, с, ароматические протоны); 3,90 (4H, м, 2 OCH<sub>2</sub>); 8,22 (2H, т, 2NH, J 4 Гц); 3,8 (2H, с. CH); 3,52 (4H, м, 2 NCH<sub>2</sub>); 1,70 (2H, с, 2OH); 1,44 и 1,00 (6H и 6H, с, 4CH<sub>3</sub>). Найдено, %: С 61,15; Н 6,35; N 11,55. C<sub>24</sub>H<sub>30</sub>N<sub>4</sub>O<sub>6</sub>. Вычислено, %: С 61,28; Н 6,38; N 11,91.

Соединение (X). К раствору 0,65 г соединения (VII) в 40 мл бензола при 35—40° и перемешивании добавляли раствор 4 мл хлористого тионила в 15 мл бензоле в течение 30 мин. Смесь нагревали при 70—75° 10 ч. Реакционную массу разбавляли водой, бензольный слой промывали водой и сушили над CaCl<sub>2</sub>. После отгонки растворителя и кристаллизации остатка из смеси ацетон-бензол (4:1) получили 0,59 г кристаллического вещества желтого цвета с т. пл. 239—



240°. ИК-спектр ( $\text{см}^{-1}$ ): 3385 (NH); 1321, 1312 ( $\text{NO}_2$ ); 2926 ( $\text{CH}_3$ ); 851 (1,2,4,5-замещенное бензольное кольцо).  $^1\text{HMR}$  ( $\delta$ , м.д.): 8,07 и 6,52 (2H и 2H, с, ароматические протоны); 8,26 (2H, т. 2NH, J 5 Гц); 3,81 (2H, с, CH); 3,70 (8H, м, 2  $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ ); 1,46 и 1,08 (6H и 6H, с, 4 $\text{CH}_3$ ). Найдено, %: N 10,85; Cl 14,22; ( $\text{M}^+$ , 100) 507.  $\text{C}_{24}\text{H}_{28}\text{N}_4\text{O}_4\text{Cl}_2$ . Вычислено, %: N 11,04; Cl 14,00; M 507.

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

(Поступило 27.6.1984)

ორგანული ქიმია

რ. ლაღიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი), შ. კუპრავა, ა. დვალისხვილი,  
რ. კლდიაშვილი, ი. აბესაძე, გ. სამსონია

2,3,7,8-ტეტრანიტრო-5,5,10,10-ტეტრამეთილ-4b,5,9b,10-  
ტეტრაჰიდროინდენო(2,1-a) ინდენური ნუკლეოფილური ჩანაცვლებების  
რეაქციები

რ ე ზ ი უ მ ე

4,4,8,8-ტეტრამეთილ-2,3,6,7-დიბენზოპენტალანის ორთო-ტეტრანიტროფარ-  
მოებულის ურთიერთქმედებით ამიაკთან, ეთილამინთან და ეთანოლამინ-  
თან მიღებულია და დახასიათებულია სათანადო ნუკლეოფილური ჩანაცვლების  
პროდუქტები.

ORGANIC CHEMISTRY

R. M. LAGIDZE, Sh. D. KUPRAVA, A. J. DVALISHVILI, R. Sh. KLDIASHVILI,  
I. G. ABESADZE, G. G. SAMSONIA

THE NUCLEOPHILIC SUBSTITUTION REACTIONS IN 2, 3, 7, 8-  
TETRANITRO-5, 5, 10, 10-TETRAMETHYL-4b, 5, 9b, 10-  
Tetrahydroindeno (2, 1-a)-INDENE

Summary

The interaction of the tetranitroderivative of 4, 4, 8, 8-tetramethyl-2, 3, 6, 7-dibenzopentalane with ammonia, ethylamine and ethanolamine has yielded corresponding nucleophilic substitution products.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. М. Лагидзе, А. И. Двалишвили, Ш. Д. Куправа, Г. Г. Самсония, Р. Ш. Клдиашвили. Сообщения АН ГССР, 103, № 2, 1981, 325.
2. Р. М. Лагидзе, Ш. Д. Куправа, А. И. Двалишвили, Г. Г. Самсония, Д. Р. Лагидзе, Р. Ш. Клдиашвили. Сообщения АН ГССР, 111, № 1, 1983, 69.



С. В. АБНЕРОВА

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АРМИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МЕТИЛОЛПРОИЗВОДНЫХ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ БИСФЕНОЛОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Р. М. Лагидзе 26.11.1984)

Среди теплостойких полимерных соединений, имеющих трехмерное строение с жесткой пространственной сеткой, по своей практической значимости — по важности областей применения и по объему производства — видное место занимают фенолформальдегидные полимеры. Доступная сырьевая база, простая технология производства и низкая стоимость фенолформальдегидных полимеров в сочетании с высокой тепло- и термостойкостью, стабильностью к действию химических агентов обеспечивают их широкое применение в самых различных отраслях техники.

Однако, несмотря на ряд ценных качеств, присущий фенолформальдегидным полимерам существенный недостаток — низкая прочность к динамическим нагрузкам значительно ограничивает их применение в качестве конструкционных материалов, особенно для новой техники. Поэтому для создания фенолформальдегидных полимерных материалов, способных длительно работать при повышенных температурах под большими механическими нагрузками, представлялся актуальным поиск новых исходных веществ и новых способов синтеза, которые позволили бы получать полимеры с улучшенным комплексом свойств.

Учитывая значительное улучшение прочностных характеристик фенолформальдегидных полимеров при введении между химическими узлами сетки парафиновых фрагментов различной длины [1, 2], а также улучшение термических свойств ряда полимеров, содержащих в своем составе норбонановые заместители [3, 4], можно было полагать, что использование синтезированных нами метилолпроизводных бисфенолов, содержащих у центрального углеродного атома объемные циклопарафиновые группировки некопланарного строения типа норборнана [5], может оказаться перспективным и интересным для повышения ряда ценных показателей фенолформальдегидных полимеров.

Следует отметить, что ранее [6] при изучении термических характеристик отвержденных метилолпроизводных бисфенолов нами было установлено, что сшитые полимеры являются термостойкими продуктами вплоть до температуры 250°C. Свойства синтезированных метилолпроизводных бисфенолов [5] в качестве термостойких связующих для стеклопластиков нами были изучены с использованием как «чистых» образцов, так и армированных пластиков на их основе.

В табл. 1 представлены результаты испытания механических свойств отвержденных и отпрессованных образцов «чистых» полимеров размером 15×10×4 мм, полученных на приборе Динстат.

Как видно из табл. 1, механические показатели «чистых» полимеров без наполнителя незначительно отличаются от аналогичных свойств обычного фенолформальдегидного полимера.



Однако, как показали исследования, в отличие от «чистых» резитов, метиллолпроизводные полициклических бисфенолов успешно могут быть использованы в качестве связующих для изготовления стекло-

Т а б л и ц а 1

Механические свойства резитов, содержащих циклопарафиновые группировки норборнанового типа

| Резиты на основе                                            | Удельная ударная вязкость, кгс·см/см <sup>2</sup> | Статистический изгиб, кгс/см <sup>2</sup> | Твердость по Бринеллю, кгс/мм <sup>2</sup> |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 4,4'-(2-норборнилиден)дифенола                              | 2,7                                               | 342                                       | 37,2                                       |
| 4,4'-(гексагидро — 4,7-метилениндан—5-илиден)-дифенола      | 3,0                                               | 360                                       | 33,0                                       |
| 4,4'-(декагидро — 1,4,5,8-диметиленнафт-2 - илиден)дифенола | 2,4                                               | 340                                       | 32,0                                       |
| Ф е н о л а                                                 | 2,5                                               | 400                                       | 35,1                                       |

пластиков. Для получения стеклопластиков на основе синтезированных нами соединений [5] в качестве основы использовалось стекловолокно марки КГ-11Э, пропитка которого проводилась в 40 %-ном растворе продукта и ацетоне. Пропитанный материал собирался в пакет и подвергался горячему прессованию при 180°C и удельном давлении 500 кг/см<sup>2</sup> в течение 1 часа. Содержание связующего в стеклопластике составляло около 40%.

Таким путем были получены стеклопластики размером 120×15×10 мм, физико-механические испытания которых проводились по ГОСТу 4647—69 и 4648—71.

Т а б л и ц а 2

Механические свойства стеклопластиков, содержащих в качестве связующего метиллолпроизводные бисфенолов с циклопарафиновыми группировками норборнанового типа, и некоторых известных армированных пластиков

| № | Стеклопластик на основе                                                        | Удельная ударная вязкость, кгс·см/см <sup>2</sup> | Статистический изгиб, кгс/см <sup>2</sup> | Тангенс угла диэлектрических потерь при 10 <sup>6</sup> гц | Диэлектрическая проницаемость |
|---|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 1 | Метиллолпроизводного 4,4'-(гексагидро - 4,7 - метилениндан - 5-илиден)дифенола | 227                                               | 900                                       | 0,015—0,0145                                               | 3,90—3,94                     |
| 2 | Метиллолпроизводного 4,4'-(декагидро- 1,4,5,8-диметиленнафт-2-илиден)дифенола  | 202,9                                             | 1370                                      | 0,016                                                      | 4,00—4,12                     |
| 4 | ФФ-40                                                                          | 24,1                                              | 965                                       | —                                                          | —                             |
| 3 | Фенолформальдегидного полимера                                                 | 17,8                                              | 645                                       | —                                                          | —                             |
| 5 | Фенолфталеин — формальдегидного полимера                                       | 70,1                                              | 2068                                      | —                                                          | —                             |
| 6 | Стеклотекстолит (СТЭФ)                                                         | —                                                 | —                                         | 1,014—0,017                                                | 4,5—4,7                       |

В табл. 2 представлены результаты испытаний физико-механических свойств стеклопластиков, содержащих циклопарафиновые груп-



пировки типа норборнана, и для сравнения механические характеристики некоторых известных армированных пластиков (см. примеры 3, 4, 5 [7]).

Как видно из данных табл. 2, изделия на основе полимеров, содержащих в своем составе индановые и нафтеновые группировки, обладают лучшими механическими свойствами, чем изделия на основе обычного фенолформальдегидного полимера, ФФ-40 (сополимер фенола и фенолфталеина) и фенолфталеинформальдегидного полимера. Следует отметить, что удельная ударная вязкость исследуемых образцов значительно превосходит этот же показатель для образцов 3, 4, 5. Это, по-видимому, можно объяснить более высокой упорядоченностью строения благодаря использованию бисфенола с циклопарафиновой группировкой.

Из табл. 2 также видно, что применение метиллолпроизводных полициклических бисфенолов в качестве связующего позволяет получить материалы, диэлектрические свойства которых приближаются к свойствам стеклотекстолитов на основе эпоксидно-фенольных связующих (см. примеры 1, 2, 6).

Таким образом, повышение прочностных показателей можно объяснить тем, что, в отличие от фенола, применение для поликонденсации с формальдегидом полициклических бисфенолов, по-видимому, ограничивает возможность образования беспорядочной структуры шитого продукта и, как следствие, приводит к получению материалов с лучшими механическими свойствами.

Академия наук Грузинской ССР

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

(Поступило 30.11.1984)

ორგანული ქიმია

ს. აბნეროვა

პოლიციკლური ბისფენოლების მეთილოლწარმოებულების  
საფუძველზე მიღებული არმირებული მასალების ფიზიკურ-  
მექანიკური თვისებების კვლევა

რეზიუმე

დადგენილია, რომ ბისფენოლების მეთილოლწარმოებულები, რომლებიც ნახშირბადის ცენტრალურ ატომთან შეიცავენ ნორბორნანის ტიპის ციკლოპარაფინულ დაჯგუფებებს, შეიძლება გამოყენებულ იქნეს შემკვრელ მასალ, კარგი დიელექტრიკული თვისებების და განსაკუთრებით მაღალი ხვედრითი დარტყმითი სიბლანტის მქონე მინაპლასტების მისაღებად.

სიმტიკის მაჩვენებლების ამაღლება შეიძლება ახსნილ იქნეს იმით, რომ ფენოლისაგან განსხვავებით, ფორმალდეჰიდთან კონდენსაციისათვის, პოლიციკლური ბისფენოლების გამოყენება, როგორც ჩანს, ზღუდავს გაეკრილ პროდუქტში უწყსრივო სტრუქტურების წარმოქმნის შესაძლებლობას და, როგორც შედეგი, იწვევს მასალების მიღებას უკეთესი მექანიკური თვისებებით.

ORGANIC CHEMISTRY

S. V. ABNEROVA

INVESTIGATION OF THE PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES OF  
REINFORCED MATERIALS ON THE BASIS OF METHYLOLDERIVATIVE  
POLYCYCLIC BISPENOLS

Summary

The author's study has shown that methylol derivative bisphenols, containing cycloparaffin groupings of norbornane type at the central carbon



atom can be used as binders to obtain glass-fibre-reinforced plastics with an appreciably higher shockproof capacity, unlike similar known materials with good dielectric properties.

The increase of the strength indices can be explained, in contrast to phenol, by the fact that the application of polycyclic bisphenols to condensation with formaldehyde, apparently, restricts the possibility of the formation of disordered structure of a cross-linked product and, consequently, leads to the production of materials with better mechanical properties.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ю. Е. Дорошенко, В. В. Коршак, В. А. Сергеев. Пласт. массы, № 8, 1965, 9—11.
2. Ю. Е. Дорошенко. Автореферат канд. дисс. М., 1965, 47—60.
3. Н. А. Майсурадзе. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1970, 58—60, 63.
4. И. С. Хитаришвили. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1974, 12—13, 18—20.
5. Г. Ш. Папава, С. В. Абнерова, П. Д. Цискаришвили, В. А. Сергеев, В. К. Шитиков, С. В. Виноградова, В. В. Коршак. Сб. «Синтез и свойства некоторых новых полимерных материалов». Тбилиси, 1974, 86—95.
6. В. А. Сергеев, С. В. Абнерова, В. К. Шитиков, Л. И. Комарова, В. В. Коршак. Сб. «Исследование в области синтеза и модификации высокомолекулярных соединений». Тбилиси, 1970, 52—60.
7. В. В. Коршак, В. А. Сергеев, В. К. Шитиков, А. А. Северов, И. Х. Назмутдинова, С. Г. Желтакова, В. Ф. Бурлуцкий, Б. А. Киселев, В. В. Яременко. Высокомолек. соед., А 10, 1968, 1085.



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

## К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИХ КОЛОНОК, ЗАПОЛНЕННЫХ ЦЕОЛИТАМИ

Синтетические цеолиты находят широкое применение в практике газовой хроматографии [1]. Однако в ряде случаев их использование затруднено, так как значительно повышаются удерживаемые объемы ряда хроматографируемых соединений с возможной необратимой их адсорбцией и асимметричность кривых разделения. Иногда имеется необходимость нагрева хроматографических колонок до сравнительно высоких температур, что создает опасность каталитических превращений анализируемых соединений.

В работе [2] показано, что с уменьшением катионной плотности элементарной ячейки цеолита, т. е. при переходе от  $NaX$  типа цеолита к  $NaY$  или к водородным формам, происходит падение удерживаемых объемов углеводородных газов  $C_1—C_4$ , с соответствующим увеличением симметричности пика на хроматограмме.

Такое же воздействие оказывает применение «активного» газаносителя (диоксида углерода) вместо традиционных инертных газаносителей [3] или поверхностно-слоистого заполнения хроматографической колонки, т. е. пылеобразного цеолита, нанесенного на твердый носитель [4].

В настоящей статье приведены результаты исследования по изучению влияния на разрешающую способность хроматографической колонки трех факторов, а именно катионной плотности цеолита, способа заполнения колонки и природы газаносителя на примере разделения модельной смеси углеводородных газов  $C_1—C_4$ .

Эксперимент выполнялся на хроматографе ЛХМ-8МД с длиной колонки 0,5 м, внутренним диаметром 0,003 м, с детектором типа катарметра.

Водородная форма была приготовлена путем перевода  $NaY$  формы цеолита в аммониевую, со степенью замещения  $Na^+$  на  $NH_4^+ \sim 70\%$ . Затем аммониевая форма нагревалась до температуры  $300^\circ C$  для удаления  $NH_3$  и получения водородной формы. В колонку загружались гранулы цеолитов  $NaY$  и  $HY$ , приготовленные без связующего, зернением 0,5—1,0 мм, и цеолитная пыль размером 25—65 мк, нанесенная на твердый носитель хромосорб- $W$ , зернением 0,25—0,30 мм. Количество цеолита, нанесенного на твердый носитель, составляло 30% от веса последнего.

Термическая активация сорбентов осуществлялась нагреванием при температуре  $400^\circ C$  в течение четырех часов в потоке гелия. Режим нагрева хроматографической колонки изотермический, диапазон  $20—200^\circ C$ . В качестве газаносителя применялись гелий, азот и диоксид углерода. Расход газаносителя — 50 мл/мин.

Для оценки влияния вышеуказанных трех факторов были определены времена удерживания отдельных углеводородов  $t_R$  (табл. 1), коэффициенты асимметрии и число теоретических тарелок в расчете на 1 м длины хроматографической колонки (табл. 2).

Таблица 1

Влияние природы газа-носителя на время удерживания углеводородных газов  $C_1 - C_4$ , цеолиты NaY и HУ

| Температура<br>колонки, К | Углеводородные<br>газы | Время удерживания $t_R$ сек. |     |      |     |                    |     |      |     |                     |     |     |     |
|---------------------------|------------------------|------------------------------|-----|------|-----|--------------------|-----|------|-----|---------------------|-----|-----|-----|
|                           |                        | Газ-носитель He              |     |      |     | Газ-носитель $N_2$ |     |      |     | Газ-носитель $CO_2$ |     |     |     |
|                           |                        | HУ                           |     | NaY  |     | HУ                 |     | NaY  |     | HУ                  |     | NaY |     |
|                           |                        | об.                          | псс | об.  | псс | об.                | псс | об.  | псс | об.                 | псс | об. | псс |
| 373                       | $CH_4$                 | 4                            | 4   | 12   | 5   | 6                  | 3   | 10   | 4   | 3                   | 3   | 7   | 4   |
|                           | $C_2H_6$               | 13                           | 6   | 46   | 7   | 29                 | 4   | 41   | 7   | 6                   | 4   | 25  | 5   |
|                           | $C_3H_8$               | 45                           | 10  | 241  | 15  | 105                | 8   | 210  | 14  | 19                  | 7   | 102 | 11  |
|                           | $C_4H_{10}$            | 225                          | 30  | 1350 | 65  | 450                | 17  | 1005 | 62  | 95                  | 15  | 555 | 40  |
|                           | $C_2H_4$               | 35                           | 8   | 225  | 14  | 125                | 5   | 181  | 10  | 11                  | 5   | 71  | 9   |
|                           | $C_2H_2$               | 260                          | 20  | 2008 | 73  | 540                | 15  | 1315 | 68  | 75                  | 12  | 450 | 36  |
|                           | $C_4H_8$               | —                            | 72  | —    | —   | —                  | 72  | —    | —   | 110                 | 58  | —   | —   |



Таблица 2

Зависимость числа теоретических тарелок от природы газа—носителя и характера заполнения хроматографической колонки цеолитами NaУ и НУ

| Температура колонки, К | Углеводородные газы            | Число теоретических тарелок, N |     |     |     |                             |      |     |     |                              |      |     |      |
|------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----|-----|-----|-----------------------------|------|-----|-----|------------------------------|------|-----|------|
|                        |                                | Газ-носитель He                |     |     |     | Газ-носитель N <sub>2</sub> |      |     |     | Газ-носитель CO <sub>2</sub> |      |     |      |
|                        |                                | НУ                             |     | NaУ |     | НУ                          |      | NaУ |     | НУ                           |      | NaУ |      |
|                        |                                | об.                            | псс | об. | псс | об.                         | псс  | об. | псс | об.                          | псс  | об. | псс  |
| 373                    | CH <sub>4</sub>                | 303                            | 400 | 180 | 433 | 250                         | 370  | 176 | 442 | 952                          | 1111 | 990 | 1020 |
|                        | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>  | 357                            | 588 | 444 | 461 | 417                         | 500  | 469 | 521 | 714                          | 1220 | 690 | 735  |
|                        | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>  | 256                            | 476 | 203 | 474 | 435                         | 625  | 365 | 532 | 769                          | 1250 | 372 | 800  |
|                        | C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> | 400                            | 667 | 385 | 565 | 625                         | 769  | 272 | 625 | 769                          | 2000 | 676 | 877  |
|                        | C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>  | 385                            | 500 | 238 | 465 | 500                         | 625  | 444 | 559 | 909                          | 1000 | 452 | 833  |
|                        | C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>  | 526                            | 769 | 308 | 595 | 833                         | 1000 | 166 | 662 | 1429                         | 2000 | 380 | 952  |
|                        | C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>  | —                              | —   | —   | —   | —                           | —    | —   | —   | 2000                         | 2500 | —   | —    |



Как явствует из данных табл. 1, при комнатной температуре все компоненты анализируемой системы вымываются из хроматографической колонки. Причем только на водородной форме, как в случае объемного, так и поверхностно-слоистого заполнения, имеет место элюирование всех  $C_1-C_4$  углеводородов при использовании газа-диоксида углерода. Что касается величин удерживаемых объемов исследованных соединений, они наиболее понижены под влиянием именно трех факторов: водородной формы цеолита, поверхностно-слоистого заполнения и использования активного газа-носителя диоксида углерода.

Установлено, что симметричность кривых разделения возрастает как с переходом от объемного к поверхностно-слоистому заполнению колонок, так и в зависимости от природы газа-носителя в следующей последовательности: гелий, азот, диоксид углерода.

Эффективность хроматографических колонок рассчитанная по числу теоретических тарелок, также свидетельствует о большой роли одновременного воздействия этих факторов на процессы хроматографического разделения. Как видно из табл. 2, число теоретических тарелок достигает 2000 для водородной формы цеолита, в поверхностно-слоистом заполнении колонки и применения диоксида углерода.

Таким образом, эффективность хроматографической колонки под влиянием этих трех факторов может быть повышена в несколько раз.

Академия наук Грузинской ССР

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

Академия наук СССР

Институт нефтехимического  
синтеза  
им. А. В. Топчиева

(Поступило 28.12.1984)

ფიზიკური ქიმია

3. ბერიოჰინი, თ. ანდრონიკაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ნ. ნადირაძე, ლ. ლაპერაშვილი

ცეოლითებით შევსებული ქრომატოგრაფიული სვეტის  
ეფექტურობის გაზრდის საკითხისათვის

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ წყალბადური (HY) ფორმის ცეოლიტის ზედაპირულ-ფენოვან ვარიანტში და  $CO_2$ -ის აირ-მატარებლად გამოყენებისას მნიშვნელოვნად იზრდება ქრომატოგრაფიული სვეტის ეფექტურობა და მცირდება  $C_1-C_4$  ნახშირწყალბადების ქრომატოგრაფიული ანალიზის დრო.

PHYSICAL CHEMISTRY

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

TOWARDS INCREASING THE RESOLVING POWER OF A  
CHROMATOGRAPHIC COLUMN FILLED WITH ZEOLITES

Summary

It is shown that the combined use of the hydrogen (HY) form of zeolite in the surface-layer variant with carrier-gas carbon dioxide increases the chromatographic column effectiveness and decreases the  $C_1-C_4$  hydrocarbon gas mixture analysis time.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. Г. Андроникашвили. Журнал Всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева, 28, 1983, 96.
2. Т. Г. Андроникашвили, Г. В. Цицишвили, Ш. Д. Сабелашвили. Сообщения АН ГССР, 56, № 1, 1969, 113.
3. T. G. Andronikashvili *et al.* J. Chromatography, 288, 1984, 95.
4. T. G. Andronikashvili, L. G. Eprikashvili. J. Chromatography, 286, 1984, 3.

Т. Р. ДЗИГВАШВИЛИ, М. С. ХАРСОН, А. В. ДОЛИДЗЕ,  
С. Л. КИПЕРМАН

## ИЗОМЕРИЗАЦИЯ И АРОМАТИЗАЦИЯ *n*-ГЕКСАНА НА Pt-Cu НАНЕСЕННЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ

(Представлено академиком Г. В. Цицишвили 8.5.1984)

Применение нанесенных полиметаллических систем позволяет в ряде случаев повысить селективность процесса по сравнению с ее значениями на индивидуальных металлах (см., например, [1, 2]). В то же время повышение активности катализаторов при сплавлении активного металла с неактивным (чаще всего с металлами IV группы) наблюдается не так часто [3, 4]. По данным [5], сплавление Pt с Cu (9% металлов на SiO<sub>2</sub>) снижает активность катализатора во всем интервале концентраций Cu в реакции изомеризации *n*-пентана. В настоящей работе исследовано влияние добавок Cu на активность и селективность высокодисперсных платиновых катализаторов на носителе с высокой кислотностью в реакциях превращений *n*-гексана.

Для исследований применяли стандартный промышленный катализатор ИП-62, содержащий 0,5% Pt, нанесенной на  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Испытуемые образцы Pt-Cu готовили пропиткой исходного катализатора раствором ацетата Cu (1—30% от суммы масс металлов). После сушки при 150°C образцы восстанавливали H<sub>2</sub> непосредственно в реакторе при температуре 480—500°C в течение 6—12 ч. Рентгеноструктурный анализ образцов проводили на аппарате ДРОН-2. Измерение каталитической активности осуществляли при атмосферном давлении в проточно-циркуляционной установке при 380—420°C. Анализ продуктов реакции проводили на хроматографе ЛХМ-8МД с программированным нагревом на колонке, заполненной 10% дибутирата натрия на целите. Использовали *n*-гексан х. ч., водород подвергали тонкой очистке. Об активности катализатора судили по величинам скоростей реакции, отнесенным к 1 г катализатора. Отнесение скорости реакции к единице поверхности платины в данных системах оказалось невозможным, так как вследствие окисления меди в ходе кислород-водородного титрования величины поверхности Pt определялись с большой погрешностью. Ввиду высокой дисперсности Pt при малом ее содержании измерение поверхности с помощью адсорбции H<sub>2</sub> и CO также затруднено [6] из-за сильного электронного взаимодействия металла с носителем.

В изученном интервале температур процесс протекает в основном в направлении изомеризации и ароматизации; доля гидрогенолиза не превышает 4%. Активность катализаторов сохраняется неизменной в течение длительного периода (до ~ 80 ч). На рис. 1 представлены зависимости скорости изомеризации и селективности ароматизации от степени превращения в изо-продукты и от суммарной степени превращения *n*-гексана соответственно. Скорость ароматизации увеличивается с ростом степени превращения. Линейный характер наблюдаемой зависимости свидетельствует об отсутствии торможения процесса изомеризации продуктами реакции. При этом было найдено, что добавление бензола не влияет на скорость изомеризации. На рис. 2 представлены также данные зависимости скорости изомеризации и



ароматизации н-гексана от состава катализатора. Как видно, здесь имеется максимум в области 5—10% Си. При этом скорость изомеризации возрастает в  $\sim 1,6$  раза и даже при 30% Си имеет большее значения, чем на чистой платине. Подобный же вид имеет зависимость скорости ароматизации.

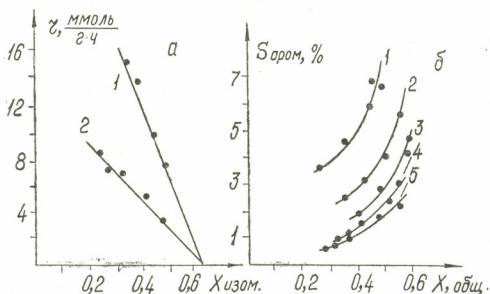


Рис. 1. Зависимость скорости изомеризации (а) н-гексана от  $X_{\text{изом}}$  на Pt (2) и Pt—Cu с 10% Си (1) и селективности ароматизации (б) от  $X_{\text{общ}}$  для Pt—Cu сплавов с содержанием Си: 1—5, 2—0, 3—10, 4—20, 5—30

Измерение удельных поверхностей Pt в сплавах с содержанием Си  $\sim 8\%$  путем кислород-водородного титрования (при малых концентрациях Си объемное окисление Си сказывается в малой степени) свидетельствует о тенденции к уменьшению ее величины, т. е. об обогащении поверхности медью. Результаты рентгеноструктурного анализа показывают, что дисперсность Pt при введении Си практически не изменяется. Следовательно, изменение активности катализатора в данном случае не может быть обусловлено влиянием введения Си на размеры частиц Pt, т. е. не связано с изменением ее кристалличности.

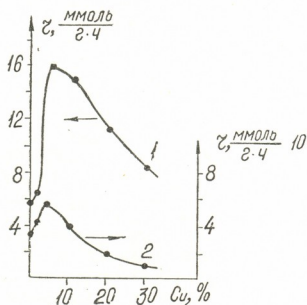


Рис. 2. Зависимость скорости изомеризации (1) и ароматизации (2) от состава сплава Pt—Cu

Таким образом, полученные результаты показывают сложный характер влияния Си на каталитическую активность Pt при сплавлении. Это не согласуется с данными [5], и различие может быть объяснено



высокой дисперсностью кристаллитов сплава и наличием носителя с высокой кислотностью, в противоположность применяемому в [5].

Наблюдаемый синергический эффект естественно приписать сильному электронному взаимодействию компонентов сплава. Этот эффект Джонгсте и Понец [7] пытаются объяснить, однако, подавлением побочных процессов коксообразования. Нам представляется более вероятным, что в изученных условиях, наряду с кластерным эффектом, необходимо учитывать и электронное взаимодействие (лигандный эффект), на наличие которого и указывают наши результаты. Предположение о доминирующем влиянии процессов коксообразования представляется менее вероятным ввиду сохранения стабильной активности катализатора в ходе процесса.

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

Академия наук СССР  
Институт органической химии  
им. Н. Д. Зелинского

(Поступило 25.5.1984)

ფიზიკური ქიმია

თ. ძიგვაშვილი, მ. ხარსონი, ა. დოლიძე, ს. კიპერმანი

## ნ-ჰექსანის იზომერიზაცია და არომატიზაცია Pt—Cu დაფენილ კატალიზატორებზე

რეზიუმე

შესწავლილია  $Al_2O_3$ -ზე დაფენილი Pt—Cu შენადნობების კატალიზური თვისებები n-ჰექსანის იზომერიზაციისა და არომატიზაციის რეაქციებში. ნაჩვენებია Pt-ის 1—20 წონითი პროცენტის სპილენძით პრომოტირების სინერგიული ეფექტი. იზომერიზაციის სიჩქარე იზრდება ~ 1,6-ჯერ და Cu-ის 30%-იანი შემცველობის დროსაც კი მეტია, ვიდრე სუფთა პლატინაზე.

მსგავსი დამოკიდებულება არომატიზაციის სიჩქარის შემთხვევაშიც. მიღებული მონაცემები ადასტურებენ, რომ პლატინის სპილენძთან შედარების დროს კლასტერულთან ერთად თავს იჩენს ელექტრონული ეფექტი.

PHYSICAL CHEMISTRY

T. R. DZIGVASHVILI, M. S. HARSON, A. V. DOLIDZE, S. L. KIPERMAN

## ISOMERIZATION AND AROMATIZATION OF n-HEXANE ON Pt-Cu-DEPOSITED CATALYSTS

Summary

Catalytic properties of Pt-Cu alloys deposited on  $Al_2O_3$  in the reactions of isomerization and aromatization of n-hexane have been investigated. The synergic effect at promotion of platinum is 1-20% weight Cu. At the same time the isomerization rate increases ~ 1.6 times, and even at 30% Cu has greater values than is the case when pure platinum is used. Similar is the relation of the relation of the aromatization rate. The data point to the appearance—apart from the cluster effect—of an electric effect when Pt is alloyed with Cu.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. H. C. Jongste *et al.* J. Catalysis, 63, 1980, 395.
2. M. J. P. Botman *et al.* J. Catalysis, 68, 1981, 9.
3. М. В. Хотулева, Б. С. Гудков, В. С. Пименов, А. А. Слинкин, С. Л. Киперман. Кинетика и катализ, 24, № 6, 1981, 133.
4. R. Gomez *et al.* Nouv. J. Chim., 4, 1980, 677.
5. H. C. Jongste, V. Pones. Proc. 7th Intern. Congr. Catal., Tokyo, 1980, 591.
6. К. Кукимори, Т. Юсидзима. 7-й Советско-Японский семинар по катализу. Новосибирск, 1983, 46.
7. W. A. A. Varneveld, V. Pones. Rec. Trav. Chim., 93, 1974, 243.

И. Г. ШАВОШВИЛИ, Р. И. АГЛАДЗЕ (академик АН ГССР),  
Р. А. ДЕМЕТРАШВИЛИ

## ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ФАКТОРОВ НА ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ СПЛАВА МАРГАНЕЦ-ЦИНК

Одной из задач современной гальванотехники является экономия металлов, которая достигается не только уменьшением толщины покрытий за счет улучшения их физико-химических свойств, но и изысканием путей электроосаждения новых высокоэффективных покрытий и сплавов взамен более дорогих и дефицитных покрытий. В этом плане интересным является электроосаждение сплавов марганца с различными металлами.

С целью электроосаждения сплава марганец-цинк в работе [1] изучены условия совместного электроосаждения марганца и цинка в присутствии в электролите органической добавки — натриевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА). Исследования показали, что в присутствии добавки ЭДТА возможно электроосаждение качественных покрытий сплава марганец-цинк [2].

В настоящей работе изучено влияние некоторых факторов на электроосаждение сплава марганец-цинк, в частности концентрации сернокислого аммония и температуры электролита, а также перемешивания электролита на характер и состав осаждаемых гальванопокрытий, при наличии в электролите добавки ЭДТА.

Технологическое изучение проводилось в ячейке емкостью 500 мл, в растворах, приготовленных из реактивных солей марки «ч», без дополнительной очистки, с применением нерастворимых анодов из графита. Электролит перемешивался магнитной мешалкой. Температура электролита поддерживалась на нужной величине с помощью ультратермостата УТ-15. Содержание цинка в сплаве определялось атомно-абсорбционным методом из спектрофотометрии С-302.

Установлено, что варьирование концентрации сернокислого аммония в электролите не оказывает существенного влияния на содержание цинка в осаждаемом сплаве (рис. 1). Влияние сернокислого аммония более ярко отражается на внешнем виде получаемых гальванопокрытий. С ростом концентрации сернокислого аммония осаждаются матовые осадки темно-серого цвета, что можно объяснить увеличением вероятности растворения гидроокисей марганца и цинка, которые, как известно, могут оказывать блескообразующее действие на электроосаждение электроотрицательных металлов, разряд которых сопровождается заметным подщелачиванием приэлектродного слоя [3]. При уменьшении концентрации сернокислого аммония на краях катода появляется блеск, площадь которого увеличивается с уменьшением концентрации сернокислого аммония в электролите.

В результате изучения зависимости температуры электролита от содержания цинка в сплаве при разной катодной плотности тока, но при одном и том же составе электролита выявлено, что с ростом тем-

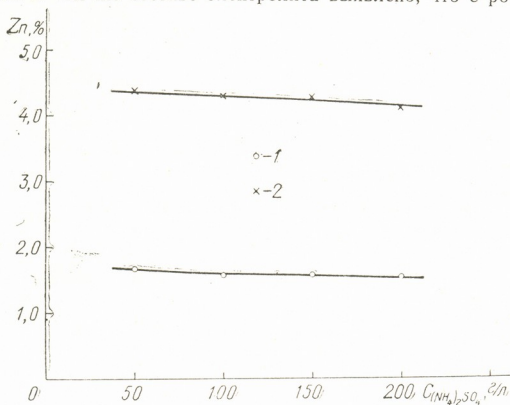


Рис. 1. Содержание цинка в сплаве в зависимости от концентрации сернистого аммония в электролите. Состав электролита (г/л): 1— $\text{Mn}^{++}$ —30;  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ —2;  $(\text{NH}_4)_2\text{SeO}_4$ —0,33; ЭДТА—6; 2— $\text{Mn}^{++}$ —30;  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ —6;  $(\text{NH}_4)_2\text{SeO}_4$ —0,33; ЭДТА—6,  $\text{Дк}=2 \text{ а/дм}^2$ ,  $\text{pH}=3$

пературы содержание цинка в сплаве увеличивается (рис. 2). Исследования показали, что повышение температуры от 20 до 50° не меняет

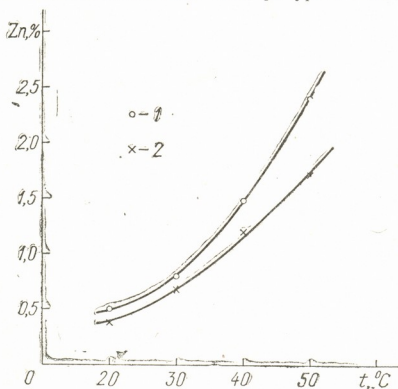


Рис. 2. Содержание цинка в сплаве в зависимости от температуры электролита. Состав электролита (г/л):  $\text{Mn}^{++}$ —30;  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ —150;  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ —2;  $(\text{NH}_4)_2\text{SeO}_4$ —0,33; ЭДТА—6;  $\text{pH}=3$ ; 1— $\text{Дк}=4 \text{ а/дм}^2$ ; 2— $\text{Дк}=8 \text{ а/дм}^2$



характера осаждаемых гальванопокрытий. При температуре 60° осадки получаются некачественные, с черным налетом.

Следует отметить, что рост содержания цинка при увеличении температуры электролита более ярко выражен при низких плотностях тока, как это имеет место при электроосаждении некоторых сплавов [4].

Известно, что при гальваническом осаждении сплавов перемешивание электролита оказывает влияние на состав катодного осадка [5]. Согласно полученным данным, в случае электроосаждения сплава марганец-цинк перемешивание электролита при одинаковом составе электролита и режиме электролиза способствует увеличению содержания цинка в сплаве. При этом характер осаждаемых гальванопокрытий не меняется. Так, например, при плотности тока 1 А/дм<sup>2</sup> и концентрации сернистого цинка в электролите 2 г/л содержание цинка в сплаве без перемешивания равно 2,2%, а в случае перемешивания электролита оно достигает 4,1%.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно заключить, что для электроосаждения сплава марганец-цинк целесообразно вести электролиз перемешиванием электролита, а температуру электролита поддерживать в пределах 20—30°С.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 7.3.1985)

ქიმიური ტექნოლოგია

ი. შავოშვილი, რ. აგლაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი),  
რ. დემეტრაშვილი

### ზოგიერთი ფაქტორის გავლენა მანგანუმ-თუთიის შენადნობის ელექტროგამოლექვაზე

რეზიუმე

შესწავლილია ზოგიერთი ფაქტორის გავლენა მანგანუმ-თუთიის შენადნობის ელექტროგამოლექვაზე. კერძოდ, შესწავლილია ელექტროლიტის ტემპერატურისა და მორევის, აგრეთვე ამონიუმის სულფატის კონცენტრაციის გავლენა მანგანუმ-თუთიის შენადნობის ხარისხზე და თუთიის შემცველობაზე გამოლექილ დანაფარში.

დადგენილია, რომ ელექტროლიტის მორევა და ტემპერატურის აწევა განაპირობებს თუთიის შემცველობის ზრდას გამოლექილ შენადნობში. ამონიუმის სულფატის კონცენტრაციის ცვლილება ელექტროლიტში არ ახდენს არსებით გავლენას როგორც დანაფარის ხარისხზე, ისე მის შედგენილობაზე.

CHEMICAL TECHNOLOGY

### I. G. SHAVOSHVILI, R. I. AGLADZE, R. A. DEMETRASHVILI THE INFLUENCE OF SOME FACTORS ON MANGANESE-ZINC ALLOY ELECTRODEPOSITION

Summary

The influence of some factors on manganese-zinc alloy electrodeposition has been studied. In particular, the effect of the electrolyte temperature

and stirring, as well as that of the concentration of ammonium sulphate on the manganese-zinc alloy quality and on the zinc content in the deposition plating.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Г. Шавошвили, Р. И. Агладзе, Р. А. Деметрашвили. Материалы семинара «Экономия цветных и благородных металлов в гальванотехнике». Л., 1984, 48.
2. И. Г. Шавошвили, Р. И. Агладзе, Р. А. Деметрашвили. Сообщения АН ГССР, 114, № 3, 1984, 541.
3. И. В. Яницкий, А. К. Шулякас, Б. Б. Стульпинас. Труды АН ЛитССР, Б 2(22), 1960, 93.
4. К. М. Горбунова, А. И. Жукова, ЖФХ, 5, 1949, 605.
5. В. И. Лайнер, Н. Т. Кудрявцев. Основы гальваностегии, ч. 2. М., 1957, 647.

В. Н. МАКАРОВ

## ПЕРВИЧНЫЙ МАГМАТОГЕННЫЙ АЛЬБИТ-КАРБОНАТНЫЙ ПАРАГЕНЕЗИС КАК ИНДИКАТОР ДЕГАЗАЦИИ ВЕЩЕСТВА МАНТИИ

(Представлено академиком Г. А. Твалчредидзе 18.12.1983)

Среди магматических образований междуречья Черек Балкарский—Чегем, наиболее обстоятельно изучавшихся ранее Д. С. Белянкиным [1], А. П. Лебедевым [2], А. А. Цветковым [3], А. М. Борсуком [4], Северо-Кавказской партией КИМСа выделена контрастная щелочнобазальт-риолитовая формация [5]. Самые ранние образования этой формации представлены дифференцированными базальтовыми покровами, характеризующимися низким содержанием кремнезема (43,60—51,00 масс.%, высокой щелочностью ( $K_2O$  0,27—1,60;  $Na_2O$  2,80—5,95 масс%) при отношении  $Na_2O/K_2O$  1,71—45,76, повышенным содержанием глинозема (14,30—19,50 масс.%) при вариации коэффициента глиноземности 1,03—2,49, превышенном  $CaO$  над  $MgO$  и содержанием  $CO_2$  от 1,82 до 11,00 масс.%. Породы имеют порфировую текстуру при гиалопилитовой, трахитоидной или интерсертальной структуре основной массы, реже — офитовую структуру. Порфировые выделения сложены альбитом, основная масса — хлоритом, хлоритизированным стекловатым материалом с микролитами альбита, реже — титан-авгита, игольчатыми кристаллами титано-магнетита, иногда — ромбиками санидина. Кальцит в базальтах выделяется в виде овоидов и гнезд размером от 0,3 до 20 мм, в сростании с альбитом, а также в интерстициях между зернами других минералов. По модальному составу породы можно отнести к трахибазальтовым порфиритам, а по наличию нормативного оливина и нефелина (содержание последнего — до 20 масс.%, согласно пересчетам по CIPW) — классифицировать как щелочные базальтоиды.

Породы второй фазы внедрения выражены кварц-полевошпатовыми риолитами калиевой и натриевой серий и отличаются сложностью форм залегания, среди которых преобладают пластообразные залежи в сочетании со структурами выполнения трещинно-жерлового типа. Риолиты калиевой серии — интенсивно измененные вторичными процессами (пропилитизация, гидрослюдизация) порфировые породы белого цвета с массивной или флюидалной текстурой. Порфировые выделения представлены санидин-анортоклазом. Модальный минеральный состав наиболее свежих разностей пород: кварц 45,9; альбит 25,6; ортоклаз 20,4; биотит 6,1; кальцит 0,9; сфен 0,4; апатит 0,06 (масс.%). Риолиты натриевой серии — агломератовидные породы, содержащие: альбит 49,0; кварц 40,0; хлорит 5,0; кальцит 4,0; сфен 0,4 (масс.%). Кальцит образует включения самостоятельных ксеноморфных индивидов или сростания с альбитом.

С риолитами калиевой серии связаны силекситы и карбонатитовиды. Последние представляют собой породу с панидиоморфнозернистой структурой, сложенную доломит-анкеритом (40,0—45,0 масс%), пиритом (40,0—45,0 масс.%), баритом (5,0—10,0 масс.%), а также незначительным количеством сфена, хлорита, халькопирита, галенита и сфалерита. По температуре образования — 400—500° (данные вакуумной декриптометрии, определения А. Г. Грановского, РГУ) карбо-



натитоиды, согласно принятой классификации [6], относятся ко второй стадии карбонатитового этапа.

Затем гомодромная направленность становления пород комплекса сменяется на антидромную и в третью фазу происходят излияния трахитовых порфиритов с вкрапленниками калиево-натриевого полевого шпата, кислого плагиоклаза и иногда авгита. Реальный минеральный состав трахитовых порфиритов: альбит 49,0; санидин-анортитоклаз 30,0; кварц 11,5; хлорит 5,3; кальцит-доломит 1,5; титаномагнетит 1,0 (масс.%). Кальцит-доломит образует включения в альбите, а также гнезда неправильной формы.

В последнюю, четвертую фазу формирования комплекса происходят трещинные излияния трахибазальтовых порфиритов.

На левобережье р. Черек Балкарский, севернее развалин селения Зылги, в аргиллитах аалена наблюдаются горизонты вулканических бомб с силикатно-карбонатным составом матрицы: альбит 45,5; кальцит 36,5; ортоклаз 6,3; кварц 5,5; сфен 2,4; пирит 1,5; дикцит 1,0; магнетит 0,5; апатит 0,6 (масс.%) — и четкими изометричными или линзовидными обособлениями существенно сульфидного состава (преимущественно обрита с включениями альбита, кальцита, ортоклаза, кварца и других минералов, слагающих матрицу). По составу и возрасту образование бомб коррелируется со второй фазой внедрения пород формации.

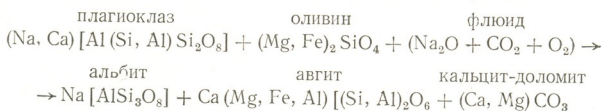
Породы, входящие в описанный комплекс, характеризуются четкой петрохимической и геохимической преемственностью, выраженной повышенной щелочностью, единым геохимическим спектром рудных элементов (свинец, цинк, медь, мышьяк, никель, золото, серебро) с увеличением их содержаний в пределах гомодромного ряда — от ранних к поздним и устойчивым альбит-карбонатным парагенезисом, что отражает общность происхождения этих пород из единого очага.

Всеми предыдущими исследователями [1—4] альбит и карбонат описывались как вторичные минералы, связанные с процессом деанортитизации. Однако такая трактовка вопроса находится в противоречии с балансом вещества. Согласно экспериментальным данным [7], величина растворимости  $\text{CO}_2$  в молекулярной и ионной форме в породах нормального ряда не превышает 2,5%, т. е. максимальное количество карбоната, образованного за счет деанортитизации, не может превышать 5%, в то время как в базальтах количество кальцита достигает 22%. Не разрешает противоречия и применение к породам понятия «миндалекаменный», постулирующего наложенный, гидротермальный характер овидов и гнезд кальцита: в вулканических бомбах, постмагматический этап образования которых сжат природой до считанных минут и протекал заведомо без привноса-выноса вещества, количество карбоната достигает 36,5 масс.%. Изложенные данные показывают невозможность образования кальцита в выявленных количествах путем вторичных преобразований пород. Повышенную карбонатность магматических образований щелочнобазальт-риолитовой формации Кабардино-Балкарии вплоть до образования силикатно-карбонатных вулканических бомб и дериватов карбонатитовидного состава правомерно рассматривать как продукт углекислотной дегазации вещества мантии [8, 9]. Наиболее вероятным путем образования карбонатов в рассматриваемом случае представляется процесс карбонатизации базальтоидных магм по Л. Л. Перчуку [10]. Наиболее интенсивная углекислотная дегазация магмы, по экспериментальным данным [11], происходит в интервале глубин 40—20 км при давлениях  $11,2 \cdot 10^8 \text{ Па}$  —  $6,0 \cdot 10^8 \text{ Па}$ . Причем, как показали Г. П. Орлова и И. Д. Рябчиков [12], при избытке щелочей преобладающей формой углекислоты является ион  $\text{CO}_3^{2-}$ .

Согласно теоретическим представлениям [10], повышение парциального давления углекислоты в системе приводит к появлению в си-



ликатном расплаве множества «капель» карбонатного флюида, состоящего из углекислоты и щелочей. Геохимическое сродство  $\text{CO}_2$  к  $\text{CaO}$  приводит к экстрагированию кальция из первичного базальтового расплава в карбонатный флюид, что в принципе обуславливает расслоение системы на карбонатную жидкость и обедненный кальцием алюмосиликат. Взаимодействие указанного флюида с расплавом, представляющим собой, по современным представлениям, сильно неупорядоченные эквиваленты кристаллических твердых веществ, приводит к ряду сложных реакций, которые для базальтов в итоговом выражении могут быть представлены гипотетической реакцией:



Авгит при избытке воды в этой реакции переходит в хлорит. В основе допущения приведенной реакции лежат представления Л. Л. Перчука о возможности образования первичного карбоната за счет потенциального анортита в базальтовом расплаве [10], расчетные данные О. Л. Кускова [13] о неустойчивости оливина при высоком парциальном давлении углекислоты, а также нормативный и реальный минеральный состав базальтов в совокупности с текстурно-структурными соотношениями минералов.

Как известно, альбит-карбонатный парагенезис характерен для ряда магматических образований типа спилитов, кератофинов, альбитофинов, формирование которых, вероятно, связано с дифференциацией основных пород и может протекать по типу указанной выше реакции. В частности Г. С. Дзоециндзе [14] полагал, что «спилитизация происходит не после излияния расплава, а в самом очаге, где минерализаторы, мигрируя к верхней части очага, еще до начала извержений создают там условия для образования альбита вместо андезина или лабрадора».

Приведенные материалы позволяют предполагать существование в природе магматогенного ряда: спилиты — кератофиры — карбонатно-силикатные породы — карбонатитовиды — карбонатиты, характеризующегося первичным альбит-карбонатным парагенезисом, образование которого связано с процессами углекислотной дегазации мантии.

Кавказский институт  
минерального сырья  
им. А. А. Твалчрелидзе

(Поступило 24.12.1983)

გეოლოგია

3. მაკროზონი

პირველადი მაგმატოგენური ალბიტ-კარბონატული პარაგენეზისი  
როგორც მანტიური ნივთიერების დეგაზაციის ინდიკატორი

რეზიუმე

ბალყარული ჩერეკისა და ჩეგემის მდინარეთა აუზების ტუტე ბაზალტ-რიოლიტური ფორმაციის პეტროლოგიური კვლევისა და თერმოდინამიკული მონაცემების საფუძველზე მტკიცდება ალბიტ-კარბონატული პარაგენეზისის პირველადი მაგმატოგენური ბუნება. დასაბუთებულია აზრი ბუნებრივი მაგმატოგენური რიგის არსებობის შესახებ: სპილეტები—კერატოფირები—კარბონა-



ტულ-სილიკატური ქანები — კარბონატიტოიდები — კარბონატები. ხსენებული რიგი წარმოადგენს მანტიური ნივთიერების ნახშირმჟავიანი დეგაზაციის შედეგს.

## GEOLOGY

V. N. MAKAROV

### PRIMARY MAGMATIC ALBITE-CARBONATE PARAGENESIS AS AN INDICATOR OF DEGASSING OF THE MANTLE MATTER

#### Summary

The magmatic nature of the albite-carbonate paragenesis is postulated on the basis of a petrologic investigation of the alkali basalt-rhyolite formation in the Cherek Balkarski and Chegem river basins and on thermodynamic data. The presence of a natural magmatic series (spilites—keratophyres—carbonate-silicate rocks—carbonatitoids—carbonatites) is suggested. This series represents products of carbon dioxidic degassing of the mantle matter.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. С. Белянкин. Изв. Петроградского политех. ин-та, т. 23, вып. 2, 1915.
2. А. П. Лебедев. Труды ИГН АН СССР, сер. петрограф., вып. 113, № 33, 1950.
3. А. А. Цветков. Мезозойский магматизм центральной части Северного Кавказа. М., 1977.
4. А. М. Борсук. Мезозойские и кайнозойские магматические формации Большого Кавказа. М., 1979.
5. В. Н. Макаров, Д. А. Апостолов, К. К. Карасев, Б. Т. Коновалов, Я. А. Коновалов. Тез. докл. IV Регионального петрографического совещания по Кавказу, Крыму и Карпатам. Тбилиси 1983.
6. В. И. Смирнов. Геология полезных ископаемых. М., 1982.
7. А. А. Кадик, С. Н. Шилобреева, В. И. Коробков. X Всесоюзное совещание по экспериментальной и технической минералогии и петрографии. Киев, 1981.
8. А. П. Виноградов. Изв. АН СССР, сер. геол., № 11, 1962.
9. В. В. Велинский. Геология и геофизика, № 1, 1970.
10. Л. Л. Перчук. Сб. «Геохимия, петрология и минералогия щелочных пород». М., 1971.
11. К. В. Бердников, В. С. Приходько. ДАН СССР, 259, № 3, 1981.
12. Г. П. Орлова, И. Д. Рябчиков. Изв. АН СССР, сер. геол., № 12, 1977.
13. О. Л. Кусков. Геохимия, № 12, 1978.
14. Г. С. Дзоценидзе. Роль вулканизма в образовании осадочных пород и руд. М., 1969.

О. В. КУЦНАШВИЛИ

## О КЛАССИФИКАЦИИ МАССИВОВ ГОРНЫХ ПОРОД ПО СТЕПЕНИ ТРЕЩИНОВАТОСТИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. М. Буачидзе 4.3.1984)

Известно большое количество классификаций трещиноватости, построенных по различным признакам (по трещинной пустотности, по частоте и модулю трещиноватости, по пустотности и блочности и др.) этого сложного и важного компонента состояния и свойств горных пород [1—6 и др.]. Они, как правило, отличаются большим разнообразием (даже две главы СНиП II—46—76 и II—44—78 [5, 6] включают различные классификации) и не содержат необходимой информации для оценки степени устойчивости горных пород в зоне влияния различных сооружений.

В результате анализа существующих классификаций и обобщения большого фактического материала по изучению трещиноватости массивов горных пород Кавказа нами разработана новая классификация массивов горных пород по степени трещиноватости (таблица). Количественными и качественными критериями для предложенной классификации выбраны соответственно коэффициент трещиноватости, характеристики фильтрационно-деформационных свойств ( $K_f$ ,  $E$ ,  $F$ ) и степень устойчивости горных пород в сфере взаимодействия с сооружением.

Коэффициент трещиноватости представляет собой интегральную характеристику степени расчлененности массива горных пород на отдельные блоки и определяется по формуле

$$K_T = \frac{\Pi}{B},$$

где  $K_T$  — коэффициент трещиноватости;  $\Pi$  — трещинная пустотность в долях единицы;  $B$  — блочность, см.

Трещинную пустотность массива следует определить как отношение объема полостей трещин к общему объему массива [4], или как отношение общей ширины трещин к суммарной ширине трещин и блоков горных пород массива:

$$\Pi = \sum_{i=1}^n \frac{b_i}{a_i + b_i},$$

где  $b_i$  — ширина трещин в системе, см;  $a_i$  — расстояние между трещинами в системе, см;  $n$  — количество систем трещин.



| Классификация массивов<br>Горных пород по коэф-<br>фициенту трещиновато-<br>сти $K_T$ | Характеристики фильтрацион-<br>но-деформационных свойств<br>массива |                   |       | Степень устойчивости<br>массивов горных пород<br>в сфере взаимодействия<br>с сооружением |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                       | КФ                                                                  | $\frac{E_p}{E_m}$ | f     |                                                                                          |
| Весьма слаботрещиноватые<br>$K_T < 3 \cdot 10^{-6}$                                   | 0,01                                                                | 1                 | 10—20 | Весьма устойчивые                                                                        |
| Слаботрещиноватые<br>$3 \cdot 10^{-6} < K_T < 3 \cdot 10^{-5}$                        | 0,01—0,1                                                            | 1—2               | 5—10  | Устойчивые                                                                               |
| Средне трещиноватые<br>$3 \cdot 10^{-5} < K_T < 3 \cdot 10^{-4}$                      | 0,1—1                                                               | 2—5               | 2—5   | Средней устойчивости                                                                     |
| Сильнотрещиноватые<br>$3 \cdot 10^{-4} < K_T < 3 \cdot 10^{-3}$                       | 1—10                                                                | 2—50              | 1—2   | Слабой устойчивости                                                                      |
| Весьма сильнотрещиноватые<br>$3 \cdot 10^{-3} < K_T < 3 \cdot 10^{-2}$                | 10—100                                                              | 20—50             | 0,3—1 | Неустойчивые                                                                             |
| Раздробленные<br>$K_T > 3 \cdot 10^{-2}$                                              | 100                                                                 | 50                | 0,3   | Весьма неустойчивые                                                                      |

Примечание:  $K_f$ —коэффициент фильтрации, м/сутки;  $E_p$ —модуль общей деформации породы в образце, МПа;  $E_m$ —модуль общей деформации массива пород, МПа;  $f$ —коэффициент крепости по Протодьяконову.

Блочность — показатель размера блоков горной породы, разделенных трещинами. Она характеризуется средним поперечным размером блока или объемом блока [3]:

$$B = \sqrt[3]{\frac{\bar{a}_1 \cdot \bar{a}_2 \cdot \bar{a}_3}{\left(1 + \frac{\sqrt[3]{\bar{a}_1 \cdot \bar{a}_2 \cdot \bar{a}_3}}{\bar{a}_4}\right) \left(1 + \frac{\sqrt[3]{\bar{a}_1 \cdot \bar{a}_2 \cdot \bar{a}_3}}{\bar{a}_5}\right) \dots \left(1 + \frac{\sqrt[3]{\bar{a}_1 \cdot \bar{a}_2 \cdot \bar{a}_3}}{\bar{a}_n}\right)}}$$

где  $\bar{a}_1, \bar{a}_2, \bar{a}_3, \dots, \bar{a}_n$  — среднее расстояние между трещинами в системах. Системы трещин нумеруются так, чтобы выполнялось соотношение  $\bar{a}_1 \leq \bar{a}_2 \leq \bar{a}_3, \dots, \bar{a}_{n-1} \leq \bar{a}_n$ .

Характеристики фильтрационно-деформационных свойств массива и оценка степени устойчивости массивов горных пород в сфере взаимодействия с сооружением определены в результате анализа накопленного опыта изысканий, строительства и эксплуатации многочисленных транспортных объектов, сооруженных в различной степени трещиноватых массивах горных пород Кавказа. В соответствии со степенью трещиноватости нами выделяется шесть уровней устойчивости массивов горных пород: весьма устойчивые, устойчивые, средней устойчивости, слабой устойчивости, неустойчивые и весьма неустойчивые.

Весьма слаботрещиноватые массивы горных пород, для которых прочностные, деформационные и фильтрационные свойства очень близки к свойствам образцов этих пород, являются наиболее прочными и устойчивыми. На откосах выемок и в подземных выработках горные породы весьма устойчивые.

Слаботрещиноватые массивы горных пород также являются устойчивыми. Свойства массива также близки к свойствам слагающих пород в образце. На откосах выемок и в подземных выработках при неблагоприятной ориентировке трещин не исключены вывалы единичных крупных глыб диаметром 100—300 см.

В среднетрещиноватых массивах горные породы характеризуются средней устойчивостью. Прочностные, деформационные и фильтрационные свойства массива заметно отличаются от таких свойств в



образце. С откосов выемок и в подземных выработках возможны вывалы отдельных камней диаметром 30—100 см.

Сильнотрещиноватые массивы горных пород в сфере взаимодействия с сооружением отличаются слабой устойчивостью. Свойства таких массивов существенно отличаются от свойств горных пород в образце. С откосов выемок и в подземных выработках возможны вывалы камней диаметром до 30 см и обрушения небольшой массы горных пород.

Весьма сильнотрещиноватые массивы горных пород, как правило, неустойчивые. Свойства пород резко отличаются от свойств массива. С откосов выемок и со свода подземных выработок возможны осыпи, вызвали и крупные обрушения горных пород.

В раздробленных массивах горные породы характеризуются исключительной неустойчивостью и обладают свойствами, присущими рыхлым несвязным породам. В земляных и подземных выработках возможны обрушения горных пород и проявления громадного давления.

Предлагаемые основные положения оценки трещиноватости и устойчивости массивов горных пород легли в основу типизации горных массивов, прошедшую достаточно убедительную апробацию при составлении ТЭО строительства Кавказской перевальной железной дороги и других транспортных объектов, сооруженных в сложных горно-складчатых условиях Кавказа.

Нам предоставляется, что с целью повышения эффективности инженерно-геологических исследований и проектирования транспортных объектов и других сооружений необходимо внести изменения в существующие СНиПы [5, 6] и инструкции [1, 2] согласно предложенным нами основным положениям оценки трещиноватости массивов горных пород. Такие изменения будут способствовать применению более обоснованных проектных решений и рациональному использованию материально-технических ресурсов и природно-геологической среды.

Проектно-изыскательский  
институт «Кавгипротранс»

(Поступило 16.3.1984)

გეოლოგია

მ. ჭუცნაშვილი

ქანავის მასივების კლასიფიკაციის შესახებ ნაპრაღიანოვის  
ხარისხის მიხედვით

რეზიუმე

მთიან-ნაოჭა ოლქებში რკინიგზების, გვირაბების და სხვა ნაგებობათა მშენებლობისათვის საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევების თავისებურებათა გათვალისწინებით შემუშავებულია ქანების მასივების ახალი კლასიფიკაცია ნაპრაღიანოვის ხარისხის მიხედვით.

O. V. KUTSNASHVILI

ON ROCK MASS CLASSIFICATION BY THE DEGREE OF  
JOINTING

## Summary

Taking into consideration the specificity of engineering-geological studies for the construction of underground, railroad, and other facilities in folded-mountain conditions, a new classification of rock masses has been worked out, based on the degree of jointing.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ВСН 190—78. М., 1978, 39.
2. Инженерно-геологические исследования при гидротехническом строительстве. М., 1981, 352.
3. М. В. Рац, С. Н. Чернышев. Трещиноватость и свойства трещиноватых горных пород. М., 1970, 160.
4. Рекомендации по изучению трещиноватости горных пород при инженерно-геологических изысканиях для строительства. М., 1974, 37.
5. СНиП II-16-76. М., 1977, 36.
6. СНиП II-44-78. М., 1977, 36.

И. У. ШВЕЛИДZE

## КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ БИОТИТОВ ИЗ МЕТАМОРФИТОВ АБХАЗИИ И ВЕРХНЕЙ СВАНЕТИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. М. Заридзе 15.5.1984)

В настоящее время как в советской, так и в зарубежной литературе накоплен значительный фактический материал о пределах и типах изоморфных замещений в октаэдрических, тетраэдрических и межслоевых позициях природных биотитов [1—3]. Поэтому все более широкое применение в практике находят математические методы исследования, позволяющие уточнять и конкретизировать наличие возможных изоморфных замещений.

Ниже рассмотрим результаты корреляционного анализа кристаллохимического состава биотитов из метаморфических пород Абхазии и Верхней Сванетии (см. таблицу), представленные как суммарной выборкой ( $n=70$ ), так и совокупностями образцов из насыщенных и недосыщенных  $K_2O$  метapelитов ( $n=31$  и  $n=26$ ) и богатых  $CaO$  горных пород ( $n=13$ ).

Расчеты были выполнены в лаборатории петрохимического анализа Геологического института АН ГССР под руководством кандидата химических наук В. И. Миндина.

Рассматривая корреляционную зависимость элементов четверной координации, можно ожидать отрицательную связь с кремнием изоморфных членов  $Al_{IV}$ ,  $Ti$  и  $Fe^{3+}$ .

Как видно из таблицы, для  $Al_{IV}$  такая связь существует, хотя она дает величины ниже предела  $R$  значимого, а для биотитов из недосыщенных  $K_2O$  разновидностей метapelитов она даже неопределима.

Еще более четко на отсутствие изоморфного замещения силиция трехвалентным железом указывает сильная положительная корреляция между ними.

Наибольший интерес представляет поведение титана, ибо его роль в структуре биотита интерпретируется по-разному, что выражается нахождением титана как в октаэдрической, так и в тетраэдрической или одновременно в обеих позициях. Полученные нами результаты убедительно показывают наличие в биотитах Абхазии и Верхней Сванетии изовалентного замещения  $Si^{4+} \rightarrow Ti^{4+}$ , о чем свидетельствует очень сильная отрицательная корреляция между отмеченными ионами с высоким коэффициентом  $R$  значимого.

Таким образом, можно полагать, что в тетраэдрической позиции изученных биотитов, наряду с силицием, присутствуют весь титан и часть алюминия, а трехвалентное железо не участвует в построении тетраэдрического слоя.



В аспекте корреляционного анализа вызывает интерес поведение октаэдрических катионов в биотитах, поскольку в этой позиции сильно развит изоморфизм пары  $Mg \rightleftharpoons Fe^{2+}$ , для которой коэффициент корреляции всегда имеет высокое отрицательное значение. Для биотитов из метаморфитов Абхазии и Верхней Сванетии такая связь действительно существует, однако для суммарной выборки и для биоти-

Коэффициенты корреляции (R) между содержаниями главных кристаллохимических элементов в биотитах Абхазии и Верхней Сванетии

| Кристаллохимические элементы |   | Si    | Ti    | Al <sub>IV</sub> | Al <sub>VI</sub> | Fe <sup>3+</sup> | Fe <sup>2+</sup> | Mg    | Mn    | Na+Ca |
|------------------------------|---|-------|-------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------|-------|-------|
| K                            | 1 | -0,05 | -0,01 | 0,05             | -0,37            | 0,11             | -0,07            | 0,18  | 0,13  | -0,38 |
|                              | 2 | -0,02 | 0,05  | 0,24             | -0,22            | 0,16             | -0,16            | 0,18  | -0,02 | -0,35 |
|                              | 3 | -0,14 | 0,01  | 0,11             | -0,41            | 0,15             | -0,12            | 0,35  | 0,39  | -0,48 |
|                              | 4 | 0,12  | -0,09 | 0,11             | -0,52            | 0,21             | 0,36             | -0,01 | -0,22 | -0,07 |
| Na+Ca                        | 1 | -0,23 | 0,32  | -0,03            | -0,10            | -0,49            | 0,28             | -0,01 | -0,38 |       |
|                              | 2 | 0,17  | -0,01 | -0,37            | -0,25            | -0,07            | 0,15             | -0,10 | -0,51 |       |
|                              | 3 | -0,41 | 0,51  | 0,03             | 0,11             | -0,65            | 0,42             | 0,05  | -0,26 |       |
|                              | 4 | -0,18 | 0,52  | 0,45             | -0,35            | -0,43            | 0,15             | -0,01 | 0,33  |       |
| Mn                           | 1 | -0,25 | -0,06 | 0,01             | 0,26             | -0,19            | -0,03            | -0,31 |       |       |
|                              | 2 | -0,29 | -0,15 | 0,31             | 0,57             | -0,31            | 0,08             | -0,46 |       |       |
|                              | 3 | -0,31 | 0,07  | -0,41            | 0,06             | -0,18            | -0,17            | -0,12 |       |       |
|                              | 4 | -0,42 | 0,21  | 0,23             | 0,22             | -0,32            | -0,18            | 0,07  |       |       |
| Mg                           | 1 | -0,67 | 0,82  | 0,09             | -0,30            | -0,47            | -0,28            |       |       |       |
|                              | 2 | -0,59 | 0,85  | 0,05             | -0,43            | -0,34            | -0,54            |       |       |       |
|                              | 3 | -0,71 | 0,78  | -0,03            | -0,39            | -0,52            | -0,06            |       |       |       |
|                              | 4 | -0,87 | 0,93  | 0,45             | -0,13            | -0,76            | -0,11            |       |       |       |
| Fe <sup>2+</sup>             | 1 | 0,13  | -0,19 | -0,02            | 0,07             | 0,03             |                  |       |       |       |
|                              | 2 | 0,53  | -0,62 | -0,22            | 0,30             | 0,45             |                  |       |       |       |
|                              | 3 | -0,17 | 0,15  | 0,24             | 0,09             | -0,25            |                  |       |       |       |
|                              | 4 | 0,14  | -0,16 | -0,11            | -0,70            | 0,19             |                  |       |       |       |
| Fe <sup>3+</sup>             | 1 | 0,92  | -0,88 | -0,21            | -0,04            |                  |                  |       |       |       |
|                              | 2 | 0,92  | -0,77 | -0,35            | -0,04            |                  |                  |       |       |       |
|                              | 3 | 0,91  | -0,93 | 0,11             | -0,05            |                  |                  |       |       |       |
|                              | 4 | 0,95  | -0,94 | -0,55            | 0,10             |                  |                  |       |       |       |
| Al <sub>VI</sub>             | 1 | 0,08  | -0,17 | -0,13            |                  |                  |                  |       |       |       |
|                              | 2 | 0,01  | -0,31 | 0,08             |                  |                  |                  |       |       |       |
|                              | 3 | 0,13  | -0,13 | -0,33            |                  |                  |                  |       |       |       |
|                              | 4 | 0,11  | -0,13 | -0,42            |                  |                  |                  |       |       |       |
| Al <sub>IV</sub>             | 1 | -0,15 | 0,18  |                  |                  |                  |                  |       |       |       |
|                              | 2 | -0,33 | 0,21  |                  |                  |                  |                  |       |       |       |
|                              | 3 | 0,23  | 0,09  |                  |                  |                  |                  |       |       |       |
|                              | 4 | -0,46 | 0,54  |                  |                  |                  |                  |       |       |       |
| Ti                           | 1 | -0,93 |       |                  |                  |                  |                  |       |       |       |
|                              | 2 | -0,89 |       |                  |                  |                  |                  |       |       |       |
|                              | 3 | -0,94 |       |                  |                  |                  |                  |       |       |       |
|                              | 4 | -0,97 |       |                  |                  |                  |                  |       |       |       |

Значения

- 1 > 0,24 — суммарная выборка,  
 2 > 0,35 — насыщенные K<sub>2</sub>O метapelиты,  
 3 > 0,39 — недосыщенные K<sub>2</sub>O метapelиты,  
 4 > 0,58 — богатые CaO горные породы.



тов из насыщенных  $K_2O$  разновидностей метапелитов она более значительна, нежели в биотитах из недосыщенных  $K_2O$  метапелитов и богатых  $CaO$  горных пород.

В этой же позиции выявляются высокая отрицательная связь между  $Mg$  и  $Al_{IV}$  и корреляционные взаимоотношения между  $Mg$  и  $Ti$ ,  $Ag$  и  $Fe_3^+$ ,  $Fe_3^+$  и  $Ti$ . Если первая пара имеет высокую положительную связь, то остальные две в ряде случаев дают высокую отрицательную корреляцию.

Марганец в незначительной степени коррелируется с магнием и двух- и трехвалентным железом, выявляя в отдельных случаях высокое отрицательное значение  $R$  значимого. Далее из межслоевых катионов отметим корреляцию между  $K$  и  $Na+Ca$ , имеющую отрицательный знак, которая более сильна в биотитах из недосыщенных  $K_2O$  метапелитов и свидетельствует о наличии изоморфного замещения по схеме

$K$  сказанному можно добавить и то, что в некоторых случаях полученные нами результаты не полностью отражают всего разнообразия корреляционных взаимоотношений, поскольку еще не до конца раскрыты все возможные и сложные типы изоморфных замещений в слюдах.

Суммируя результаты парных коэффициентов корреляции, полагаем, что в ряде случаев полученные данные подтверждают широкоизвестные схемы изоморфных замещений и в целом хорошо согласуются с представлениями разных исследователей. Некоторые расхождения с общепринятыми корреляционными схемами, по-видимому, связаны с малым количеством анализов, играющих немаловажную роль при получении  $R$  значимого и позволяющего сверять результаты этих схем.

Приведенные данные (таблица) дают важную информацию о типах и видах изоморфных замещений в биотитах и позволяют выявить специфические особенности различных метаморфических пород Абхазии и Верхней Сванетии.

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

(Поступило 18.5.1984)

მინერალოგია

ი. შველიძე

აფხაზეთის და ზემო სვანეთის მეტამორფული ქანების ბიოტიტების  
 კორელაციური ანალიზი

რეზიუმე

ჩატარებულია აფხაზეთის და ზემო სვანეთის მეტამორფული ქანების ბიოტიტების ტეტრაედრული, ოქტაედრული და სიბრტყეთაშორისო პოზიციებში შემავალი კრისტალოქიმიური ელემენტების კორელაციური ანალიზი. მიღებული შედეგები იზომორფულად ჩანაცვლებული კათიონების სავარაუდო სქემე-

ბის დადგენის საშუალებას იძლევა, რაც თეორიულ მონაცემებს საესეებით შეესაბამება.

MINERALOGY

I. U. SHVELIDZE

A CORRELATIVE ANALYSIS OF METAMORPHIC BIOTITES OF  
 ABKHAZIA AND UPPER SVANETI

Summary

A correlative analysis of crystallochemical elements placed in tetrahedral, octahedral, and interplanar positions has been made for biotites of metamorphic rocks of Abkhazia and Upper Svaneti. The results obtained confirm in the main the widely known schemes of isomorphically substituted cations and are in good agreement with the theoretical data.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. B. Vistelius, O. V. Sarmanov. J. Geol. 69, № 2, 1961.
2. W. M. Webb, L. I. Briggs. J. Geol. 74, № 5, pt 2, 1966.
3. Е. Н. Ушакова. Биотиты метаморфических пород. М., 1971.



Р. В. ДВАЛИШВИЛИ

## К РАСЧЕТУ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА СЕЙСМИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 16.5.1984)

При расчете упругопластических систем на сейсмические воздействия изменение деформированного состояния одного из элементов сооружения в процессе колебаний сопровождается изменением матрицы податливости системы. Для статически неопределимых сложных систем, при всем большом разнообразии возможных деформированных состояний отдельных элементов в процессе колебаний, формирование соответствующих матриц податливости не оправдано ввиду необходимости проведения большого объема вычислений. В подобных случаях значительно легче осуществлять соответствующую корректировку дифференциальных уравнений, записанных с применением метода перемещений. При этом непосредственно определяются усилия в элементах сооружения, что облегчает анализ их напряженно-деформированного состояния.

При реализации указанного метода, наряду с линейными перемещениями, в качестве степеней свободы системы следует рассматривать и повороты ее узлов. При этом расчет характеризуется следующими особенностями: учет инерции поворота узлов не всегда оказывает существенное влияние на результаты расчета, для большинства типов сооружения затруднительно определение моментов инерции масс отдельных узлов, а при больших жесткостях последних незначительные величины моментов инерции масс могут в некоторых случаях обуславливать неустойчивость решения разрешающих дифференциальных уравнений. Следует также иметь в виду, что при выборе динамической расчетной схемы сооружения может представиться возможность рассматривать линейные перемещения узлов без учета их инерционности.

В случае линейной постановки подлежащей решению задачи изложенные выше особенности могут быть легко учтены применением метода сил для составления дифференциальных уравнений колебаний. При необходимости же рассмотрения упругопластических колебаний сложных систем, ввиду сложности формирования матриц податливости системы при изменениях деформированных состояний элементов, становится необходимым, опираясь на метод перемещений, изыскивать пути уменьшения числа степеней свободы системы. Так, в работе [1] методом перемещений решена задача расчета упругопластических пространственных стержневых систем на сейсмические воздействия, заданные реальными акселерограммами землетрясений. В ней рассматривается динамическая расчетная схема сооружения в виде несущей пространственной решетки, несущей грузы в узлах пересечения стержневых элементов, имеющих по 6 степеней свободы.

Развив разработанную в [1] методику, предположим, что описанная выше система имеет  $n+m$  степеней свободы, при этом  $m$  из них отвечают небольшим параметрам инерционности. Систему дифференциальных уравнений упругопластических сейсмических колебаний рассмотренной системы без учета диссипативных свойств материалов можем представить в виде

$$M_j \ddot{Y}_j + \sum_{s=1}^n R_{js} Y_s + \sum_{s=1}^m C_{js} X_s + t_j = -M_j \ddot{U}_j, \quad j=1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

$$M_{n+i} \ddot{X}_i + \sum_{s=1}^m a_{is} X_s + \sum_{s=1}^n b_{is} Y_s + t_{n+i} = -M_{n+i} \ddot{U}_{n+i}, \quad i=1, 2, \dots, m,$$

где  $M_j$  ( $j=1, 2, 3, \dots, n+m$ ) — инерционные параметры системы;  $Y_j$  ( $j=1, 2, \dots, n$ ) и  $X_i$  ( $i=1, 2, \dots, m$ ) — обобщенные перемещения узлов;  $R_{js}$ ,  $C_{ji}$ ,  $a_{ji}$ ,  $b_{ji}$  — переменные обобщенные силы реакции основной системы, действующие в узле  $j$  от обобщенных единичных перемещений, изменяющихся в соответствии с деформированными состояниями элементов системы;  $U_j$  — компоненты обобщенного перемещения грунта основания;  $t_j$  — постоянные величины в пределах данного деформированного состояния элементов системы, обусловленные сопряжением кусочно-линейных диаграмм «обобщенная сила-перемещение».

Пусть  $M_{n+i} = 0$  ( $i=1, 2, \dots, m$ ). Тогда система дифференциальных уравнений (1) распадется на две части: первая из них будет состоять из  $n$  дифференциальных уравнений с  $n+m$  неизвестными, а вторая — из  $m$  алгебраических линейных уравнений с  $n+m$  неизвестными.

Путь решения задачи в принципе прост: следует найти функции  $X_j = f_j(Y_1, Y_2, \dots, Y_n)$  при  $j=1, 2, \dots, m$  и ввести их в первое из дифференциальных уравнений (1). В целях преодоления возникающих при этом затруднений рекомендуется следующий алгоритм решения задачи.

При  $M_{n+i} = 0$  ( $i=1, 2, \dots, m$ ) второе из уравнений системы (1) можно представить в следующем виде:

$$\sum_{i=1}^m a_{ji} X_i = - \sum_{i=1}^n b_{ji} Y_i - t_{n+j}, \quad j=1, 2, \dots, m. \quad (2)$$

Далее, после исключения методом Гаусса неизвестной  $X_1$ , система линейных алгебраических уравнений (2) примет вид

$$\sum_{i=2}^m (a_{k1} a_{i1} - a_{11} a_{ki}) X_i = \sum_{i=1}^n (-a_{k1} b_{i1} + a_{11} b_{ki}) Y_i - t_{n+1} a_{k1} - t_{n+k} a_{11}$$

или

$$\sum_{i=2}^m A_{ki}^{(1)} X_i = \sum_{i=1}^n B_{ki}^{(1)} Y_i + T_k^{(1)} \quad (k=2, 3, 4, \dots, m).$$

Здесь верхние индексы в скобках указывают количество неизвестных, после исключения которых формируются коэффициенты  $A_{ki}$ ,  $B_{ki}$  и величины  $T_k$ .

В общем случае после исключения неизвестных  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_j$  получим систему

$$\sum_{i=j+1}^m (A_{ki}^{(j-1)} A_{i1}^{(j-1)} - A_{j1}^{(j-1)} A_{ki}^{(j-1)}) X_i = \sum_{i=1}^n (A_{ki}^{(j-1)} B_{i1}^{(j-1)} - A_{j1}^{(j-1)} B_{ki}^{(j-1)}) Y_i +$$



$$+(T_j^{(j-1)} A_{ki}^{(j-1)} - T_k^{(j-1)} A_{ji}^{(j-1)}) \quad (k=j+1, j+2, \dots, m)$$

или

$$\sum_{i=j+1}^m A_{ki}^{(j)} X_j = \sum_{i=1}^n B_{ki}^{(j)} Y_j + T_k^{(j)} \quad k=j+1, j+2, \dots, m.$$

Наконец,

$$A_{mm}^{(m-1)} X_m = \sum_{i=1}^n B_{mi}^{(m-1)} Y_i + T_m^{(m-1)},$$

откуда

$$X_m = \frac{\sum_{i=1}^n B_{mi}^{(m-1)} Y_i}{A_{mm}^{(m-1)}} + \frac{T_m^{(m-1)}}{A_{mm}^{(m-1)}} = \sum_{i=1}^n D_{mi} Y_i + E_m. \quad (3)$$

Подставляя (3) в последнее уравнение системы, полученной исключением  $X_1, X_2, \dots, X_{m-2}$ , после соответствующих преобразований имеем

$$\begin{aligned} X_{m-1} &= \sum_{i=1}^n \frac{B_{mi}^{(m-2)} - A_{mm}^{(m-2)} D_{mi}}{A_{m,m-1}^{(m-2)}} Y_i + \frac{T_m^{(m-2)} - A_{mm}^{(m-2)} E_m}{A_{m,m-1}^{(m-2)}} = \\ &= \sum_{i=1}^n D_{m-1,i} Y_i + E_{m-1}. \end{aligned}$$

Аналогично получим

$$\begin{aligned} X_{m-2} &= \sum_{i=1}^n (B_{mi}^{(m-3)} - A_{m,m-1}^{(m-3)} D_{m-1,i} - A_{mm}^{(m-3)} D_{mi}) \frac{Y_i}{A_{m,m-2}^{(m-3)}} + \\ &+ \frac{1}{A_{m,m-2}^{(m-3)}} (T_m^{(m-3)} - A_{m,m-1}^{(m-3)} E_{m-1} - A_{mm}^{(m-3)} E_m) = \sum_{i=1}^n D_{m-2,i} Y_i + E_{m-2}, \end{aligned}$$

а для  $X_{m-k}$  будем иметь

$$\begin{aligned} X_{m-k} &= \sum_{i=1}^n \left( B_{mi}^{(m-k-1)} - \sum_{j=m-k+1}^m A_{mj}^{(m-k-1)} D_{ji} \right) \frac{Y_i}{A_{m,m-k}^{(m-k-1)}} + \\ &+ \frac{1}{A_{m,m-k}^{(m-k-1)}} \left( T_m^{(m-k-1)} - \sum_{j=m-k+1}^m A_{mj}^{(m-k-1)} E_j \right) = \sum_{i=1}^n D_{m-k,i} Y_i + E_{m-k}, \\ &k=1, 2, 3, \dots, m \end{aligned}$$

или

$$X_j = \sum_{i=1}^n D_{ji} Y_i + E_j \quad (j=1, 2, \dots, m). \quad (4)$$



Подставив (4) в первое из уравнений (1), после некоторых преобразований приведем к искомой системе дифференциальных уравнений сейсмических колебаний сооружения, которая, в отличие от системы (1), состоит из  $n$  уравнений с  $n$  неизвестными функциями:

$$M_j \ddot{Y}_j + \sum_{i=1}^n \left( R_{ji} + \sum_{s=1}^m C_{js} D_{si} \right) Y_i + \sum_{s=1}^m C_{js} E_i + t_j = -M_j \ddot{U}_j \quad (j=1, 2, \dots, n). \quad (5)$$

Система дифференциальных уравнений (5) позволяет учитывать в расчетах перемещения и повороты отдельных узлов без учета их инерционности.

В заключение отметим, что при расчете сложных пространственных упругопластичных систем на сейсмические воздействия использование системы уравнений (5) в большинстве случаев может оказаться значительно эффективнее, чем использование системы (1).

Академия наук Грузинской ССР

Институт строительной  
механики и сейсмостойкости  
им. К. С. Завриева

(Поступило 17.5.1984)

საშენიანო მექანიკა

რ. დვალისვილი

სეისმურ ზემოქმედებაზე დრეკადელასტიკური სისტემების  
განგარიშებისათვის

რეზიუმე

შემუშავებულია დრეკადელასტიკური სივრცული დეროვანი სისტემების სეისმურ ზემოქმედებაზე განგარიშების მეთოდოლოგია, რომელიც საშუალებას იძლევა გამოირიცხოს რომელიმე წინასწარშერჩეული კვანძების წრფივი და კუთხური ინერციულობა.

STRUCTURAL MECHANICS

R. V. DVALISHVILI

## TOWARDS THE EARTHQUAKE RESISTANCE ANALYSIS OF ELASTIC-PLASTIC SPACIAL FRAME SYSTEMS

### Summary

A method of analysis of the earthquake resistance of elastic-plastic spacial frame systems, which enables to exclude linear or rotational inertia of some prescribed joints, is presented.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ш. Г. Напетваридзе, Р. В. Двалишвили, Д. К. Уклеба. Пространственные упругопластические сейсмические колебания зданий и инженерных сооружений. Тбилиси, 1982.

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИИ И ОБОГАЩЕНИЕ

Г. И. ЦИЦИКАШВИЛИ

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПОЛИМЕРНОЙ ГИЛЬЗЫ  
ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ НАРУЖНОГО ЗАРЯДА

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. И. Зурабишвили 3.2.1984)

Механизация работ на второй стадии технологического процесса подготовки блоков имеет большое практическое значение, поскольку на большинстве отечественных предприятий разделку монолитов на товарные блоки производят вручную [1].

Наиболее предпочтительно в этих целях применять гидроклинья, производимые зарубежными фирмами. Однако ввиду высокой стоимости (от 7 тыс. до 20 тыс. долларов) комплекта оборудования использование их все еще ограничено. Кроме того, специальными исследованиями установлено, что ширина зоны нарушения околоспурового пространства при использовании гидроклиньев в процессе изготовления гранитных блоков достигает порядка 60 мм [2], что превосходит радиус зоны нарушения сплошности камня от воздействия энергии взрыва детонирующего шнура.

С целью снижения интенсивности воздействия взрыва на горные породы при их циклическом нагружении Институтом горной механики АН ГССР, был разработан новый способ направленного раскола камня действием взрыва наружных зарядов бризантных ВВ [3].

Сущность способа заключается в следующем.

Подготовленные к разделке на блоки монолиты декоративного камня обуриваются взаимопараллельными шпурами, закладываемыми в плоскостях желаемого раскола. Шпуры заполняются водой, а заря-

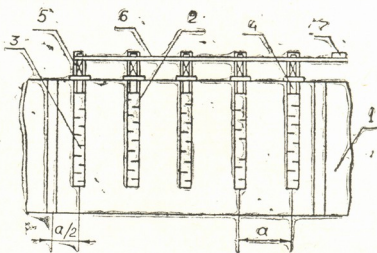


Рис. 1. Схема надшпурового взрывания: 1 — монолит горной породы, 2 — шпуры, 3 — вода, 4 — воздушный зазор, 5 — наружный заряд бризантного ВВ, 6 — магистральная линия детонирующего шнура, 7 — детонатор

ды ВВ располагаются над ними соосно, таким образом, чтоб между зеркалом воды и торцом заряда находился осевой воздушный зазор (рис. 1).

Образованная взрывом воздушная ударная волна при встрече с границей раздела продукты детонации — поверхность воды отражает-



ся от нее как от жесткой неподвижной преграды, в результате чего давление на фронте преломленной волны резко возрастает и передается жидкости, заполняющей шпур. Малая сжимаемость воды обеспечивает передачу импульса горной породе вдоль всей высоты занимаемого ею столба без существенных потерь.

Наличие воздушного зазора между зарядом и зеркалом воды способствует увеличению продолжительности воздействия нагрузки [4].

Впервые опытно-промышленная проверка эффективности нащпурового взрывания была произведена на Салиетском мраморном и Курсебском тешенитовом карьерах в 1970 г. и дала положительные результаты [5]. Однако отсутствие соответствующих устройств для размещения зарядов россыпных ВВ препятствовало его широкому промышленному внедрению.

В настоящее время в Институте горной механики АН ГССР разработана техническая документация на гильзы из полимерных материалов, изготовление опытной партии которых завершилось в конце 1981 г. (рис. 2).

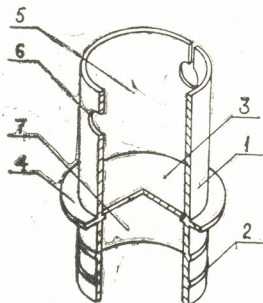


Рис. 2. Полимерная гильза для наружных зарядов россыпных ВВ:

1 — корпус, 2 — ребра уплотнения, 3 — диафрагма, 4 — опорное кольцо, 5 — взрывная камера, 6 — пазы для прокладки магистральной линии детонирующего шнура, 7 — воздушная камера

Широкие исследования по установлению эффективности применения нащпурового взрывания наружных зарядов и его промышленное внедрение начато в 1982—1983 гг.

В результате ранее выполненных исследований было установлено, что для направленного разрушения горных пород наружными зарядами предпочтение следует отдавать порошкообразным ВВ, детонирующим со скоростью 3500—4000 м/с [6]. Из числа промышленных ВВ этому условию наиболее полно удовлетворяет аммонит № 6 ЖВ.

Объем зарядной камеры полимерной гильзы рассчитывался исходя из необходимости размещения в ней заряда с активной массой порядка 6 г при плотности 0,95—1,0 г/см<sup>3</sup>.

При заданном диаметре заряда 32 мм высота его, исходя из расчетной формулы для определения активной части массы [4], определяется из выражения

$$l = \frac{m_a}{\rho_0 \left( \frac{4}{9} + \frac{8}{81} + \frac{l}{r_0} + \frac{16}{2187} \frac{l^2}{r_0^2} \right)} \text{ см};$$

где  $m_a$  — масса активной части заряда, г;  $\rho_0$  — плотность заряда, г/см<sup>3</sup>;  $r_0$  — радиус заряда, см;



Расчеты показали, что длина заряда равняется 6,4 см, объем зарядной полимерной гильзы  $V=51,5 \text{ см}^3$ , а полная масса заряда 50,5 г.

Согласно работе [4], интерполяционное значение удельного импульса для наружного заряда в оболочке определяется из выражения

$$i_0 = \frac{i'_2 - i_2}{1,5} \left( \frac{l}{d} - 1 \right) + i'_2 + i_2;$$

где  $i'_1 = \frac{8}{27} D \rho_0 l \left( \frac{4}{9} + \frac{8}{81} \frac{l}{r_0} + \frac{16}{2187} \frac{l^2}{r_0^2} \right)$ ;  $D$  — скорость детонации ВВ;

$i_2 = \frac{3\pi}{128} \rho_0 D d \sqrt{2 \frac{M}{m}}$ ;  $M$  — масса оболочки зарядной камеры полимер-

ной гильзы;  $m$  — полная масса заряда;  $d = 2r_0$ ;  $i'_2 = \frac{\pi \sqrt{2}}{44} D r_0 \rho_0 \sqrt{\frac{M}{m}}$ .

В результате выполненных расчетов установлено, что удельный импульс взрыва наружного заряда с заданными нами параметрами

$$i_0 = 0,076 \frac{\text{кГс}}{\text{см}^2}.$$

Пристрелочными опытами в карьерных условиях было установлено также, что наилучшее качество раскола при наибольшем расстоянии между шпурами достигается, когда высота воздушного зазора между торцом заряда и зеркалом воды составляет 5,0 см. Поэтому и высота воздушной камеры полимерной гильзы принята нами равной 5,0 см.

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

(Поступило 3.2.1984)

საბაღოთა დამუშავება და გაშენება

ბ. წიწიკაშვილი

კონსტრუქციის მასრის კონსტრუქციის შემუშავება ბარე მუხტების განლაგებისათვის

რეზიუმე

განსაზღვრულია კონსტრუქციული პარამეტრები პოლიმერული მასრისა, რომელშიც მოთავსებული მუხტები გამოიყენება ქანების მიმართული გაპობისათვის.

EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

G. I. TSITSIKASHVILI

DESIGN STUDY OF A POLYMER SHELL CASE FOR  
THE PLACEMENT OF THE EXTERNAL CHARGE

Summary

The construction parameters of a polymer shell case have been determined, its charge being applied for directed splitting of rocks.

1. И. А. Малышева, В. Н. Сиренко. Технология разработки месторождений строительных материалов. М., 1977, 392.
2. Н. Т. Бакка. Сб. «Промышленность нерудных и неметаллорудных материалов», серия 7, вып. 9. М., 1980, 24—28.
3. Р. В. Михельсон, Г. А. Беришвили. Авт. свид. № 285555. Бюллетень «Открытия, изобретения, товарные знаки», 1970, № 33.
4. Ф. А. Баум, Л. П. Орленко, Қ. П. Станюкевич, В. П. Челышев, В. Н. Шехтер. Физика взрыва. М., 1975. 306—316.
5. Р. В. Михельсон, Г. А. Беришвили. Новые методы изготовления блочного камня. Тбилиси, 1973, 94.
6. Г. А. Беришвили, Р. В. Михельсон, В. Д. Лордкипанидзе. Сб. «Вопросы физики горных пород», III. Тбилиси, 1972, 87—95.

Г. Г. ЦУЛАЯ, М. В. ХВИНГИЯ (член-корреспондент АН ГССР),  
И. Ф. ЧЕКИРДА, В. В. ДАНИЛОВЦЕВ

## ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ ПРОИЗВОЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ ОПЕРАТОРА

В нормальных условиях в любом физиологическом и функциональном состояниях телу человека свойственны знакопеременные микро-двигательные процессы. Эти процессы в основном связаны с изменениями суставных углов (физиологический тремор).

Известно также, что некоторые произвольные движения человека неравномерны, т. е. в микроинтервалы общего времени движения увеличивается или уменьшается скорость движущегося звена. Построение произвольных движений, состоящих из различных последовательных фаз, принято называть в литературе [1] микроструктурой движения.

Если рассматривать тремор и микроструктуру движений, как необходимые физиологические факторы для выполнения той или иной двигательной функции, все-таки следует считать, что они являются погрешностями при выполнении целого ряда операций. Поэтому изыскание возможностей их уменьшения представляет собой актуальную практическую задачу. Особенно это касается операторской деятельности, когда точность выполнения задачи управления имеет решающее значение.

Целью настоящих исследований является изучение спектрального состава тремора и микроструктуры произвольных движений, связанных с задачами управления операторской деятельности.

Блок-схема экспериментальных исследований показана на рис. 1. Она включает кресло оператора (1) с ручкой управления, датчики физических величин, специальный стенд, оборудованный системой

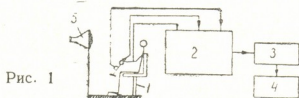


Рис. 1

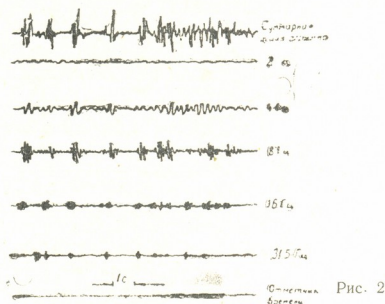
контроля и регистрации физиологической информации (2), а также магнитный накопитель (3). Последующая обработка зафиксированных электрических величин производится терц-октавным анализатором сигналов (4).

По условиям эксперимента были использованы задачи операторской деятельности по выполнению многомерного слежения за динамическим объектом с различными динамическими характеристиками. Причем слежение происходило на телевизионном экране видеоконтрольного устройства (5) по наиболее часто встречающимся в операторской практике видам слежения цели, по смещению, скорости и ускорению. В этих условиях определенное положение ручки управления оператора соответствовало определенным величинам указанных параметров в плоскости экрана видеоконтрольного устройства.

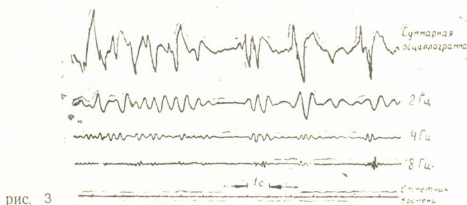
Оператор, сидя в удобном кресле и опираясь предплечьем на подлокотник, кистью выполнял задачи слежения разной сложности. Совместное движение системы «кисть — ручка управления» регистрировались с помощью двух преобразователей величин. Один из них —



преобразователь тремора — был закреплен на среднем пальце кисти и воспринимал как тремор так и микроструктуру движения. Второй — пьезоэлектрический преобразователь ускорения — был закреплен на ручке управления, воспринимая тем самым движения только ручки. Для контроля активности по двум каналам регистрировались биоэлектрические потенциалы мышц, участвующих в движениях.



Эксперименты проводились с участием пяти операторов в идентичных условиях и с одинаковыми задачами. Каждая задача длилась приблизительно 2 мин; всего было выполнено 11 задач. Задачи отражают одинаковые и различные безинерционные, скоростные и инерционные режимы управления по координатным осям в плоскости экрана видеоконтрольного устройства.



На рис. 2 представлена типичная осциллограмма записи суммарных сигналов тремора и микроструктуры движения кисти, а на рис. 3 — осциллограмма движения ручки управления. Там же ниже приведены осциллограммы составляющих спектров каждого из них, выделенных терц-октавным анализатором из суммарных сигналов. Осциллограммы указывают на колебательный характер движения всей системы, хотя составляющие для разных операторов имеют разные характеристики (на рис. 2 максимальные амплитуды колебаний имеют составляющие с частотой 4 и 8 Гц).

Проведенный спектральный анализ обоих сигналов показывает, что для первого из них существует достаточно широкая полоса частотного диапазона. Сравнительно меньше составляющих содержит второй сигнал, соответствующий ручке управления (рис. 3).

На основе спектрального анализа зарегистрированных сигналов произвольных движений управления построены амплитудно-частотные характеристики (рис. 4 и 5). По горизонтальной оси отложены частоты в Гц, а по вертикальной — относительная средняя амплитуда составляющих гармоник спектра. Все амплитуды измерены в одном масштабе. 1—5 — номера операторов.



При анализе сигналов, пропущенных через анализатор спектра, по характеристике прибора, нижние и верхние границы фильтров в третьоктавах охватывают весь частотный диапазон от 2 до 35,5 Гц. Диапазон частот 2—35,5 Гц соответствует реально ощутимым амплитудам составляющих гармоник, превышающих погрешности прибора.

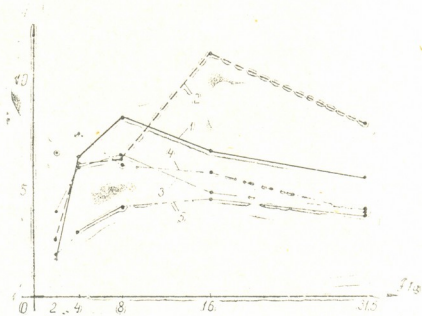


Рис. 4

Как видно из графиков и характерно для всех проведенных экспериментов, в амплитудах колебаний для каждого оператора наблюдается выраженный максимум, который для разных операторов

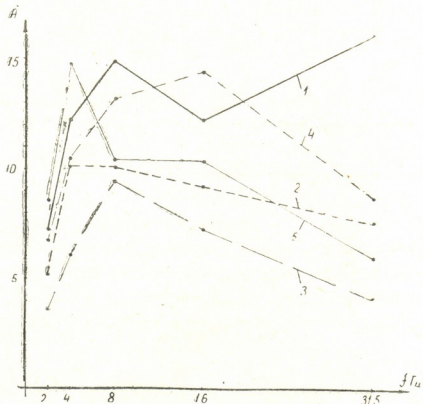


Рис. 5

соответствует разным терциальным частотам. Кроме того, в зависимости от динамики выполняемой задачи управления интенсивность колебаний кисти, как и следовало ожидать, меняется и максимум амплитуд гармоник также сдвигается в ту или иную сторону на терциальных частотах. Сравнения графики амплитудно-частотных характеристик, условно названных первой и третьей задачами на рис. 4 и 5, можно убедиться в сказанном.

При выполнении задач управления, несмотря на то что движение цели имеет вполне определенные постоянные параметры для данной задачи, микроструктура движения кисти представляет собой случайный процесс. Поэтому отмечается определенный разброс амплитуды колебаний составляющих спектра. На основе дисперсионного анализа

этих колебаний можно сказать, что дисперсия для разных гармоник спектра имеет неодинаковое значение. На рис. 6 показаны распределения дисперсий в терц октавы для одной из задач. Аналогичную картину можно наблюдать и в других задачах, проведенных по программе для всех операторов.

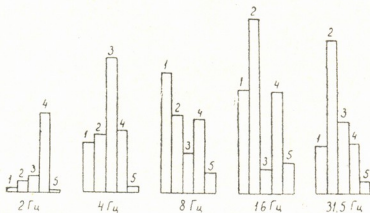


Рис. 6

Экспериментальные исследования показали, что деятельность оператора, выполняющего процесс управления, сопровождается треморными и микроколебаниями при любых сознательных движениях. Они соответствуют фиксированному положению или перемещению ручки управления. Кроме того, эти колебания охватывают широкий спектр частот с изменяющимися частотой и амплитудой гармоник. Есть все основания предполагать, что они зависят от физиологического и психологического состояний оператора.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт механики машин

(Поступило 19.1.1984)

მანქანათმშენებლობა

ვ. ჯულაია, მ. ხვინგია (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ი. ჩაქირდა,  
 ვ. დანილოვსევი

### ოპერატორის თავისუფალი მოძრაობების მიკროსტრუქტურის გამოკვლევა

რეზიუმე

გამოკვლეულია რთული დინამიკური ობიექტის მართვის დროს ოპერატორის მმართველ რგოლში აღძრული ტრემორული და მიკროსტრუქტურული რხევითი პროცესების სპექტრი. ნაჩვენებია სპექტრის შემადგენელი ჰარმონიკების დამოკიდებულება მართვის ამოცანის სირთულესა და დინამიკაზე.

MACHINE BUILDING SCIENCE

### G. G. TSULAIA, M. V. KHVINGIA, I. F. CHEKIRDA, V. V. DANILOVTSSEV INVESTIGATION OF THE MICROSTRUCTURE OF THE ARBITRARY MOTIONS OF AN OPERATOR

Summary

The spectral composition of the tremor and microstructure of the executive member of an operator in controlling a complex dynamic object has been investigated. The dependence of the change of the components of the spectrum harmonics on the dynamics and complexity of the control problem is shown.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Гидиков. Микроструктура произвольных движений человека. София, 1970, 195.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

В. В. МДЗИНАРИШВИЛИ

ОБ ОПТИМАЛЬНОМ УПРАВЛЕНИИ ЧАСТИЧНО  
 НАБЛЮДАЕМЫМИ НЕЛИНЕЙНЫМИ СТОХАСТИЧЕСКИМИ  
 СИСТЕМАМИ

(Представлено академиком В. К. Чичинадзе 28.4.1984)

В работе [1] проблема оптимального управления частично наблюдаемой нелинейной стохастической системой решается в функциональном пространстве, в котором определяется оптимальная стратегия управления. Целью настоящей работы является получение функциональных уравнений Гамильтона—Якоби—Беллмана в явном виде на основе использования понятия апостериорного стохастического функционального оператора.

Функция апостериорной плотности  $\rho(x, t) \triangleq \rho(x, t|y)$  управляемой стохастической системы удовлетворяет стохастическому дифференциальному уравнению, называемому уравнением апостериорной плотности

$$d\rho(x, t) = A(x, u, t)\rho(x, t)dt + B(x, t)\rho(x, t)dy, \quad (1)$$

где  $x$ — $n$ -мерный вектор управляемого процесса;  $u$ — $n$ -мерная стратегия управления;  $A(x, u, t)$ —параболический оператор диффузионного типа  $B(x, t)$ —известная матричная функция;  $dy$ —дифференциал случайного процесса  $y(t)$ , имеющий ковариационную функцию  $E(dy dy^T) = N dt + o(dt)$ ;  $N$ —симметричная положительно определенная матрица размера  $n \times n$ .

Поскольку функция апостериорной плотности  $\rho(x, t)$  является случайной марковской функцией, то она имеет свою функцию плотности  $\beta(\rho, t)$ , которая удовлетворяет уравнению типа Фоккера—Планка—Колмогорова в функциональном пространстве

$$\dot{\beta}(\rho, t) = D_+\beta(\rho, t), \quad \beta(\rho, t_0) = \beta_0(\rho), \quad (2)$$

где

$$\begin{aligned} \dot{\beta}(\rho, t) \triangleq \frac{\partial \beta}{\partial t}, \quad D_+(\cdot) \triangleq - \int_D \sum_{i=1}^n \frac{\delta(\cdot)}{\partial \rho_i} [A(x, t)\rho(x, t)]_i dx + \\ + \frac{1}{2} \int_D \int_{D'} \sum_{i=1, j=1}^n \frac{\delta(\cdot)}{\partial \rho_i \partial \rho_j} [B^T(x, t) N^{-1} B(x', t)\rho(x, t)\rho(x' t)]_{ij} dx dx'. \end{aligned}$$

Критерием оптимальности управления служит функционал

$$\begin{aligned} V(\beta, t) = \min_{u(\tau)} \left\{ \int_t^T \int_B S(\rho, u(\tau), \tau) \beta(\rho, \tau) d\rho d\tau + \right. \\ \left. + \int_B S_0(\rho(T)) \beta(\rho, T) d\rho \right\}. \quad (3) \end{aligned}$$



В статье [1] было показано, что оптимальная стратегия управления определяется в результате решения функционального дифференциального уравнения

$$-\dot{V}(\beta, t) = \min_{u(t)} \{S(\rho, u(t), t) + V'(\beta, t)(D_+ \beta)\} \quad (4)$$

при условии  $V(\beta, T) = \int_B S_0(\rho) \beta(\rho) d\rho$ .

В уравнении (4)  $V'(\beta, t)$  представляет собой линейный функциональный оператор, действующий на член  $D_+ \beta$  и определяемый в виде

$$V'(\beta)(h) \triangleq \lim_{\eta \rightarrow 0} \frac{V(\beta + \eta h) - V(\beta)}{\eta}.$$

Введем в рассмотрение апостериорный стохастический функциональный оператор, определив его следующим образом:

$$\Phi(\rho, t) \triangleq \int_t^T S(\rho, t, \tau) d\tau + S_0(\rho, t, T). \quad (5)$$

Пусть оптимальное управление  $u^*(t) = U(\beta, t)$  определено в результате решения уравнения (4). Тогда с учетом обозначения (5) согласно (3) получим

$$V(\beta, t) = \int_B \Phi(\rho, t) \beta(\rho, t) d\rho. \quad (6)$$

Взяв производную по  $t$  с обеих сторон выражения (5) [2], получим уравнение

$$\dot{\Phi}(\rho, t) = -S(u^*(t), \rho, t) - D\Phi(\rho, t), \quad (7)$$

где

$$D \triangleq \int_D \sum_{i=1}^n \frac{\delta(\cdot)}{\delta \rho_i} [A(x, t) \rho(x, t)]_i dx + \\ + \frac{1}{2} \int_D \int_{D'} \sum_{i=1, j=1}^n \frac{\delta(\cdot)}{\delta \rho_i \delta \rho_j} [B^T(x, t) N^{-1} B(x', t) \rho(x, t) \rho(x', t)]_{ij} dx dx'.$$

Покажем общность уравнения (7) с функциональным уравнением (4). Запишем апостериорный стохастический гамильтониан

$$H(\beta, \Phi, u(t), t) \triangleq \int_B S(\rho, u(t), t) \beta(\rho) d\rho + \int_B D\Phi(\rho, \beta, t) \beta(\rho) d\rho. \quad (8)$$

Поскольку для скалярных функций  $F(\rho)$  и  $K(\rho)$ , достаточно быстро стремящихся к нулю при  $|\rho| \rightarrow \infty$  выполняется соотношение

$$\int_B F(\rho) D K(\rho) d\rho = \int_B D_+ F(\rho) K(\rho) d\rho, \quad (9)$$



то с учетом (4) согласно (8) и очевидному равенству [1]

$$\int_B S(\rho, u(t), t) \beta(\rho) d\rho = S(\rho, u(t), t),$$

получим

$$\min_{u(t)} H(\beta, \Phi, u(t), t) = \min_{u(t)} \left\{ S(\rho, u(t), t) + \int_B \Phi(\rho, \beta, t) D_+ \beta(\rho) d\rho \right\}. \quad (10)$$

На основе сопоставления выражений (4), (8) и (9) убеждаемся, что решение уравнения (4) эквивалентно решению уравнения

$$H(\beta, \Phi, u^*(t), t) = \min_{u(t)} H(\beta, \Phi, u(t), t), \quad (11)$$

из которого должна быть определена оптимальная стратегия управления  $u^*(t)$ .

Обозначим  $C(\Phi) \triangleq H(\beta, \Phi, u^*(t), t)$ . Тогда с учетом (8) и (9) запишем производную функционала  $C(\Phi)$  по функции  $\Phi$ :

$$C'(\Phi)(h) = \int_B h(\rho) D_+ \beta(\rho, t) d\rho.$$

Из последнего выражения имеем

$$\frac{\delta H}{\delta \Phi} = D_+ \beta(\rho, t). \quad (12)$$

Принимая обозначения  $C(\beta) \triangleq H(\beta, \Phi, u^*(t), t)$ , определяем производную функционала  $C(\beta)$  по функции  $\beta$

$$C'(\beta)(h) = \int_B S(\rho, u^*(t), t) h(\rho) d\rho + \int_B D\Phi(\rho, t) h(\rho) d\rho.$$

Последнее уравнение дает

$$\frac{\delta H}{\delta \beta} = S(\rho, u^*(t), t) + D\Phi(\rho, t). \quad (13)$$

С учетом уравнений (2) и (7) выражения (12) и (13) могут быть записаны следующим образом:

$$\begin{aligned} \frac{\delta H}{\delta \Phi} &= \beta(\rho, t), \\ \frac{\delta H}{\delta \beta} &= -\dot{\Phi}(\rho, t). \end{aligned} \quad (14)$$

Система уравнений (14) представляет собой уравнения типа Гамильтона—Якоби—Беллмана, записанных в явном виде для задачи оптимального управления частично наблюдаемой нелинейной стохастической системой в функциональном пространстве.

НИИ автоматизации производственных  
процессов в промышленности  
г. Гори

(Поступило 4.5.1984)

## 3. მინარეჟირი

ნაწილობრივად დაკვირვებადი არაწრფივი სტოქასტური სისტემების  
 ოპტიმალური მართვის შესახებ

რ ე ზ ი უ მ ე

არაწრფივი სტოქასტური მართვის სისტემისათვის მიღებულია ჰამილ-  
 ტონ — იაკობი — ბელმანის ტიპის განტოლება ცხადი სახით.

## AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

V. V. MDZINARISHVILI

ON THE OPTIMAL CONTROL OF PARTIALLY OBSERVABLE  
 NONLINEAR STOCHASTIC SYSTEMS

## Summary

Using the concept of a posteriori stochastic functioning of an operator, Hamilton-Jacobi-Bellman functional equations have been derived in explicit form for a class of partially observable nonlinear stochastic systems of control.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. R. E. Mortensen. Int. J. Control, 4, № 5, 1966, 455.
2. Г. М. Фихтенгольц. Курс дифференциального и интегрального исчисления, т. 2. М., 1966.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

О. Г. НАТРОШВИЛИ, В. П. КОЖЕМЯКО, Д. О. САНИКИДZE,  
 З. О. ДЖАЛИАШВИЛИ

ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ МАТРИЦЫ  
 ВИДЕОТЕРМИНАЛЬНЫХ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ  
 НА КВАНТРОНАХ

(Представлено академиком В. К. Чичинадзе 2.10.1984)

Под информационной цифровой матрицей (ИЦМ) различных терминалов ЦВМ подразумевается организованное множество полупроводниковых индикационных элементов, которые связаны между собой как оптическими, так и электрическими каналами. Такие функциональные оптоэлектронные элементы (оптроны) называются квантронами.

Структурное обозначение квантронов представлено на рис. 1, где напряжение модуляции на выходе квантрона  $U_M = U_3$  — в режиме запуска (зажигания) элемента и  $U_M = U_\Phi$  — в режиме фиксации (устойчивого состояния) элемента. Квантроны при организации многочисленных строк ИЦМ видеотерминальных устройств (количество квантронов в ИЦМ, естественно, зависит от размерности экрана видеотерминала) связаны между собой так, как это показано на рис. 2.

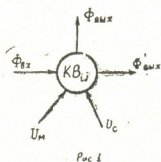


Рис. 1.

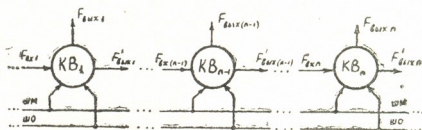


Рис. 2.

Каждый квантрон в ИЦМ может запускаться автономно, внешними сканирующими оптическими сигналами. Таким образом, каждый квантрон

Таблица 1

| $F_{вх}$ | $F_3$ | $F_\Phi$ | $F_C$ | $F_{вых}$ | $F'_{вых}$ |
|----------|-------|----------|-------|-----------|------------|
| 0        | 0     | 0        | 0     | 0         | 0          |
| 1        | 0     | 0        | 0     | 0         | 0          |
| 0        | 1     | 0        | 0     | 0         | 0          |
| 1        | 1     | 1        | 0     | 1         | 1          |
| 1        | 0     | 0        | 1     | 0         | 0          |
| 0        | 1     | 0        | 1     | 0         | 0          |
| 1        | 1     | 0        | 1     | 0         | 0          |

ИЦМ работает согласно таблице, где символы  $F_3$ ,  $F_\Phi$  и  $F_C$  — функции запуска, фиксации и сброса (обнуления, т. е. обновления элементов в пер-

воначальное устойчивое состояние) соответственно,  $F_{вх}$  — функция оптического входа,  $F_{вых} = F'_{вых}$  — функции оптических выходов каждого квантрона. Как видно из таблицы, выходные функции  $F_{вых}$ ,  $F'_{вых}$  принимают два значения, т. е.

$$F_{вых} = F'_{вых} = \begin{cases} 1, & \text{когда } F_{вх} = 1, \quad F_z = 1, \\ & F_\phi = 1 \text{ и } F_c = 0, \\ 0, & \text{в остальных случаях.} \end{cases} \quad (1)$$

Совокупность квантронов по горизонтали и вертикали образует полную матрицу  $K$  ИЦМ. Структурная организация такой матрицы представлена на рис. 3. Каждый квантрон  $KB_{ij}$  в ИЦМ (рис. 3) может быть возбужден модулирующим когерентным (например, сканируемым узконаправленным лучом лазера) или некогерентным световым потоком  $F_{вх(ij)}$ .

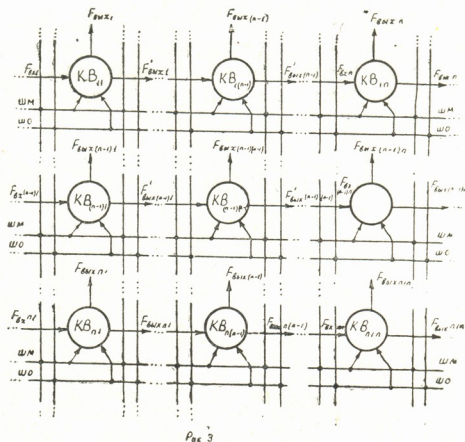


Рис 3.

Используя индексное обозначение регенеративных оптронов, нетрудно заметить, что, с точки зрения общего количества входящих в матрицу  $K$  элементов, ее объем зависит от размерности следующих основных подмножеств:

$$\begin{array}{l}
 A \rightarrow \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|} \hline 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & \dots & n-1 & n \\ \hline \text{оп}_{11} & \text{оп}_{12} & \text{оп}_{13} & \text{оп}_{14} & \text{оп}_{15} & \dots & \text{оп}_{1,n-1} & \text{оп}_{1n} \\ \hline \end{array} \\
 B \rightarrow \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|} \hline 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & \dots & n-1 & n \\ \hline \text{оп}_{11} & \text{оп}_{21} & \text{оп}_{31} & \text{оп}_{41} & \text{оп}_{51} & \dots & \text{оп}_{n-1,1} & \text{оп}_{n1} \\ \hline \end{array} \\
 C \rightarrow \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|} \hline 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & \dots & n-1 & n \\ \hline \text{оп}_{1n} & \text{оп}_{2n} & \text{оп}_{3n} & \text{оп}_{4n} & \text{оп}_{5n} & \dots & \text{оп}_{n-1,n} & \text{оп}_{nn} \\ \hline \end{array} \\
 D \rightarrow \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|} \hline 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & \dots & n-1 & n \\ \hline \text{оп}_{n1} & \text{оп}_{n2} & \text{оп}_{n3} & \text{оп}_{n4} & \text{оп}_{n5} & \dots & \text{оп}_{n,n-1} & \text{оп}_{nn} \\ \hline \end{array}
 \end{array} \quad (2)$$

Каждый элемент  $\text{оп}_{ij}$  матрицы  $K$  находится на пересечении подмножеств (2), т. е. на  $A \cap B \cap C \cap D$ . Исходя из этого при сканировании элементов по матрице оптическим лучом искомый элемент может быть определен всегда, когда выполняется следующее условие:



$$\text{ОП}_{ij} \in |K| \forall [a_{\alpha i}, b_{\beta j}, c_{\theta E}, d_{Qd}] \in K],$$

где  $a_{\alpha i}, b_{\beta j}, c_{\theta E}, d_{Qd}$  — элементы подмножеств матрицы  $K$ .

Таким образом, для отображения любого символа (например, «X»), необходимо существование таких элементов, как  $a_{\alpha i}, b_{\beta j}, c_{\theta E}, d_{Qd}$ , принадлежащих соответственно к подмножествам  $A, B, C, D$ , которые полностью расположены в контуре (в определенной области) матрицы  $K$ , т. е.

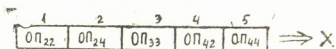
$$\exists [(a_{\alpha i}, b_{\beta j}, c_{\theta E}, d_{Qd}) \in A, B, C, D] \iff X, \quad (4)$$

где знак  $\iff$  употребляется как «равно» по определению контуров в смысле отображения символа «X» в матрице  $K$ .

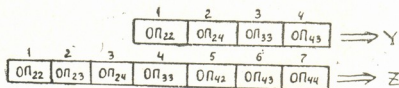
Учитывая условия (3) и (4) в области матрицы

$$M = \begin{pmatrix} \text{ОП}_{22}, & \text{ОП}_{23}, & \text{ОП}_{24} \\ \text{ОП}_{32}, & \text{ОП}_{33}, & \text{ОП}_{34} \\ \text{ОП}_{42}, & \text{ОП}_{43}, & \text{ОП}_{44} \end{pmatrix} \quad \text{при} \quad K = \begin{pmatrix} A, & B \\ C, & D \end{pmatrix},$$

для отображения символа «X» необходимо, чтобы возбуждались множества регенеративных оптронов ИЦМ:



Аналогично в этой же области для отображения других символов (например, «Y», «Z») необходим запуск следующих подмножеств элементов матрицы:



Если ИЦМ видеотерминального цифрового устройства организована по принципу, рассмотренному выше, запуск квантронов практически нетрудно осуществлять управляемым лучом лазера или другим некогерентным источником света.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

Ленинградский институт  
точной механики и оптики

(Поступило 5.10.1984)

ავტორბატური მართვა და გამომვლითი ტექნიკა

რ. ნატროშვილი, ვ. კოხეიძე, ჯ. სანიკიძე, ზ. ჯალიაშვილი

კვანტრონული ციფრული მოწყობილობის ვიდეოტერმინალური  
საინფორმაციო მატრიცის ორგანიზაციის შესახებ

რ ე ზ ი უ მ ე

სტატიაში განხილულია კვანტრონებზე აგებული მატრიცის სტრუქტურა და მისი ფუნქციონირება.

O. G. NATROSHVILI, V. P. KOZHEMYAKO, D. O. SANIKIDZE,  
Z. O. JALIASHVILI

ON THE ORGANIZATION OF THE INFORMATIONAL MATRIX OF  
VIDEOTERMINAL DIGITAL DEVICES WITH QUANTRONS

Summary

The vertical and horizontal organization of quantrons is considered with the aim of constructing a digital matrix.

Д. Т. СОСЕЛИЯ, О. П. МЧЕДЛИШВИЛИ-ПЕТРОСЯН (член-корреспондент АН ГССР), Г. Г. ЗААЛИШВИЛИ

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛУНИТОВОЙ ПОРОДЫ В КАЧЕСТВЕ МИНЕРАЛИЗИРУЮЩЕЙ ДОБАВКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БЫСТРОТВЕРДЕЮЩЕГО БЕЗУСАДОЧНОГО ЦЕМЕНТА

Для повышения активности цементного клинкера и ускорения процесса клинкерообразования, особенно при изготовлении клинкеров с высоким содержанием  $C_3S$  применяют специальные добавки — минерализаторы [1—5], присутствие которых позволяет снизить температуру обжига. При этом снижается вязкость жидкой фазы, что облегчает и ускоряет процесс минералообразования.

Наряду с классическими фторсодержащими минерализаторами, в последнее время большое распространение получили сульфатсодержащие горные породы и отходы производства: фосфогипс, фторогипс, двуводный гипс и др.

С этой точки зрения большой интерес представляло изучение в качестве минерализирующей добавки алунитовой породы.

Природный минерал алунит относится к группе основных сульфатов. Наибольшее распространение получила для него формула



Нами предполагалось, что введение алунитовой горной породы в цементную сырьевую шихту для частичной замены глинистого компонента и сульфатирования клинкера за счет сульфатов, находящихся в составе алунита, должно оказать действие, подобное сульфату кальция, т. е. значительно снизить температуру обжига, интенсифицировать процесс минералообразования и повысить активность клинкера.

Химический состав использованной алунитовой породы Загликского месторождения приводится в табл. 1. В этой же таблице даны химические составы других сырьевых компонентов.

Таблица 1

Химические составы сырьевых компонентов

| Материал                                    | Содержание компонентов, % |                  |                                |                                |       |      |                 |                   |                  |
|---------------------------------------------|---------------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|------|-----------------|-------------------|------------------|
|                                             | п. п. п.                  | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO   | MgO  | SO <sub>3</sub> | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O |
| Цителцкаройский известняк                   | 42,45                     | 0,36             | 0,2                            | —                              | 55,54 | 0,76 | 0,69            | —                 | —                |
| Руставская глина                            | 14,44                     | 50,04            | 16,07                          | 6,33                           | 6,05  | 3,27 | 1,44            | 1,14              | 1,22             |
| Алунитовая порода Загликского месторождения | 8,06                      | 42,27            | 20,15                          | 4,38                           | 1,25  | 0,70 | 19,80           | 1,00              | 2,39             |

Как известно, одной из главных задач при выпуске быстротвердеющего и высокопрочного цемента является получение клинкера нормированного минерального состава с повышенным содержанием алита (55÷65%) и коэффициентом насыщения выше 0,9. При расчете сырьевой смеси все вышесказанное было предусмотрено.

Исследованиями в лабораторных условиях было определено оптимальное количество добавляемой алунитовой породы, которое составляло от 3 до 10% по массе.

Сырьевая смесь была приготовлена и обожжена в полузаводских условиях на опытном цементном заводе института «Гипроцемент» во вращающейся печи длиной 16 м при температуре 1300—1350°C. Качество полученного клинкера контролировалось содержанием в клинкере свободного оксида кальция. Его количество колебалось от 0,6 до 1%.

Ниже в табл. 2 представлены химические составы сырьевой смеси и клинкера.

Химические составы сырьевой смеси и клинкера

| Материал       | Содержание компонентов, % |                  |                                |                                |       |      |                 |                   |                  |      |
|----------------|---------------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|------|-----------------|-------------------|------------------|------|
|                | п. п. п.                  | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO   | MgO  | SO <sub>3</sub> | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | КН   |
| Сырьевая смесь | 34,84                     | 12,89            | 4,59                           | 1,55                           | 42,43 | 1,29 | 1,8             | 0,29              | 0,38             | —    |
| Кликер         | —                         | 19,78            | 6,95                           | 2,38                           | 65,13 | 1,98 | 2,76            | 0,44              | 0,58             | 0,95 |

Высокотемпературным термическим и рентгенофазовым анализом было установлено, что при обжиге смеси с алунитовой добавкой жидкая фаза появляется при значительно более низкой температуре, чем в смеси обычного портландцементного клинкера.

Полученный клинкер был подвергнут физико-химическому исследованию. По данным петрографического и рентгенофазового анализов, клинкер содержит 62—64% алита, 8—10% белита и 25—26% промежуточного вещества. Алит наблюдается с сильно корродированными кристаллами размером 40—70 мкм. Алиту на рентгенограмме соответствуют довольно интенсивные линии:  $d=1,76$ ; 2,60; 2,78; 2,96; 30,3 А (рис. 1).

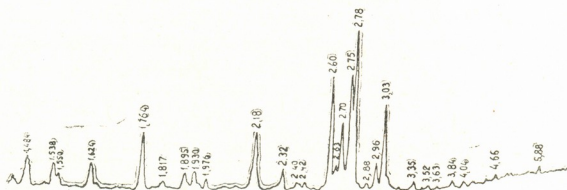


Рис. 1. Рентгенограмма клинкера

В промежуточном веществе в виде сплошной массы был выделен алюминат кальция в основном состава  $C_3A$ , чему на рентгенограмме соответствует линия довольно высокой интенсивности  $d=2,70$  А. Линии незначительной интенсивности  $d=1,62$ ; 3,63; 3,84 А соответствуют сульфоалюминату кальция. Сульфоалюминат кальция, по данным петрографического анализа, обособленно не обнаруживается, но водоцементная суспензия клинкера через несколько часов после приготовления показывала образование гидросульфоалюмината кальция в виде лучистых кристаллических образований.



На инфракрасной спектрограмме этого клинкера (рис. 2) минералу алиту соответствуют полосы поглощения 920, 897, 843, 523 и 463  $\text{см}^{-1}$ , трехкальциевому алюминату — полоса 745  $\text{см}^{-1}$ , слабые полосы при 1133 и 1177  $\text{см}^{-1}$  указывают на наличие групп  $(\text{SO}_4)^{2-}$ , что связано с наличием сульфоалюмината кальция.



Рис. 2. Инфракрасная спектрограмма клинкера

Физико-механические и деформативные свойства цемента на основе полученного клинкера исследовались в лабораторных условиях. Клинкер с добавкой 4% гипса молотся до удельной поверхности  $3200 \pm 100 \text{ см}^2/\text{г}$ .

В табл. 3 приводятся результаты физико-механических испытаний этого цемента.

Таблица 3

Прочностные показатели цемента в малопластичных растворах (1:3)

| Цемент                  | Прочность при сжатии через сутки, МПа |      |      |      | Прочность при изгибе через сутки, МПа |      |      |     |
|-------------------------|---------------------------------------|------|------|------|---------------------------------------|------|------|-----|
|                         | 1                                     | 3    | 7    | 28   | 1                                     | 3    | 7    | 28  |
| Исследуемый цемент      | 20,5                                  | 34,3 | 50,0 | 52,5 | 4,4                                   | 6,0  | 6,3  | 6,9 |
| Руставский цемент М 500 | 14,5                                  | 22,7 | 35,0 | 48,0 | 3,5                                   | 5,78 | 6,35 | 6,3 |

Как видно из таблицы, цемент характеризуется высокими прочностными показателями и стоит в ряду особобыстротвердеющих цементов.

Следует отметить, что указанный цемент характеризуется не только быстрым твердением, но и безусадочностью.

Таблица 4

Показатели деформативных характеристик

| Цемент                  | Свободное расширение через сутки, % |       |       |       | $\frac{\text{возд. вл. хр.}}{\text{вод. хр.}}$ |       |       |       |
|-------------------------|-------------------------------------|-------|-------|-------|------------------------------------------------|-------|-------|-------|
|                         | 1                                   | 3     | 7     | 28    | 90                                             | 180   | 270   | 360   |
| Исследуемый цемент      | +0,03                               | +0,02 | +0,01 | +0,04 | +0,05                                          | +0,07 | +0,06 | +0,07 |
|                         | +0,04                               | +0,05 | +0,05 | +0,10 | +0,22                                          | +0,25 | +0,26 | +0,26 |
| Руставский цемент М 500 | =0,03                               | -0,07 | -0,08 | -0,08 | -0,05                                          | -0,03 | 0,00  | +0,01 |
|                         | -0,03                               | -0,02 | -0,02 | 0,00  | +0,03                                          | +0,05 | +0,06 | +0,07 |

В табл. 4 представлены данные деформативных свойств этого цемента и для сравнения также результаты испытаний цемента М 500 Руставского завода.

Таким образом, проведенными исследованиями установлено, что алунитовая порода с успехом может использоваться в качестве минерализующей добавки для получения быстротвердеющего безусадочного цемента. При этом исключается необходимость введения в сырьевую шихту дефицитных огарков.

КНИИСМ «ГрузНИИстром»

(Поступило 28.10.1983)

მასალათა ტექნოლოგია

დ. სოსელია, ო. მხედლიშვილი-პეტროსიანი (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი), ბ. ჯაალიშვილი

ალუნიტის მადნის როგორც მინერალიზატორული დანამატის გამოყენება სწრაფმამგრებადი ჩაუჯდომადი ცემენტის მისაღებად

რეზიუმე

გამოიჩვენა, რომ პორტლანდცემენტის ნედლეულის ნარევიში 3—10%-მდე ალუნიტის მადნის შეყვანა აუმჯობესებს მინერალბის წარმოქმნის პირობებს, იწვევს შეცბობის ტემპერატურის საგრძნობლად დაწევას და შესაძლებელს ხდის მაღალი სიმტკიცის სწრაფმამგრებადი ჩაუჯდომადი ცემენტის მიღებას.

TECHNOLOGY OF MATERIALS

D. T. SOSELIA, O. P. MCHEDLISHVILI-PETROSYAN, G. G. ZAALISHVILI

## THE USE OF ALUNITE AS A MINERALIZER ADDITIVE TO OBTAIN FAST-HARDENING SHRINKAGE CEMENT

Summary

The introduction of 3-10% rock alunite into Portland cement mixture was found to improve the process of obtaining minerals, causing a marked lowering of the baking temperature and allowing to obtain high-strength fast-hardening shrinkproof cement.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. Д. Окороков. ПЖХ, № 2. 1973.
2. Л. Д. Ершов. Высокопрочные и быстротвердеющие цементы. Киев, 1975.
3. И. В. Кравченко, Т. В. Кузнецова, Ю. Э. Юдович. Химия и технология специальных цементов. М., 1971.
4. А. А. Ульянов, В. А. Тихонов, К. В. Бачинская, Б. М. Купинец, М. И. Матис, Л. В. Писарев. Цемент, № 12, 1974.
5. Б. В. Волконский, П. Ф. Коновалов, С. Д. Максимов. Минерализаторы в цементной промышленности. М., 1964.

А. А. КОЛАКОВСКИЙ  
(член-корреспондент АН ГССР)

## ЭХИНОКОДОН — НОВЫЙ СРЕДИЗЕМНОМОРСКИЙ РОД КОЛОКОЛЬЧИКОВЫХ

По мере исследования карпологических структур обширного рода *Campanula* L. разнообразие признаков его все сокращалось, но, вместе с тем, выявлялись характерные и постоянные основные его признаки — радикалы. В первую очередь, к ним относятся апикальные аксикорны, образующие широкую щель в развилке скелетных жилок, а также сочетающиеся с ними сердцевидные семяносы, широкое, обычно плоское цветоложе и некоторые другие.

На основании этих признаков род типифицирован нами и признан как типично аксикорновый, относящийся к аксикорново-щелевому типу колокольчика (*Campanula* L. s. str., excl. *Hemisphaera* Kolak., *Neocodon* Kolak. et Serd., incl. *Symphandra* A. DC.). Эти комбинации обеспечили большую таксономическую и географическую определенность рода.

Морфологическая однородность рода *Campanula* L. особенно уточнилась после выделения из него таких явно чуждых, но внешне корреспондирующе сходных таксонов, как некоторые безаксикорновые виды, отнесенные к родам *Annaea* Kolak., *Pseudocampanula* Kolak., *Theodorovia* Kolak., *Gadellia* Schulk., а также после предложения к выделению рода *Echinocodon*. Кроме того, из числа аксикорновых видов *Campanula*, резко морфологически отличных по карпологии, выделены следующие, также более или менее внешне сходные, но отнесенные к новым монотипным родам: *Hyssaria* Kolak., *Mzymtella* Kolak., *Sachokiella* Kolak. Если к ним добавить также забытые «фееровские» [1] рода *Favratia* Feer и *Sicyocodon* Feer, то картина получится еще более убедительной.

При исследовании зрелых коробочек *Campanula primulifolia* Brot., собранных с растений, культивируемых в Институте ботаники АН СССР в Ленинграде, и предоставленных нам любезно Т. В. Шулькиной, сразу же бросаются в глаза резкие внешние отличия их от привычных для глаза коробочек видов *Campanula* L. Прежде всего это необычное опущение из длинных реснитчатых волосков, равных по длине половине диаметра коробочки, а также способ раскрывания коробочки срединной довольно крупной поперечной трещиной, неизвестный пока для изученных родов колокольчиковых (у *Musschia* много мелких поперечных трещинок в грубом эндо- и экзокарпе).

Помещение этого вида в подрод *Rapunculus* [2] тоже совершенно не оправдано, так как в этом подроде или в уже установленной новой родовой комбинации *Neocodon* Kolak. et Serd. со ступенчатым аксикорновым клапаном, образующим округлые отверстия, подобного типа коробочек не обнаружено.





Другие выявленные признаки *Campanula primulifolia* полностью подтверждали специфику карпологических структур данного вида и необходимость рассматривать его в таксономическом ранге не ниже рода.

Перейдем теперь к описанию предлагаемого к обнаружению нового рода Эхинокодон, относимого нами к особому ложноаксикорново-трещинному карпологическому типу.

### ECHINOCODON Kolaz. gen. nov.

(Название дано по длинно-реснитчатому опушению чашечки, придающему ей ежеподобный облик).

Тип рода: *Echinocodon primulifolium* (Brot.) Kolak. — *Campanula primulifolia* Brotero, Phyt. Lusit., 9 (1800).

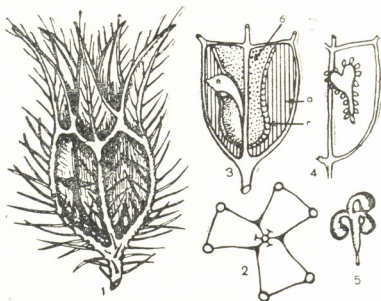


Рис. 1. *Echinocodon primulifolium* (Brot.) Kolak. 1 — общий вид коробочки с трещиной, 2 — поперечный разрез коробочки, 3 — продольный разрез коробочки: а — наружная оболочка, ребром вдающаяся внутрь коробочки, б — внутренняя перегородка, в — трещина в желобке наружной оболочки и внутренней перегородки, г — утолщенная желобчатая часть внутренней перегородки по границе с внешней оболочкой, 4 — продольный разрез гнезда с семяносом, 5 — трехлопастное рыльце

Коробочка широко полусферически-овальная, глубоко трехгранная (рис. 1, 2), с полупрозрачной тонкой оболочкой и толстыми резко выступающими жилками, продолженными в зубцы чашечки (рис. 1,1), опушенная по жилкам длинными одноклетными жесткими реснитчатыми волосками, 3—4 мм дл., сидящими на крупных многоклетных чашевидных бугорках. Цветоложе более или менее плоское, широкое, почти равно диаметру коробочки. Нити тычинок в нижней части широкие, по краю опушенные. Рыльце трехлопастное, лопасти очень широкие, утолщенные (рис. 1,5). Осевая колонка тонкая, выше ее основания начинается внутренняя перегородка, которая в месте срастания с глубоко вдающимся ребром наружной оболочки принимает форму широкого утолщенного желобка (рис. 1, 3,г), заканчивающегося близ края цветоложа. Раскрывание коробочки происходит в результате разрыва ткани желобка с образованием широкой



поперечной трещины где-то в верхней трети коробочки (рис. 1, 3, в). При образовании трещины происходит дальнейший разрыв всей ткани перегородки в виде узкого клина, по пологой окружности доходящего до осевой колонки (образование несколько сходное отмечено в коробочках рода *Gadellia*). Иногда развивается по две трещины в гнезде с соответствующими разрывами внутренней перегородки. Эта постепенно утолщающаяся в сторону желобка ткань внутренней перегородки несколько напоминает либо аксикорны, либо утолщенную часть срединной скелетной жилки на наружных покровах коробочки. Однако ни по своему положению и ни по функции эта часть перегородки с запрограммированными поперечными разрывами, начинающимися от желобка, не подходит ни под одно это определение. Будем условно называть эти утолщенные и разрываемые участки перегородки, граничащие с наружной оболочкой, ложным аксикорном. Таким образом, данные коробочки должны быть отнесены к неаксикорновым типам. Семяносы трехлопастные сердцевидно-языковидные, с удлиненной нижней лопастью, прикрепленные к верхней трети колонки (рис. 1, 4). Семена мелкие, плоские, широко-овальные или яйцевидные, 0,75 мм дл. и 0,5 мм шир., по краю довольно широко крылатые. По данным [2],  $2n=36$ .

Географический ареал: эндем Южной Португалии. Растение, свойственное влажным и тенистым местам.

Как отмечается [3], *Campanula primulifolia* считается близко родственной *C. peregrina* L., но по базальным листьям, неветвистому стеблю, окраске цветков и другим признакам они хорошо отличаются.

Исследованные нами переданные И. Соляком (ЧССР) коробочки *C. peregrina* L. (из Сирии), определенной Э. Буасье, часто встречающейся в Турции [4] и отмеченной в Ливане и Палестине, несомненно, относятся к роду *Echinodon* и, вероятней всего, должны определяться как *E. peregrinum* (L.) Kolak., хотя для подтверждения этого необходимо еще тщательное сравнение его с *E. primulifolium* по всем частям растения.

#### ECHINOCODON Kolak. gen. nov.

Calyx ob nervos crassiusculos prominulos costatus, dense et longe ciliatus. Calycis tubus ovato—haemisphaericus. Receptaculum planum nudum. Stygma trilobum, lobis latis, carnosus. Axicornua nulla. Capsula fissuris transversalibus dehiscens. Placentae tripartitae, cordiforme—lingulatae, ab apice columnae centrali affixae. Semina late—elliptica vel ovata, planiuscula, marginata, 0,75 mm lg. et 0,5 mm lt.

Typus generis: *Echinodon primulifolium* (Brot.) Kolak. comb. nova—*Campanula primulifolia* Brotero, *Phyt. Lusit.*, 9 (1800).

Area geographica: Lusitania in parte australi—

Icones: *Bot. Mag.*, tab. 4879; H. Clifford Crook, 108 (photo)

Описываемое растение представляется нам каким-то особым лучем в пестром веере дивергенции семейства колокольчиковых, в котором проявляется попытка развития особого карпологического типа.

По некоторым признакам — по автономности развития отверстия (поперечной трещины) на наружных покровах коробочки, по косо рас-



трескивающейся внутренней перегородке, наконец, по характеру ветвистости высоких стеблей — род Эхинокодон проявляет некоторое сходство с кавказским, также высокорослым и влаголюбивым родом Гаделия. Во всяком случае род Эхинокодон является каким-то аналогом, развившимся также в условиях влажной лесной природы третичного периода.

По всем показателям данный несомненно третично-реликтовый род Эхинокодон, свойственный Средиземноморью, нуждается в тщательной охране, как совершенно уникальный объект природы, со внесением его в «Красную книгу».

Академия наук Грузинской ССР  
Сухумский ботанический сад

(Поступило 23.3.1984)

ბოტანიკა

ა. კოლაკოვსკი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

ეჩინოკოდონი — ხმელთაშუაზღვის მატიტასებრთა ახალი გვარი

რ ე ზ ი უ მ ე

აღწერილია ხმელთაშუაზღვის მაჩიტისებრთა ახალი გვარი ეჩინოკოდონი. ეს გვარი განსხვავდება *Campanula* L.-ისგან უაქსიკორნული კოლოფით, რომელიც იხსნება შუაში განივი ბზარით. აღნიშნული სახელწოდება მიეცა მას ნაყოფის ხეშეში შებუსვის გამო. მცენარეს ესაჭიროება დაცვა.

BOTANY

A. A. KOLAKOVSKI

### *ECHINOCODON*: A NEW MEDITERRANEAN GENUS OF THE BLUEBELL FAMILY

Summary

A new genus, *Echinocodon* Kolak., is described in reference to the typical species *Campanula primulifolia* Brot. This species differs from the genus *Campanula* L. by a crack opening capsula without a special axicorn organ. The name *Echinocodon* is given because of the long and strong hairs of the capsula.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. H. Feer. Engler Bot. Jahrb., 12, 1890.
2. An. Federov and M. Kovanda. *Campanula* in: Fl. Eur., 4, 1975.
3. H. Clifford Crook. *Campanulas*. London, 1976.
4. H. Damboldt. In: P. H. Davis Flora of Turkey, 6, 1978.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Н. В. ДУМБАДЗЕ, Т. Б. ГЛОВЕЛИ, Н. Р. МГАЛОБЛИШВИЛИ

ЗАВИСИМОСТЬ ХАРАКТЕРА ЭПИЛЕПТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ  
ОТ ЛОКАЛИЗАЦИИ ПЕРВИЧНОГО ОЧАГА

(Представлено академиком Т. К. Иоселиани 9.6.1985)

Проблема механизмов возникновения и прекращения судорожно-го приступа все еще далека от разрешения. Согласно данным литературы, существенное значение для патогенеза судорожной активности имеют структурно-функциональные особенности того отдела ЦНС, в котором локализован эпилептический очаг [1—3]. Этим данным соответствуют и те клинические наблюдения, согласно которым при очаговой эпилепсии на основе характера течения и распространения судорожных разрядов, удается верифицировать фокус патологической активности [4, 5]. При многоочаговой же эпилепсии из-за различного взаимоотношения патологических очагов их выявление не всегда бывает успешным [6, 7]. Поэтому интерес представляет изучение как ней-

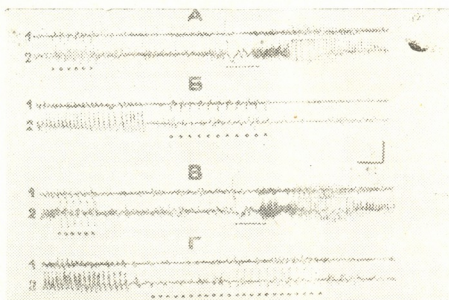


Рис. 1. Изменение уровня активности новой коры и гиппокампа после судорожных разрядов последействия. Регистрируются: сенсомоторная кора (1), дорсальный гиппокамп (2). Пунктирная линия — ритмическое раздражение контралатерального дорсального гиппокампа (3 В, 0,5 мс, 50 Гц). Точки указывают моменты низкочастотной ритмической стимуляции контралатеральной сенсомоторной коры (3 В, 0,5 мс, 1 Гц) (А, Б) и дорсального гиппокампа (3 В, 0,5 мс, 1 Гц) (В, Г) до (А, В) и после (Б, Г) гиппокампальных послеразрядов. Калибровка: горизонтальная линия — 3 с, вертикальная — 250 мкВ

рофизиологических механизмов эпилептической активности, так и формирования вторичных патологических фокусов, их взаимоотношения и т. д.



В настоящей статье представлены результаты исследования возникновения и распространения судорожных разрядов гиппокампа и кортикального (сенсомоторная область) происхождения, а также постконвульсивной функциональной характеристики данных мозговых структур.

Опыты ставились на бодрствующих, слегка ограниченных в движении кроликах в условиях острого эксперимента. В течение всего опыта точки фиксации черепа в стереотаксическом аппарате и операционные раны имбиривались новокаиновым раствором. Раздражающие и отводящие электроды располагались на поверхности новой коры (область сенсомоторной коры), а также в гиппокампах обеих полушарий. В начале опыта для каждой структуры подбирались та минимальная сила раздражения, которая при повторных стимуляциях давала стабильную картину судорожной активности, без внешнего проявления судорог (так называемые локальные судороги).

Судорожная активность, спровоцированная изолированным раздражением дорсального гиппокампа, характеризовалась хорошо выраженным чередованием тонико-клонических фаз (рис. 1). При пороговом раздражении дорсального гиппокампа эпилептические разряды в виде тонической фазы запускались сначала в ипси- и контралатеральном гиппокампе, после чего судорожная активность усиливалась и распространялась на новую кору. Тонические эпилептические разряды постепенно сменялись клонической фазой, за которой следовало заметное угнетение электрической активности регистрируемых структур головного мозга (называемое условно постконвульсивной депрессией) (рис. 1, А, Б). Фоновая электрическая активность в боль-

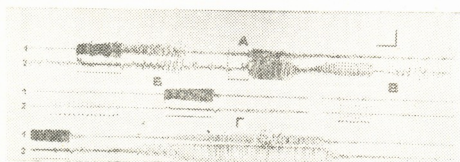


Рис. 2. Влияние гиппокампаальной постконвульсивной депрессии на порог судорожных разрядов неокортикального происхождения. Регистрируются: сенсомоторная кора (1) и дорсальный гиппокамп (2). Сплошная линия — ритмическое раздражение контралатеральной сенсомоторной коры (3В, 0,5 мс, 50 Гц), пунктирная линия — ритмическое раздражение контралатерального дорсального гиппокампа (3 В, 0,5 мс, 50 Гц). Точками обозначены моменты низкочастотной ритмической стимуляции контралатерального дорсального гиппокампа (3 В, 0,5 мс, 1 Гц). Калибровка: горизонтальная линия — 3 с, вертикальная — 300 мкВ

шинстве случаев восстанавливалась спустя 25—30 сек после окончания разрядов последствием. Для выяснения природы гиппокампаальной постконвульсивной депрессии изучалась динамика амплитуды вызванных потенциалов (ВП) данной области при раздражении контралатерального дорсального гиппокампа и сенсомоторной коры. Оказалось, что на фоне постконвульсивной депрессии потенциалы, вызванные раздражением контралатерального гиппокампа, за-



метно угнетались. Подавление ВП регистрировалось как в ипсилатеральном гиппокампе, так и в сенсомоторной коре. Восстановление же их фоновой величины наблюдалось спустя 30—35 сек после окончания судорожной активности (рис. 1,Г). Иным образом влияла гиппокампа́льная постконвульсивная депрессия на ВП, если они вызывались электрическим раздражением контралатеральной сенсомоторной коры. В частности, в ипсилатеральном неокортексе ВП не изменялись, тогда как в гиппокампе они были полностью угнетены (рис. 1,Б). В ходе опытов изучалось влияние гиппокампа́льной постконвульсивной депрессии и на порог судорожного разряда неокортикального происхождения (рис. 2). В подобных случаях наблюдалось значительное повышение эпилептогенного порога (рис. 2,Б). Восстановление неокортикального эпилептогенного порога происходило одновременно с восстановлением амплитуды ВП из контралатерального гиппокампа (рис. 2,В, Г).

Одновременно в наших экспериментах изучался характер течения эпилептических разрядов, вызванных раздражением сенсомоторной коры (рис. 2). Оказалось, что локальные судорожные послеразряды неокортикального и гиппокампа́льного происхождения характерно отличались друг от друга по паттерну. А именно, неокортикальная судорожная активность усиливалась постепенно, со слабовыраженными тонико-клоническими фазами; после окончания судорожного припадка постконвульсивная депрессия не наступала (восстанавливалась

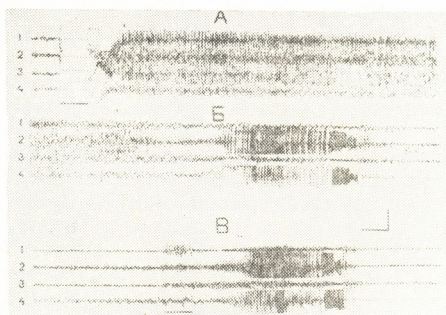


Рис. 3. Формирование вторичного самостоятельного очага эпилептической активности. Регистрируются: симметричные точки сенсомоторной коры (1,3) и дорсального гиппокампа (2, 4) обеих полушарий. А — ритмическое раздражение сенсомоторной коры (6 В, 0,3 мс, 50 Гц), Б — продолжение А, В — ритмическое раздражение дорсального гиппокампа (3 В, 0,3 мс, 50 Гц). Сплошная линия — ритмическое раздражение. Калибровка: горизонтальная линия — 5 с, вертикальная — 300 мкВ

фоновая электрическая активность) (рис. 2,Г); при исследовании функциональной характеристики постконвульсивного состояния неокортикальной области обнаружено, что амплитуда ВП гиппокампа́льного происхождения не менялась (рис. 2,В, Г); не влияла неокортикальная судорожная активность и на эпилептогенный порог гиппокампа (рис. 2,А).

В экспериментах при относительно длительной судорожной активности, вызванной раздражением сенсомоторной коры, после ослабления эпилептической активности в гиппокампе наблюдалось ее вторичное усиление. Паттерн (т. е. развитие, форма и ритм судорожных потенциалов) «вторичных разрядов последействия» отличался от обычных разрядов неокортикального происхождения. Ввиду того что эта «вторичная эпилептическая активность» имела место лишь в гиппокампах обоих полушарий (в отсутствии их даже в первичном корковом очаге), было применено изолированное пороговое раздражение дорсального гиппокампа. Оказалось, что паттерн «вторичных пароксизмальных разрядов» и судорожных разрядов, вызванных стимуляцией гиппокампа, одинаков (рис. 3). Эти результаты, видимо, указывают на формирование вторичного самостоятельного очага эпилептической активности.

Анализ наших экспериментальных наблюдений показывает, что возникновение и распространение судорожной активности, а также характер постконвульсивного состояния в значительной степени определяются тем отделом ЦНС, в котором локализован первичный очаг судорожной активности. Формирование же в гиппокампе вторичного самостоятельного эпилептического фокуса, по всей вероятности, обусловлено нисходящей из первичного коркового очага мощной синаптической бомбардировкой клеток гиппокампа.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 14.6.1985)

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ბ. დუმბაძე, თ. გლოველი, ნ. მგალობლიშვილი

ეპილეფსიური აქტივობის ხასიათის დამოკიდებულება პირველადი კერის ლოკალიზაციაზე

რეზიუმე

ჰიპოკამპისა და სენსომოტორული ქერქის გაღიზიანებით გამოწვეული კრუნჩხვითი განმუხტვების შემდგომ პერიოდში ფუნქციური მდგომარეობა ამ უბნებში განსხვავებულია.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

N. V. DUMBADZE, T. B. GLOVELI, N. R. MGALOBlishVILI

RELATION OF THE NATURE OF EPILEPTIC ACTIVITY TO THE LOCALIZATION OF THE PRIMARY FOCUS

Summary

Evoked epileptic discharges differently influence the functional state of the hippocampus and neocortex.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. И. Крыжановский. Ж. невропат. и психиатр., 76, 1976, 1730—1740.
2. Д. А. Гинсбург, Э. К. Коломеер. Физиология человека, 1, 1975, 640—646.
3. O. Simon *et al.* Electroenceph. clin. Neurophysiol., 40, 1976, 449—455.
4. П. М. Сараджишвили, Т. Ш. Геладзе. Эпилепсия. М., 1977, 304.
5. Д. Г. Шефер, Б. Н. Вейн, В. В. Скрябин, С. С. Гофман, М. В. Надеждина, В. М. Шатохин. Сб. «Нейрофизиологические механизмы эпилепсии». Тбилиси, 1980, 82—88.
6. П. М. Сараджишвили, С. А. Чхенкели, Т. Ш. Геладзе. Там же, 250—258.
7. J. A. Wada, T. Osawa. Neurology, 26, 1976, 273—286.

В. А. ПИРИАШВИЛИ, Ш. М. РУХАДЗЕ, М. Ш. КАВИЛАДЗЕ,  
Д. Ш. УГРЕХЕЛИДЗЕ

## МЕТАБОЛИЗМ ЭКЗОГЕННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО АЗОТА (НИТРОБЕНЗОЛ, АНИЛИН) В ПРОРОСТКАХ ГОРОХА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. Н. Нупубидзе 5.2.1984)

Изучение путей усвоения экзогенного органического азота растениями имеет большое значение для понимания регулирования азотного питания и обмена.

Целью настоящей работы является изучение способности растений усваивать различные формы экзогенного органического азота, связанного с ароматическим ядром.

В качестве исследуемых соединений были взяты нитробензол, анилин и диметиланилин, содержащие окисленную и восстановленную форму азота, а также блокированную аминогруппу. Эти соединения синтезировались нами с применением меченой  $^{15}\text{N}$  азотной кислоты [1].

Чистота синтезированных препаратов контролировалась газожидкостной хроматографией. Опыты проводились над 7-дневными проростками гороха, выращенными в стерильных условиях на искусственной питательной среде без азота. В среду добавлялись меченные стабильным изотопом  $^{15}\text{N}$  соединения (нитробензол, анилин и диметиланилин) с изотопным обогащением 45%. Через определенные промежутки времени брались навески по 20 г листьев и по 15 г корней, биомасса тщательно растиралась на холоду в дистиллированной воде и фильтровалась. Белки осаждались 80% раствором трихлоруксусной кислоты и центрифугировались при 2500 г. В надосадочной жидкости определялся свободный и амидный аммиак по методу Конвея (макровариант). После титрования растворы концентрировались до 1 мл и анализировались на обогащение изотопом  $^{15}\text{N}$ .

Для определения обогащения азота изотопом  $^{15}\text{N}$  использовался эмиссионно-спектроскопический анализатор НОИ-5 (ГДР), где измерения проводились по интенсивности спектральных линий молекулярного азота. Для перевода образца из вида  $\text{NH}_4^+$  в форму молекулярного азота  $\text{N}_2$  применялся ставший классическим гипобромидный метод (метод Кьельдаля), при этом вместо стандартных стеклянных ампул использовались кварцевые капилляры. Чувствительность прибора составляет менее 1 мкг азота, точность измерения относительного содержания изотопа  $^{15}\text{N}$  в образце для рассматриваемых в работе концентраций — 1%. Экспериментально полученные величины концентраций переводились в истинные значения согласно калибровочным кривым, построенным заранее для данного прибора с помощью стандартных эталонных образцов с точно известной концентрацией  $^{15}\text{N}$ .



Динамика обогащения ( $^{15}\text{N}$  %) различных фракций метаболитов

| Ксено-биотик          | Метаболит             | Орган растения | Продолжительность экспозиции, ч |      |      |      |      |
|-----------------------|-----------------------|----------------|---------------------------------|------|------|------|------|
|                       |                       |                | 4                               | 8    | 12   | 24   | 36   |
| А н и л и н           | Свобный $\text{NH}_3$ | Корни          | 0,72                            | 0,9  | 0,96 | 1,46 | 1,84 |
|                       |                       | Листья         | 0,53                            | 0,56 | 0,62 | 0,67 | 0,7  |
|                       | Амидный $\text{NH}_3$ | Корни          | 0,45                            | 0,55 | 0,97 | 1,23 | 1,33 |
|                       |                       | Листья         | 0,51                            | 0,49 | 0,58 | 0,63 | 0,66 |
|                       | Биополимеры           | Листья         | 0,67                            | 0,81 | 0,81 | 0,84 | 1,04 |
|                       |                       | Листья         | 0,51                            | 0,60 | 0,68 | 0,75 | 0,78 |
|                       | Глутаминовая к-та     | Корни          | 0,47                            | 0,46 | 0,50 | 0,52 | 0,55 |
|                       |                       | Листья         | 0,45                            | 0,54 | 0,57 | 0,60 | 0,56 |
|                       | Аспарагиновая к-та    | Корни          | 0,46                            | 0,44 | 0,46 | 0,50 | 0,47 |
|                       |                       | Листья         | 0,45                            | 0,47 | 0,49 | 0,59 | 0,54 |
| Н и т р о б е н з о л | Свобный $\text{NH}_3$ | Корни          | 0,80                            | 1,02 | 1,38 | 1,52 | 1,96 |
|                       |                       | Листья         | 0,57                            | 0,62 | 0,68 | 0,87 | 0,92 |
|                       | Амидный $\text{NH}_3$ | Корни          | 0,55                            | 0,49 | 0,51 | 0,55 | 0,69 |
|                       |                       | Листья         | 0,54                            | 0,45 | 0,57 | 0,68 | 0,67 |
|                       | Биополимеры           | Корни          | 0,55                            | 0,57 | 0,59 | 0,64 | 0,77 |
|                       |                       | Листья         | 0,52                            | 0,53 | 0,52 | 0,53 | 0,55 |
|                       | Глутаминовая к-та     | Корни          | 0,46                            | 0,49 | 0,49 | 0,48 | —    |
|                       |                       | Листья         | 0,52                            | 0,59 | 0,54 | 0,61 | 0,67 |
|                       | Аспарагиновая к-та    | Корни          | 0,49                            | 0,49 | 0,50 | 0,49 | 0,55 |
|                       |                       | Листья         | 0,52                            | 0,57 | 0,61 | 0,63 | 0,63 |
| Диметиланилин         | Свобный $\text{NH}_3$ | Корни          | 1,16                            | 1,66 | 1,61 | 1,68 | 1,94 |
|                       |                       | Листья         | 0,54                            | 0,58 | 0,62 | 0,59 | —    |
|                       | Амидный $\text{NH}_3$ | Корни          | 0,999                           | 1,23 | 1,64 | 1,68 | —    |
|                       |                       | Листья         | 0,49                            | 0,51 | 0,45 | 0,50 | —    |
|                       | Биополимеры           | Корни          | 0,50                            | 0,84 | 0,92 | 1,04 | 1,03 |
|                       |                       | Листья         | 0,48                            | 0,62 | 0,62 | 0,74 | 0,95 |

Параллельно брались навески для выделения глутаминовой и аспарагиновой кислот и фракции биополимеров. Аминокислоты выделялись методом бумажной хроматографии [2]. После сжигания образцов в колбах Кьельдаля в них определялся процент обогащения изотопом  $^{15}\text{N}$ .

Полученные данные показывают, что в корнях интенсивно происходит глубокое превращение анилина. Интенсивное включение метки в аммиачную фракцию позволяет предположить, что включение экзогенного азота анилина в эндогенный цикл азотного обмена идет через дезаминирование. Этот процесс наиболее активно протекает в корнях. Более низкое обогащение изотопом аммиачной фракции в листьях, по-видимому, обусловлено разбавлением меченого метаболита ( $^{15}\text{NH}_3$ ) эндогенным аммиаком. Закономерное обогащение наблюдается и во фракции глутаминовой и аспарагиновой кислот. Более высокое содержание метки в глутаминовой кислоте подтверждает ее центральную роль в азотном обмене [3]. Довольно высокую степень включения метки во фракции биополимеров корней нельзя объяснить обогащением белковых аминокислот изотопом, так как максимальное обогаще-





ние свободных глутаминовой и аспарагиновой кислот меньше, чем обогащение изотопом фракции биополимеров. При этом включение метки в биополимеры корней достигает ощутимых величин уже через 4 часа (1 точка анализа), тогда как глутаминовая кислота обогащается постепенно и с меньшей интенсивностью. Высокая степень включения метки в состав биополимеров может быть обусловлена неферментативным взаимодействием промежуточных свободнорадикальных и хиноидных продуктов окисления анилина с биополимерами [4].

При инкубации растения с  $^{15}\text{N}$ -нитробензолом появление метки в исследуемых фракциях указывает, что проростки гороха способны восстанавливать органическую нитрогруппу. Способность изолированных хлоропластов восстанавливать диитрофенол до аминонитрофенола при освещении установлена ранее [5], однако, согласно нашим экспериментам, обогащение меткой наблюдается и в корнях, что говорит о способности корней также восстанавливать нитрогруппу. Изотопный анализ аммиачной фракции показывает, что амидный аммиак обогащается изотопом незначительно, тогда как в свободный аммиак метка включается интенсивно. По этим данным, в корнях восстановление нитробензола или его метаболитов происходит медленно и количество образовавшегося аммиака недостаточно для заметного обогащения амидной фракции. Аналогичная картина наблюдается и в аммиачных фракциях листьев. Включение метки отмечается и во фракции биополимеров корней, что, вероятно, вызвано взаимодействием продуктов нитробензола с биополимерами.

Результаты опытов с применением  $^{15}\text{N}$ -диметиланилина показывают, что интенсивное включение метки имеет место во фракциях свободного и амидного аммиака. Следовательно, процесс дезаминирования в корнях протекает с высокой скоростью. Вероятно, сперва интенсивно идет процесс деметилирования, который катализируется микросомальными оксигеназами [6]. Отсутствие включения метки в аммиачной фракции листьев свидетельствует о том, что в них не происходит деметилирование третичной аминогруппы диметиланилина. В листьях обогащается только фракция биополимеров, что указывает на эффективное взаимодействие метаболитов диметиланилина с биополимерами.

Из вышесказанного можно заключить, что растения способны усваивать как окисленную, так и восстановленную форму органического азота, связанного с ароматическим ядром. Путем вовлечения экзогенного атома азота в эндогенный цикл обмена является дезаминирование образовавшейся после первичных процессов метаболизма аминогруппы. Высокая интенсивность процесса дезаминирования позволяет предположить, что, наряду с другими механизмами, этот путь метаболизма — один из значительных в процессе детоксикации азотсодержащих чужеродных веществ. Восстановленная форма азота усваивается легче, чем окисленная. После дезаминирования образовавшийся аммиак включается в общий метаболизм [7].

3. ფირიაშვილი, შ. რუხადე, მ. კავილაძე, დ. უგრეხელიძე

ეგზოგენური ორგანული აზოტის (ნიტრობენზოლი, ანილინი)  
 მეტაბოლიზმი ბარდის ნაზარდებში

რეზიუმე

ეგზოგენური ორგანული აზოტის მეტაბოლიზმის შესწავლას დიდი მნიშვნელობა აქვს მცენარეთა აზოტოვანი კვების და მიმოცვლის რეგულირების გაგებისათვის.  $^{15}\text{N}$ -ნიტრობენზოლის,  $^{15}\text{N}$ -ანილინის და  $^{15}\text{N}$ -დიმეთილანილინის გარდაქმნის შესწავლით ბარდის სტერილურ ნაზარდებში დადგენილია, რომ ეგზოგენური ორგანული აზოტის აღდგენილი ფორმების ათვისება გაცილებით ინტენსიურად მიმდინარეობს, ვიდრე დაუანგული ფორმისა. ათვისების ძირითადი გზა არის დეამინირება.  $^{15}\text{N}$ -იზოტოპის ბიოპოლიმერებში ჩართვა გამოწვეულია მეტაბოლიტების დაუანგვის პროდუქტების ურთიერთქმედებით ცილებთან.

BIOCHEMISTRY

V. A. PIRIASHVILI, Sh. M. RUKHADZE, M. Sh. KAVILADZE,  
 D. Sh. UGREKHELIDZE

METABOLISM OF EXOGENIC ORGANIC NITROGEN (NITROBENZENE,  
 ANILINE) IN PEA SPROUTS

Summary

Studies of the metabolism of  $^{15}\text{N}$ -nitrobenzene,  $^{15}\text{N}$ -aniline and  $^{15}\text{N}$ -dimethylaniline in sterile pea sprouts have shown that reduced forms of exogenous organic nitrogen can be assimilated by plants more readily than the oxidized form. Deamination is the main pathway of uptake.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. С. Вульфсон. Препаративная органическая химия. М., 1964, 907.
2. О. С. Трофимова, Л. П. Соломенко. Количественное определение аминокислот методом бумажной хроматографии. М., 1972.
3. В. Л. Кретович. Молекулярные механизмы усвоения азота растениями. М., 1980, 29.
4. Д. Ш. Угрехелидзе. Метаболизм экзогенных алканов и ароматических углеводородов в растениях. Тбилиси, 1976, 221.
5. I. S. Wessels. Biological Structure and Function. London - New York, 1961.
6. Д. Ш. Угрехелидзе, С. В. Дурмишидзе. Поступление и детоксикация органических ксенобиотиков в растениях. Тбилиси, 1984, 228 с.
7. Н. Н. Нуцубидзе. Ассимиляция азота виноградной лозой. Тбилиси, 1974, 282.

И. Г. МАЛАНИЯ, Ц. А. ЧХУБИАНИШВИЛИ

## К ИЗУЧЕНИЮ СМЕШАННОЙ ИНФЕКЦИИ ДЛЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ БОРЬБЫ С ГРОЗДОВОЙ ЛИСТОВЕРТКОЙ

(Представлено академиком Л. А. Канчавели 22.3.1984)

Современная глобальная проблема — охрана окружающей среды ставит вопрос об ограничении применения химических средств защиты растений. В этом отношении заслуживает внимания интегрированная система борьбы с опасным вредителем виноградной лозы, широко распространенным во всех районах ее возделывания, — гроздовой листоверткой *Lobesia (Polychrosis) botrana* Den. & Schiff. [Lepidoptera: Tortricidae], в особенности против III поколения вредителя, гусеницы которого вредят в период созревания винограда. Применение защитных мероприятий в таких случаях рекомендуется только микробиологическими средствами [1], среди которых вирусные препараты отличаются безопасностью для окружающей среды. В отличие от бактериальных защитных средств, они обладают эффектом последействия и их также можно использовать в сочетании со многими другими препаратами.

Взаимоотношение между бактериями и вирусом гранулеза (ВГ), отмечено различными авторами на ограниченном числе чешуекрылых [2—5]. Между тем, данные по гроздовой листовертке отсутствуют. Целью наших исследований являлось выявление возможности двойной инфекции с ВГ и бактериями среди гусениц гроздовой листовертки в природных условиях.

ВГ сетчатой листовертки — *Adoxophyes orana* F. R. [Lepidoptera: Tortricidae] — *Baculovirus (Granulovirus) orana* Oho e. a., адаптированный в отношении гроздовой листовертки [6], и бактериальные препараты битоксициллин — БТБ 0,5—1% (*Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis*) и лепидоцид 0,5—1% (*Bacillus thuringiensis* var. *Kursaki*) были применены в смеси и отдельно.

Опыты проводились на опытном участке Института садоводства, виноградарства и виноделия ГССР (Дигоми). Суспензии опрыскивались ручным опрыскивателем против гусениц второго и третьего поколений вредителя в период их активного питания. Норма расхода рабочей суспензии составляла 10 л на каждый ряд (длиной 80 м) с количеством кустов от 32 до 40. В каждом ряду было выбрано по восемь модельных кустов, на которых количество гусениц варьировало от 150 до 300 особей.

Собранные больные и погибшие особи подвергались люминесцентному анализу [7, 8]. Микроскопические исследования проводились с





ЛМ-2. Цвета люминесцентного свечения образцов определялись по шкало Бондарцева [9], процент смертности гусениц — по формуле А. С. Аббота [10], среднее летальное время  $LT_{50}$  смертности гусениц — делилось методом регрессионного анализа Литчфильда и Вилькенсона [11]. Показатели количественного изменения (%) гусениц II поколения после обработки виноградника приведены на рис. 1.

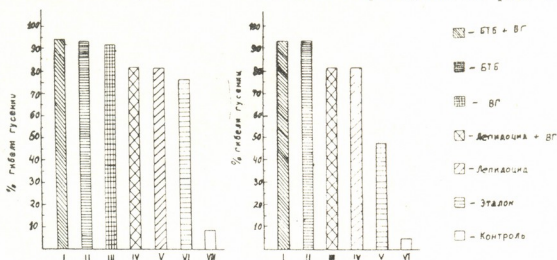


Рис. 1

Известно, что вирус обладает биологической способностью передаваться как трансфазно, так и трансовариально, что нами также проверено люминесцентным анализом по отношению к ВГ гроздовой листовертки. При этом наличие возбудителей двойной инфекции — палочки бактерий и гранулы энтомопатогенного вируса подтвердилось.

$LT_{50}$  гусениц III поколения в зависимости от смешанной и моноинфекции

| Вариант опыта       | $LT_{50}$ , дни | 95% доверительные пределы | Уравнение регрессии |
|---------------------|-----------------|---------------------------|---------------------|
| БТБ 0,5% + ВГ*      | 4,25            | 4,67—3,86                 | $y=0,28x \pm 0,73$  |
| БТБ 1%              | 5,12            | 5,88—4,45                 | $y=0,37 \pm 0,71$   |
| Лепидоцид 0,5% + ВГ | 4,62            | 4,91—4,34                 | $y=0,28x \pm 0,72$  |
| Лепидоцид 1%        | 6,46            | 6,93—6,02                 | $y=0,41 \pm 0,67$   |

ВГ — 5—6 млн. гранул/мл

Показатели ориентировочных данных по эффективности смешанной инфекции послужили предпосылкой для продолжения исследований в отношении III поколения насекомого (рис. 2).

Весьма важным фактором при применении защитных мероприятий является скорость токсического действия препарата. Скорость гибели от смешанной инфекции в отношении III поколения вредителя определена по величине  $LT_{50}$  (см. таблицу).

Как видно из полученных данных, имеется разница в скорости между двойной и моноинфекцией среди гусениц гроздовой листовертки. Намечены пути дальнейшего исследования в сторону наработки штамма ВГ для смешивания с бактериальными препаратами и, наряду с повышением и ускорением смертности насекомого, поставлена задача обогатить агроценоз полезным биологическим компонентом.

Грузинский научно-исследовательский институт защиты растений

(Поступило 30.3.1984)



ი. მალანია, ც. ჩხუბიანიშვილი

უზრძნის ჰივის წინააღმდეგ მიკრობიოლოგიური ბრძოლისათვის  
შერეული ინფექციის შესწავლისათვის

რეზიუმე

უზრძნის ჰია *Lobesia (Polychrosis) botrana* Den. & Schiff. [Lepidoptera: Tortricidae] მევენახეობის ფრად მნიშვნელოვანი მავნებელია. ვენახების მიკრობიოლოგიური დაცვის გაუმჯობესებისათვის შესწავლილია მწერის ორგანიზმში შერეული ინფექციების განვითარების შესაძლებლობა. დადგენილია, რომ *Bacillus thuringiensis* ბაქტერიებთან და *Baculovirus (Granulovirus orana)* ვირუსებით გამოწვეული შერეული ინფექცია, მონონიფექციასთან შედარებით, აჩქარებს მავნებლის სიკვდილიანობას, რომლის მაჩვენებელი განსაზღვრულია მავნებლის სიკვდილიანობის საშუალო ლეტალური პერიოდით  $LT_{50}$ .

ENTOMOLOGY

I. G. MALANIA, Ts. A. CHKHUBIANISHVILI

TOWARD THE STUDY OF A MIXED INFECTION FOR  
MICROBIOLOGICAL CONTROL OF THE GRAPE BERRY MOTH

Summary

The grape berry moth, *Lobesia (Polychrosis) botrana* Den. & Schiff. [Lepidoptera: Tortricidae] is a very important pest of viticulture. The possibility of developing a mixed infection in the insect's organism with a view to improving the microbiological protection of the vine has been studied. In comparison with a monoinfection, the mixed infection caused by *Bacillus thuringiensis* and *Baculovirus (Granulovirus orana)* accelerated the rate of larva mortality, as determined by the values  $LT_{50}$ .

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ю. Н. Фадеев. Защита растений, 7, 1980, 2—7.
2. Н. Г. Фалькович, Е. Б. Мусамухамедова. Узб. биол. ж. № 1, 1980, 11—14.
3. D. K. Hunter. J. Invert. Pathol., № 11, 1970, 339-341.
4. D. K. Hunter, D. F. Hoffman. J. Invert. Pathol., № 21, 1973, 114-115.
5. D. K. Hunter, S. J. Collier, D. F. Hoffman. J. Invert. Pathol., № 22, 1973, 481.
6. ი. ა. Чхубიანიшвили. Сообщения АН ГССР, 106, № 2, 1982, 401—404.
7. В. В. Гулий, Т. В. Теплякова, Г. М. Иванов. Микроорганизмы, полезные для биометода. Новосибирск, 1981.
8. В. В. Гулий. Материалы I Всесоюзной межвузовской конференции (Самарканд). Ташкент, 1966.
9. А. С. Бондарцев. Шкала цветов. М.—Л., 1954.
10. W. S. Abbott. J. Econ. Entomol., № 18, 1925, 265-267.
11. K. Slizinski, J. J. Lipa. Prace Nauk, Inst. Ochrony Roslin, XV, 1. 1973, 85-95.



Н. В. ТУКВАДЗЕ

ОБМЕН ФОСФОРА И КАЛЬЦИЯ В ОРГАНИЗМЕ КУР-НЕСУШЕК  
 ПРИ ДОБАВЛЕНИИ В ИХ ОСНОВНОЙ КОРМ ТОРФА И  
 И ГУМБРИНА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. Е. Курашвили 24.3.1984)

Исследованиями показано, что при добавке в основной корм птиц биологически активных веществ значительно улучшается усвояемость полезных компонентов основного корма. При этом, кроме положительных, могут быть получены и отрицательные результаты, что замедляет внедрение экспериментов в производство. Необходимо сразу же фиксировать внимание на отрицательных сторонах эксперимента.

Наше внимание было обращено на обмен кальция и фосфора в организме кур, когда в основной корм в виде добавки вносился гумбрин вместе с торфом.

Первоначально в корм добавлялся только щелочно-земельный гумбрин, состоящий из многих химических элементов.

Таблица 1

Химический состав гумбрина

| Место образования породы | Элемент    | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | TiO <sub>2</sub> | FeO <sub>3</sub> | FeO  | CaO | MnO  | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | SO <sub>3</sub> | MnO   | Остальные остатки |
|--------------------------|------------|------------------|--------------------------------|------------------|------------------|------|-----|------|-------------------|------------------|-----------------|-------|-------------------|
| Барбацминда              | Количество | 59,98            | 16,78                          | 16,78            | 4,54             | 0,16 | 4,6 | 5,62 | 0,11              | 0,13             | 0,27            | 0,016 | 8,61              |

Для выявления биологической активности гумбрина были поставлены следующие опыты.

Было подобрано 500 экземпляров 6-месячных кур породы КРОС-288. Контролем служили куры той же породы, находившиеся на обычном питании. Как опытным, так и контрольным курам давался один и тот же комбинированный корм, с той разницей, что опытным курам в корм добавлялся гумбрин. Количество фосфора и кальция в комбикорме было равно стандартным нормам, утвержденным ВНИТИП, составлявшим 2,7%.

Опытные куры были разделены на 5 групп, в каждой группе было по 100 несушек. В корм каждой из этих групп вносился гумбрин в возрастающем количестве — с 1 до 5% соответственно.

Как видно из табл. 2, наилучший результат был достигнут в 3-й и 5-й группах, где к корму добавлялось 3—5% гумбрина, и в каждой опытной группе наблюдался рост яйценоскости кур сравнительно с контролем. Но никакой определенной корреляции в увеличении дозы добавки гумбрина и роста яйценоскости кур не наблюдалось.

Из вышесказанного можно заключить, что добавка до 5% гумбрина в основной корм оказывает стимулирующее влияние на яйценоскость кур.

Нас интересовало выяснение механизма этого процесса. Был проведен сравнительный анализ обмена кальция и фосфора в организме опытных и контрольных кур. Известно, что главным фактором при высокой яйценоскости кур является нормальный обмен кальция в их организме [1, 2].

Т а б л и ц а 2

| № опытных групп    | Подаваемое количество гумбрина | Количество яиц, снесенное на протяжении 3 месяцев, на каждые 100 кур, шт. |
|--------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 1                  | Основной корм 99%, гумбрин 1 % | 6952                                                                      |
| 2                  | „ „ 98%, „ 2 %                 | 6902                                                                      |
| 3                  | „ „ 97%, „ 3 %                 | 7728                                                                      |
| 4                  | „ „ 96%, „ 4 %                 | 6684                                                                      |
| 5                  | „ „ 96%, „ 5 %                 | 6697                                                                      |
| Контрольная группа | Основной корм 100 %            | 6934                                                                      |

Куры 3-ей группы в количестве 7 штук были разделены, и каждая из них была помещена в отдельную клетку с тем, чтобы проводить анализ фекальных масс. Напомним, что в корм этим курам добавлялось 3% гумбрина. В течение дня собирался помет, и с помощью фотоэлектрокалориметра определялось выделенное количество кальция и фосфора. Аналогично определялось выделенное количество фосфора и кальция у контрольных кур (см. табл. 3).

Т а б л и ц а 3

| Показатели           | О п ы т   |           | Контроль  |           |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                      | Са        | Р         | Са        | Р         |
| Принятое с кормом    | 2,85      | 0,87      | 2,70      | 0,83      |
| Выделенное с пометом | 0,94±0,04 | 0,65±0,18 | 1,52±0,23 | 0,35±0,09 |
| Усвоенное организмом | 1,96      | 0,77      | 1,22      | 0,48      |

По данным табл. 1, в состав используемого нами гумбрина входило 4,6% кальция. При добавке в комбикорм 3% гумбрина возросло на 0,15% количество кальция в рационе каждой курицы. Это количество кальция очень незначительно. Однако из табл. 3 следует, что усваиваемость кальция у опытных кур была довольно высокой — на 0,73 г больше, чем у контрольных. Высокая усваиваемость кальция в нашем опыте, очевидно, достигалась именно добавлением в основной рацион кур гумбрина. Однако анализ показал, что с высокой усваиваемостью кальция у опытных кур резко снижалась усваиваемость фосфора, что и было выявлено при анализе помета этих кур (табл. 3).

Высокая экскреция фосфора в помете в период яйцекладки могла быть принята за норму, так как при формировании скорлупы яйца из скелета птиц усиленно выделяется кальций, что, в свою очередь, вызывает усиленную резорбцию фосфора. Большая часть выделенного фосфора не участвует в формировании скорлупы и выделяется наружу [3, 4].



В нашем случае уже через 3 часа после принятия пищи у 7 кур было определено количество неорганического фосфора в сыворотке крови, которое оказалось ниже минимального ( $1,30 \pm 0,11$ ). Поэтому феномен высокой экскреции фосфора казался противоестественным.

Для объяснения этого феномена 2 курам в тонкую кишку была вставлена фистула. Через каждые 3 часа после принятия пищи собирался пищеварительный сок. С помощью универсального индикатора определялся рН среды. Это определение рН среды продолжалось в течение 2 недель. Оказалось, что среда пищеварительного сока отклонялась к щелочной. Сначала это отклонение было значительным, но после 2 недель процесс стабилизировался. Показатель рН достиг 8—9.

На последующем этапе в основной рацион с гумбрином вносился поверхностный торф, доставленный из местности Малтакви. Активная реакция данного торфа кисла (2,30). Поэтому стало необходимым определить тот оптимальный уровень торфа, при котором в пищеварительном тракте кур установилась бы нормализация рН среды. Опыты с торфом были продолжены на курах с вделанной фистулой. Результат опыта представлен в табл. 4.

Таблица 4

|                            |      |
|----------------------------|------|
| 3 % гумбрина, 1 % торфа—рН | 8,30 |
| 3 % " , 2 % " —рН          | 7,50 |
| 3 % " , 3 % " —рН          | 7,50 |
| 3 % " , 4 % " —рН          | 5,10 |
| 3 % " , 5 % " —рН          | 3,10 |

Оптимальной дозой оказалось 5% торфа.

На следующем этапе опыт был расширен. Производственное испытание торфо-гумбриновой добавки велось на Мухнанской птицефабрике. Под опытом было 12 000 кур. На всем протяжении опыта были сохранены высокая яйценоскость, прибавка в весе и сохранность поголовья. Через каждые 10 дней проверялось количество фосфора в сыворотке крови у 20 кур. Оптимальный уровень его достиг  $7,5 \text{ мг} \pm 0,24$ .

Из полученных результатов данного опыта можно заключить, что на первом этапе его при добавке в основной корм гумбрина отмечалась хорошая усваиваемость кальция.

Следует иметь в виду, что при клеточном выращивании птица испытывает недостаток в мелких твердых частицах. В естественных условиях эти частицы в виде песка, гравия и других различных твердых частиц вместе с пищей попадают в ее пищеварительный тракт. В нашем опыте гумбрин, несмотря на его высокую фракционность, сыграл роль вышеуказанных твердых частиц. Кроме того, гумбрин усилил ионизацию кальция и привел к его высокой усваиваемости.

Гумбрин, как известно, характеризуется высокой щелочностью. Благодаря этому в пищеварительном тракте кур резко изменился показатель рН, достигший 8,50. Известно, что фермент фитаза играет ведущую роль при выделении фосфора из пищи. Этот фермент активен в кислой среде. В щелочной среде он теряет свою активность, и это снижает выделение органического фосфора из пищи и его усваиваемость организмом. Зато увеличивается выделение фосфора в помете. А это приводит к большим потерям данного элемента.

Известно, что биологическая роль фосфора в жизнедеятельности птицы большая, однако она не может равняться с биологической ролью кальция, особенно в период яйцекладки.





Следовательно, эффект, который был получен при нормализации обмена кальция с добавкой гумбрин в основной рацион птицы, был значительным, хотя и привел к нарушению обмена фосфора. Это нарушение дало о себе знать через некоторый промежуток времени.

Однако после того, как в основной рацион кур вместе с гумбрином подавался и торф, положение изменилось и был получен значительный экономический эффект.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт зоологии

(Поступило 29.3.1984)

ზოოლოგია

ბ. ტუკვაძე

კალციუმის და ფოსფორის ცვლა კვერცხმდებელი ქათამების ორგანიზმში მათ ძირითად საკვებში ტორფის და გუმბრინის დამატების შემდეგ

რეზიუმე

კვერცხმდებელ ქათამებში გამოკვლეულია კალციუმის და ფოსფორის ცვლა მას შემდეგ, რაც მათ ძირითად საკვებში სართი სამატის სახით შეიტანებოდა ტორფი და გუმბრინი. გაირკვა, რომ ძირითად საკვებში გუმბრინის დამატების შემდეგ იზრდება ფრინველის მიერ კალციუმის შეთვისება, რაც მნიშვნელოვნად ზრდის მის პროდუქტიულობას, მაგრამ ერთდროულად მცირდება ფოსფორის შეთვისება, რაც აკნინებს ფრინველს. გუმბრინთან ერთად ტორფის შეტანა ძირითად საკვებში აძლიერებს ფრინველის ნივთიერებათა ცვლას და ზრდის მის პროდუქტიულობას.

ZOOLOGY

N. V. TUKVADZE

## METABOLISM OF CALCIUM AND PHOSPHORUS IN THE ORGANISM OF LAYING HENS WHEN GUMBRIN AND PEAT IS ADDED TO THEIR BASIC FOOD

Summary

Calcium and phosphorus metabolism in the organism of laying hens was studied at adding gumbrin and peat to their basic food. The addition of gumbrin was found to increase the assimilation of calcium, which considerably increases hen productivity. Simultaneously, the assimilation of phosphorus decreases, due to the alkalinity of gumbrin.

The addition of both gumbrin and peat to basic food increases both the metabolism and hen productivity.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. К. Бауман. Кальций и фосфор. Обмен и регуляция у птиц. Рига, 1968.
2. В. Н. Георгиевский. Минеральное питание сельскохозяйственной птицы. М., 1970.
3. В. Н. Агеев. Кормление высокопродуктивных яйценоских кур. М., 1973.
4. В. М. Селянский. Анатомия и физиология сельскохозяйственной птицы. М., 1972.

Э. Ш. КВАВАДЗЕ, Г. А. КАКУЛИЯ, О. А. ГОРГАДЗЕ

ДВА НОВЫХ ВИДА НЕМАТОД (DRILONEMATIDAE)  
ИЗ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. Е. Курашвили 30.3.1984)

При гельминтологическом исследовании дождевых червей *Eisenia nordenskioldi* и *Dendrobaena* sp. были обнаружены половозрелые нематоды из рода *Dicelis* Dujardin, 1845 (Drilonematidae), детальное изучение которых показало, что они являются новыми для науки. Ниже приводится описание этих нематод.

*Dicelis ghiliarovi* sp. nov.

Хозяин — *Eisenia nordenskioldi* (Eisen, 1879).

Локализация — полость тела в области семенных пузырьков.

Место обнаружения — Теллермановский лес, Воронежская область.

Экстенсивность инвазии — 50% (из 12 исследованных дождевых червей зараженными оказались 6).

$n=15$  ♀. Длина=4,61—5,51 мм; ширина=0,17—0,19 мм; длина пищевода=0,23—0,25 мм; длина хвоста 0,38—0,39 мм;  $K-V=2,12-2,24$  мм;  $V-en=2,27-2,28$  мм; размеры фазмид=0,024—0,024 мм;  $a=27,11-29,00$ ;  $b=20,00-22,04$ ;  $c=12,13-14,12$ ;  $V\%=40,65-45,98$ .

$n=7$  ♂. Длина=3,07—3,18 мм; ширина=0,11—0,12 мм; длина пищевода=0,22—0,24 мм; длина хвоста=0,19—0,20 мм; длина спикулы=0,080—0,085 мм; длина губернакулума=0,052—0,053 мм; размеры фазмид=0,024×0,024 мм;  $a=26,50-26,69$ ;  $b=13,25-13,95$ ;  $c=15,9A-16,15$ .

Голотип. Длина=3,17 мм; ширина=0,12 мм; длина пищевода=0,22 мм; диаметр фазмид=0,024 мм; длина хвоста=0,20 мм; длина спикулы—0,085 мм; длина губернакулума=0,050 мм;  $a=26,41$ ;  $b=14,40$ ;  $c=15,85$ .

Головной конец у самок (рис. 1,а) тупо закруглен, а задний конец сужен. Ротовое отверстие окружено восьмью сосочками. Амфид 2 пары, овальные, расположены латерально. Пищевод (0,23—0,25 мм) в средней части незаметно расширяется и переходит в метакорпус, который, в свою очередь, с клапаном соединяется со средней кишкой. Нервное кольцо расположено в задней части пищевода. Самки дидельфно-амфидельфные. Губы вульвы выпуклые. Влагалище узкое, расположено перпендикулярно к оси тела. Хвост самок (0,38—0,39 мм) тупо закруглен и заканчивается шипом (рис. 1,б), длина которого составляет 0,005—0,008 мм. Фазмиды круглые (0,024×0,024). Яйца овальной формы (0,040×0,085).

Самцы меньших размеров, чем самки. Головной конец тупо закруглен. Ротовое отверстие окружено восьмью сосочками. Длина пи-



щевода=0,220—0,240 мм. Нервное кольцо расположено в задней части пищевода. Гонада самцов с загибом, достигающая расширения средней кишки. Спикулы парные, сращенные (0,080—0,085 мм), с вентральными парусами (рис. 1,d). Губернакулум (0,050—0,052 мм) клинообразный (рис. 1,c). Фазмиды сильно развиты. Расстояние от конца хвоста до фазмид=0,230—0,235 мм. Хвост самцов заканчивается шипом (рис. 1,c).

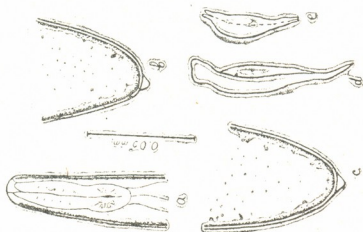


Рис. 1

Дифференциальный диагноз. Описанный нами вид близок к *D. kurashvilii* Kakulia et Kvavadze, 1974 [1], от которого, однако, отличается: 1) *D. ghiliarovi* sp. nov.—более крупные нематоды, чем *D. kurashvilii*; 2) спикулы нового вида заметно отличаются своими размерами от *D. kurashvilii*; 3) *D. ghiliarovi* sp. nov. отличается также от *D. kurashvilii* формой губернакулума; 4) хвост нового вида заканчивается шипом, а хвост *D. kurashvilii* лишен таких образований.

Вид *D. ghiliarovi* sp. nov. назван в честь выдающегося советского биолога акад. М. С. Гилярова.

Голотип и паратипы описанного вида хранятся в Институте зоологии АН ГССР.

#### *Dicelis abchsizicus* sp. nov.

Хозяин — *Dendrobaena* sp.

Локализация — полость тела в области семенных пузырьков.

Место обнаружения — окрестности келасурской пещеры, Абхазия, ГССР.

Интенсивность инвазии — от 3 до 7 экземпляров.

Экстенсивность инвазии — 20% (из 20 исследованных дождевых червей зараженными оказались 4).

$n=9$  ♀. Длина=3,070—3,100 мм; ширина=0,065—0,072 мм; длина пищевода=0,150—0,155 мм; длина хвоста=0,121—0,124 мм; К—V=2,180—2,220 мм; V—ep=0,890—0,898 мм; размеры фазмид=0,005×0,005 мм; a=42,05—47,23; b=20,00—20,46; c=25,37; V%=71,000—71,61.

$n=12$  ♂. Длина=1,950—2,020 мм; ширина=0,072—0,076 мм; длина пищевода=0,132—0,140 мм; длина хвоста=0,090—0,96; длина спикулы=0,058—0,062 мм; длина губернакулума=0,043—0,045 мм; размеры

фазмид=0,006×0,006 мм; a=26,58—27,08; b=14,04—14,77; c=20,31—21,04.

Голотип. Длина=1,950 мм; ширина=0,072 мм; длина пищевода=0,132 мм; диаметр фазмид=0,005 мм; длина хвоста=0,096 мм; длина спикулы=0,058 мм; длина губернакулума=0,043 мм; a=27,08; b=14,77; c=20,31.

Головной конец у самок тупо закруглен (рис. 2,а). Ротовое отверстие окружено восьмью сосочками. Амфид 2 пары, овальные, расположены латерально. Пищевод (0,150—0,155 мм) в средней части незаметно суживается и переходит в метакорпус. Нервное кольцо расположено в задней части пищевода. Самки дидельфно-амфидельфные. Губы вульвы выпуклые. Влагалище узкое, расположено перпендикулярно к оси тела. Хвост самки на конце имеет овально-киеобразное расширение и тупо закруглен (рис. 2,б). Фазмиды круглые (0,005×0,005 мм).

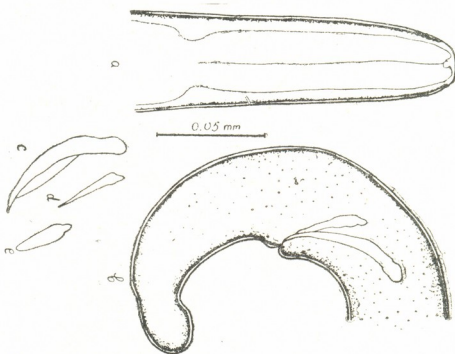


Рис. 2

Самцы меньших размеров, чем самки. Головной конец тупо закруглен. Ротовое отверстие окружено восьмью сосочками. Амфид 2 пары, расположены латерально. Гонады самцов с загибом, достигающим расширения средней кишки. Спикулы парные (0,058—0,062 мм), с вентральными парусами (рис. 2,с). Губернакулум (0,043—0,045 мм) клинообразный (рис. 2,д,е). Фазмиды слабо развиты. Расстояние от конца хвоста до фазмид 0,044—0,048 мм.

Дифференциальный диагноз. Описанный нами вид близок к *D. filaria* Dujardin, 1845 [2], однако отличается от него следующими признаками: 1) спикулы нового вида заметно отличаются своими размерами (0,058—0,062 мм) от *D. filaria* (0,130—0,165 мм); 2) *D. abchazicus* sp. nov. отличается также от *D. filaria* формой и размерами губернакулума; 3) новый вид отличается от *D. filaria* формой и размерами фазмид.

Голотип и паратипы описанного вида хранятся в Институте зоологии АН ГССР.

Академия наук Грузинской ССР

Институт зоологии

(Поступило 30.3.1984)



თ. შავაშვი, ზ. კახულია, თ. გორგაძე

ორი ახალი სახეობის ნემატოდა (DRILONEMATIDAE) ზიანებელიდან

რეზიუმე

მოცემულია ნემატოდების ახალი სახეობების აღწერა ჭიაყელებიდან. *D. ghiliarovi* sp. nov. მასპინძელია *Eisenia nordenskioldi*, ხოლო *D. abchazicus* sp. nov.—ჭიაყელა *Dendrobaena* sp.

PARASITOLOGY AND HELMINTHOLOGY

E. Sh. KVAVADZE, G. A. KAKULIA, O. A. GORGADZE

TWO NEW SPECIES OF NEMATODES (DRILONEMATIDAE)  
FROM THE EARTHWORM

Summary

Two new species of nematodes are described. The host of *Dicelis ghiliarovi* sp. nov. is *E. nordenskioldi*, and the host of nematode *Dicelis abchazicus* sp. nov. is the earthworm *Dendrobaena* sp.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. А. Какулия, Э. Ш. Квавадзе. Сообщения АН ГССР, 73, № 1, 1974, 205—207.
2. G. Wulker. Arch f. Schiffs u. Tropenhygiene, 30, 1926, 610-623.

Н. Д. ДЖАПАРИДZE, Р. С. РИЖИНАШВИЛИ, И. К. СВАНИДZE,  
Г. А. МАРСАГИШВИЛИ, В. М. МОСИДZE

## ИЗМЕНЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ РНК В НЕЙРОНАХ КОНЕЧНОГО МОЗГА ЦЫПЛЯТ ПРИ ИМПРИНТИНГЕ

(Представлено академиком Н. А. Джавахишвили 28.1.1984)

Импринтинг (запечатлевание) заключается в установлении связи в определенный период жизни с объектом внешней среды. Эта связь может проявиться в следовании за любым движущимся объектом, впервые предъявленным животному в первые часы жизни. Следует отметить, что «привязанность» животного к импринт-объекту происходит без каких-либо подкрепляющих факторов и может сохраняться длительное время.

Согласно представлению ряда исследователей, импринтинг является самой ранней формой обучения и образной долговременной памяти [1—3].

Несмотря на то что этой форме памяти в последнее время уделяется большое внимание, нейрофизиологические и нейрохимические механизмы запечатлевания еще недостаточно изучены.

Появились первые нейрохимические исследования мозга в процессе импринтирования. Г. Хорн с соавт. [4], обнаружили, что у цыплят во время запечатлевания в головном мозге (медиальная часть вентрального гиперстриатума) усиливается синтез белков. Установлено также, что при импринтинге происходят изменение распределения определенных фракций как водорастворимых, так и мембранных белков [5, 6] и возрастание активности ацетилхолинэстеразы [7].

Получены данные и о метаболизме биогенных аминов — серотонина и дофамина [8], а также циклического аденозинмонофосфата и синаптических гликопротеинов [9, 10] при запечатлевании.

Исследования Д. И. Джохадзе с соавт. [11] показали, что при монокулярном запечатлевании у цыплят в «обученном полушарии» (области Wulst и Tectum opticum) по сравнению с «необученным» резко усиливается РНК-полимеразная активность клеточных ядер головного мозга — возникает межполушарная нейрохимическая асимметрия.

Н. Д. Джапаридзе с соавт. [12] было также показано, что при импринтинге в нервных и глиальных клетках «обученного полушария» происходит усиление белкового метаболизма: сухой вес нейронов увеличивается на 58%, а глиальных клеток — на 55%. Размеры же клеток растут соответственно на 15 и 13%.

Целью настоящей работы было изучение количества цитоплазматической РНК нервных клеток головного мозга цыплят при монокулярном импринтировании.

Необходимо отметить, что для монокулярного импринтирования цыплята представляют собой удобный объект, так как у них имеется полный перекрест зрительных нервов в хиазме — каждый глаз связывается только с контралатеральным полушарием [13]. Наряду с этим, Р. С. Рижинашвили с соавт. [14—17] установлено, что у цыплят при монокулярном импринтировании (обучении) до 8—13-го дня жиз-

ни не происходит передача следов памяти из «обученного полушария» в «необученное» — формируется односторонняя энграмма. Эти данные указывают на то, что у цыплят в раннем периоде постэмбрионального развития из-за недоразвития комиссуральной системы мозговые полушария функционируют раздельно. Таким образом, эти анатомические особенности головного мозга цыплят позволяют нам использовать каждое животное в качестве своего собственного контроля.

Во время монокулярного импринтирования «контрольный глаз» спереди и сбоку был заклеен черной бумагой так, что цыпленок этим глазом не имел возможности видеть импринт-объект, но сверху и сзади глаз хорошо освещался.

Импринт-объектом служил красный шар диаметром 18 см, который вращался на манеже аппарата по кругу радиусом 60 см. Монокулярное импринтирование подопытных цыплят происходило в пик сенситивного периода (14–16 часов после вылупления) в аппарате Гесса [2]. Показателем запечатлевания служила реакция следования за импринт-объектом.

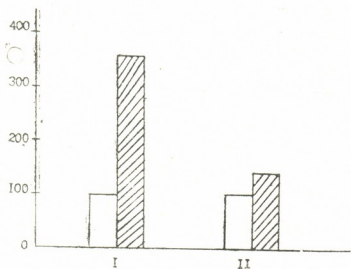


Рис. 1. Изменение количества цитоплазматической РНК и объема нервных клеток конечного мозга монокулярно импринтированных цыплят. По оси абсцисс: I — количество цитоплазматической РНК; II — объем нервных клеток. Заштрихованный столбик — импринтированная сторона мозга, незаштрихованный — неимпринтированная сторона мозга (контроль). По оси ординат: количество цитоплазматической РНК и объем нервных клеток (%)

Количество цитоплазматической РНК изучалось на тканевых срезах конечного мозга (медиальная часть вентрального гиперстриатума), окрашенных галлоцианин-хромовыми квасцами по методу Эйнарсона. Количество цитоплазматической РНК определялось в объеме тела нервной клетки по формуле  $Q=dV$ , где  $d$  — оптическая плотность РНК, а  $V$  — объем цитоплазмы тела нервной клетки, определяемый разницей объема тела нервной клетки и ядра [18].

Цитофотометрические измерения производились при длине волны  $\lambda=470$ . Цифровой материал обрабатывался по критерию Фишера — Стьюдента. Всего было изучено 160 клеток.

Полученные данные показали, что количество цитоплазматической РНК и объем тела нервных клеток «обученного полушария» достоверно увеличиваются на 260 и 80% соответственно по сравнению с нервными клетками «необученного полушария» (рис. 1).

Эти данные свидетельствуют о том, что при монокулярном запечатлевании резко увеличивается количество цитоплазматической РНК в нервных клетках конечного мозга. Сопоставляя эти данные с результатами, полученными нами [12] методом интерферометрии, указывающими на увеличение сухого веса общего белка нервных клеток «обу-

ჩენილი პოლუშარია» ნა 58% პო სრავნიუ ს ურვნი მ ბელკა ნერვნი ქლეთ «ნეობუჩენი პოლუშარია» (პრი მონოკუიარნი იმპრინტირვანი), მონკო სდელა ვივნი, ქვი პო სრესესე ჯაპეტლევანი უ ციპლეთ ნერვნი ქლეთკი «ობუჩენი პოლუშარია» პრი სრისქიდი ინტენსიფიკაცია ბელკოვი ობმენი ვ მედიალნი ქატი ვენტრალნი გიპერსტრუქტურა კონეჩნი მონკო ბრეჯი.

აკადემია ნაუკ გრუზინსკი სსრ  
ინსტიტუტი ფიზიოლოგიი  
ნი. ი. ს. ბერიტაშვილი

(პოსტუპილი 28.2.1984)

ციტოლოგია

ბ. ჯაფარიძე, რ. რიჟინაშვილი, ი. სვანიძე, გ. მარსაგიშვილი, ვ. მოსიძე

ციტოპლაზმური რნმ-ის რაოდენობა წიწილების თავის ტვინის ნერვულ უჯრედებში  
ნერვულ უჯრედებში იმპრინტირების დროს

რეზიუმე

იმპრინტირებთან დაკავშირებით შესწავლილია ციტოპლაზმური რნმ-ის რაოდენობა წიწილების თავის ტვინის ნერვულ უჯრედებში.

შთაბეჭდვის დროს აღინიშნება ციტოპლაზმური რნმ-ის მკვეთრი მომატება.

CYTOLOGY

N. D. JAPARIDZE, R. S. RIZHINASHVILI, I. K. SVANIDZE,  
G. A. MARSAGISHVILI, V. M. MOSIDZE

CHANGES IN THE QUANTITY OF CYTOPLASMIC RNA IN THE  
NEURONES OF CHICKEN TELEENCEPHALON DURING  
IMPRINTING

Summary

The quantity of cytoplasmic RNA in nerve cells of chicken brain was found to increase drastically during imprinting.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. Шовен. Поведение животных. М., 1972.
2. А. Г. Понугаева. Импринтинг (запечатлевание). Л., 1973.
3. А. Д. Слоним. Среда и поведение. Л., 1976.
4. G. Horn *et al.*, Science, 181, 1973, 506.
5. Э. А. Заалишвили, Р. С. Рижинашвили, Г. А. Марсагишвили. Сообщения АН ГССР, 97, № 1, 1980, 181.
6. Э. А. Заалишвили, Р. С. Рижинашвили, Г. А. Марсагишвили. Сообщения АН ГССР, 97, № 3, 1980, 705.
7. G. Charpouthier. La Recherche, 83, 1977, 994.





8. Н. М. Собчинская, Р. С. Рижинашвили, Г. А. Марсагишвили. Сообщения АН ГССР, 102, № 2, 1981, 461.
9. Р. О. Соломония, Н. М. Собчинская, Э. А. Заалишвили. Тез. докл. Всесоюз. симпозиума «Нейрохимические механизмы регуляции памяти». Пушкино, 1984, 35.
10. Д. Г. Микеладзе, Р. О. Соломония. Тез. Всесоюз. конф. «Современные проблемы физиологии нервной и мышечной систем», посвященной 100-летию со дня рожд. акад. И. С. Бериташвили. Тбилиси, 1985, 116.
11. Д. И. Джохадзе, Р. С. Рижинашвили, Г. А. Марсагишвили, Л. Д. Джохадзе. Сообщения АН ГССР, 103, № 2, 1981, 457.
12. Н. Д. Джапаридзе, Р. С. Рижинашвили, И. К. Сваидзе, В. М. Мосидзе, Г. А. Марсагишвили. Сообщения АН ГССР, 104, № 1, 1981, 189.
13. В. М. Бехтерев. Избр. произв. М., 1954, 23.
14. Р. С. Рижинашвили, Г. А. Марсагишвили. Материалы Всесоюз. конф. «Функциональная асимметрия и адаптация человека». М., 1976, 291.
15. Р. С. Рижинашвили. Материалы Всесоюз. конф. «Взаимоотношения полушарий мозга». Тбилиси, 1982, 108.
16. Р. С. Рижинашвили, Г. А. Марсагишвили, В. М. Мосидзе. Сообщения АН ГССР, 115, № 1, 1984, 157.
17. Р. С. Рижинашвили, Г. А. Марсагишвили, В. М. Мосидзе. Сообщения АН ГССР, 116, № 2, 1984, 389.
18. Ю. Г. Гейнисман. Структурные и метаболические проявления функции нейрона. М., 1974.

М. Д. КАЛАТОЗИШВИЛИ

### АТФ-азная АКТИВНОСТЬ В НЕЙРОНАХ СЕНСОМОТОРНОЙ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА КОШЕК ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ЭПИЛЕПСИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Деканосидзе 15.5.1985)

Структурным и функциональным проявлениям эпилепсии посвящено большое количество работ [1—5].

При эпилепсии патологический процесс охватывает важнейшие функциональные системы организма. Особенно сильное влияние судорожная активность оказывает на обменные процессы клеток различных отделов центральной нервной системы.

Общеизвестно значение коры больших полушарий головного мозга в возникновении и реализации эпилептического припадков. Поэтому большинство исследований касается структурных изменений корковых элементов при названной патологии.

В условиях экспериментальной эпилепсии морфологически изучены все важнейшие отделы ЦНС. Исследователи обращали внимание на степень тяжести распределения изменений нейронов, глиальных элементов и сосудов мозга.

По мнению подавляющего большинства авторов, пластические и энергетические вещества из крови поступают в глиальные клетки и только после этого в нейроны; следовательно, глиальные клетки считаются барьером между кровью и нейронами [6, 7]. При этом предполагают, что клетки нейроглии активно регулируют внеклеточный транспорт веществ [8]. Важную роль выполняют ферментные системы, имеющие непосредственное отношение к регуляции энергетического баланса и дыханию функционирующих клеточных элементов мозга. Хиден и соавт. [9] обнаружили тесную метаболическую связь между нейронами и их «сателлитами». По их данным, в глиальной клетке присутствует активная АТФаза, которая освобождает энергию для переноса пластических и энергетических веществ из кровеносных капилляров на поверхность нейрона, через мембрану которых эти вещества поступают в их цитоплазму. Снижение уровня АТФазы в коре, гипоталамусе, таламусе и гиппокампе отмечено при однократном введении крысам морфина, вызывающего судорожные разряды [10].

После воздействия морфином наблюдается снижение содержания АТФазы, а еще более интенсивно — аденозиндифосфата (АДФ) и аденозинмонофосфата (АМФ) в ткани мозга, миокарда, печени, почке [11, 12].

Исходя из этого целью настоящего исследования являлось изучение активности АТФазы в нейронах V слоя сенсомоторной коры больших полушарий головного мозга кошек при экспериментальной эпилепсии.

Эксперименты проведены на 5 взрослых кошках. Трахеотомию и трепанацию производили под эфирным наркозом. После внутривенного введения тубарина животных переводили на искусственное дыхание. Раздражающий биполярный и отводящий униполярный электроды накладывали на сенсомоторную кору. Прямое раздражение коры (1—15 В, 0,5 мс, 100—200 Гц) вызывало хорошо выраженные судорожные разряды, которые регистрировали на ЭЭГ фирмы «Альвар». Продолжительность судорог была 30—60 с. Материал брали как из

отдела воздействия, так и из симметричного ему участка через 10—15 с после появления судороги. Контролем служили соответствующие зоны коры больших полушарий головного мозга интактных животных.

Срезы толщиной 8—10 мк, полученные на криостате, окрашивали по методу Педикула и Герман для выявления АТФазы.

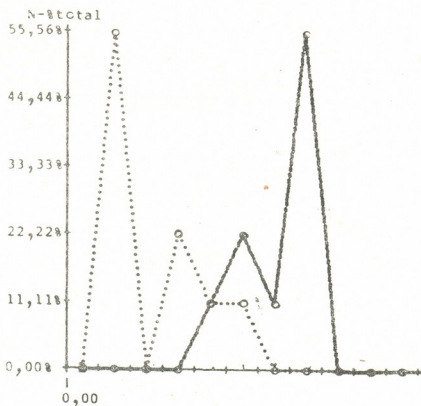


Рис. 1. Высокая активность АТФазы в нейронах сенсомоторной коры головного мозга нормальной кошки. Метод Педикула и Герман ( $\times 200$ )

Статистические исследования проводили на ЭВМ фирмы «Packard». Полученные данные обрабатывали статистически и распечатывали в виде вариационной кривой и вариационного ряда. Вариационные кривые активности АТФазы в нейронах в условиях нормы и патологии сравнивали между собой.

На оси ординат данного графика отмечено количество веществ в процентах, а на оси абсцисс — активность АТФазы в относительных единицах (рис. 1). В каждом классе по 25 отн. ед., и нарастание идет через каждые 25. Чем больше растянут график, тем больше нарастает активность вещества.

По результатам проведенных исследований, минимальный показатель активности АТФазы в нейронах V слоя сенсомоторной коры равен 25 отн. ед., максимальный — 200 отн. ед.

На основе названных показателей выделено 8 классов с интервалом 25 отн. ед. I класс составляют нейроны, содержащие АТФазу в активности 0—25 отн. ед., II класс — в активности 26—50 отн. ед., III—51—75 отн. ед., IV—76—100 отн. ед., V—101—125 отн. ед., VI—126—150 отн. ед., VII—151—175 отн. ед., VIII—176—200 отн. ед.

Анализ материалов показывает, что у контрольных животных нейроны V слоя сенсомоторной коры по показателям активности АТФазы представлены 4 классами (V, VI VII и VIII). При этом 55,6%, т. е. более 2/3 нейронов, составляют клетки VIII класса, 22,22% нейронов, т. е. несколько меньше 1/4, — VI класса, а по 11,11% — клетки V и VII классов.

На основе приведенных данных, выявляется, что нейроны V слоя сенсомоторной коры кошек в норме характеризуются высокой активностью АТФазы (рис. 2).

У подопытных животных нейроны V слоя сенсомоторной коры по показателям активности АТФазы представлены 6 (I, II, III, IV, V,



VI) классами. При этом 55,56%, т. е. более 2/3, составляют клетки II класса, 22,22% — клетки IV класса, а по 11,11% — клетки V и VI классов. Установлено, что нейроны V слоя сенсомоторной коры кошек в эксперименте не характеризуются высокой активностью АТФазы,

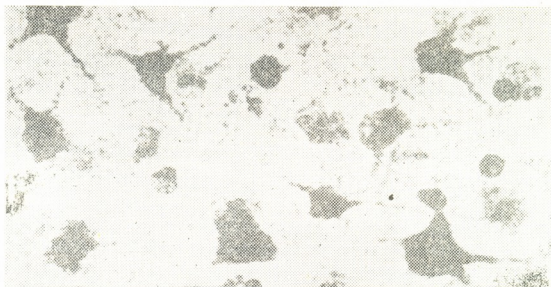


Рис. 2. Низкая активность АТФазы в нейронах сенсомоторной коры головного мозга кошек в эксперименте. Метод Педикуля и Герман (X200)

вернее, в условиях судорожных разрядов более половины нейронов составляют клетки с низкими показателями активности АТФазы (рис. 3). Нейроны VIII класса с высоким показателем активности АТФазы, характерные для V слоя сенсомоторной коры кошек в норме, в условиях судорожных припадков вовсе не обнаруживаются. При

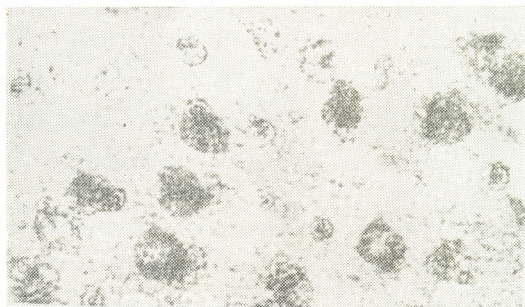


Рис. 3. Вариационная кривая активности АТФазы в нейронах сенсомоторной коры головного мозга кошек

судорожных припадках у изученных кошек не выявляются также нейроны VII класса, характеризующиеся высокими показателями активности АТФазы и присутствующие в V слое сенсомоторной коры кошек в норме.

Все вышесказанное дает основание считать, что резкое, рапидное повышение функциональной активности моторных нейронов V слоя сенсомоторной коры, участвующих в развитии судорожных разрядов, может быть реализовано лишь повышением в них степени интенсивно-





сти обменных процессов, требующих больших энергетических затрат и, следовательно, утилизации АТФ.

Академия наук Грузинской ССР

Институт физиологии

им. И. С. Бериташвили

(Поступило 17.5.1985)

ციტოლოგია

ა. კალატოზიშვილი

პატის თავის ტვინის სენსომოტორული ქიჩის ნეირონებში ატვ-აზის აქტივობის ცვლილება ექსპერიმენტული ეპილეფსიის დროს

რეზიუმე

შესწავლილია ატვ-აზის აქტივობის ცვლილება კატის თავის ტვინის სენსომოტორულ ქერქში ექსპერიმენტული ეპილეფსიის დროს. ატვ-აზის გამოსავლენად კრიოსტატზე დაჭრილი ანათლები შევლებთ პედიკულასა და გერმანის მიხედვით.

კვლევის შედეგების თანახმად, სენსომოტორული ქერქის მე-5 შრის მოტორული ნეირონების ფუნქციური აქტივობის მკვეთრი მატება წესრიგდება მათში ნივთიერებათა ცვლის გაძლიერებით, რის შედეგადაც ხდება ენერგეტიკული პროცესების გაძლიერება და შესაბამისად ატვ-აზის უტილიზაცია.

CYTOLOGY

M. D. KALATOZISHVILI

THE ALTERATION OF ATP-ase ACTIVITY IN THE NEURONS OF THE CAT'S SENSORIMOTOR CORTEX DURING EXPERIMENTAL EPILEPSY

Summary

To identify ATP-ase, 8-10  $\mu$ -thick brain sections, obtained on a cryostat were stained by the method of Pedicule and German. Statistical evaluation was carried out with a "pazkard" computer. The data obtained were processed statistically and printed as a variation curve and variation series.

The results of the investigation give ground to suggest that an abrupt, rapid increase of the functional activity of the motor neurons in layer V of the sensorimotor cortex, participating in the development of seizure activity can be realized only by an increase of the intensity of the metabolic processes, requiring considerable expenditure of energy and, consequently, utilization of ATP-ase.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. М. Мохова, Э. Н. Попова, С. А. Саркисов. Сб. «Структуры и функции нервной системы». М., 1968. 270—287.
2. В. М. Окуджава. В кн.: «Проблемы современной неврологии». Тбилиси, 1967, 303—318.
3. В. М. Окуджава. Материалы V Всемирной конф. «Электрофизиология нервной системы». Тбилиси, 1966, 211.
4. И. Пенфильд, Г. Джаспер. Эпилепсия и функциональная анатомия головного мозга человека. М., 1958.
5. A. Nasello, R. Depiante. Pharmacology, 10, v I, 1973, 56—59.
6. D. Clonet. Internat. Review of Neurology, II, 1968, 99.
7. J. Nakai. In: Morphology of Neuroglia. Springfield, III, Tokyo, 1963, 70—74.
8. E. De Robertis *et al.* In: Structure and "Function of the Cerebral Cortex". Amsterdam, 1960, 69—80.
9. Х. Хиден. Сб. «Структуры и функции клетки». М., 1964, 116—133.
10. Г. И. Васильева. Сб. «Вопросы биохимической фармакологии». Воронеж, 1969, 30—36.
11. А. И. Куликов. Вopr. мед. химии, т. XII, вып. 6. М., 1966, 606—608.
12. М. И. Кужман и Г. И. Васильева. Сб. «Вопросы биохимической фармакологии». Воронеж, 1969, 27.

Д. Д. ТВИЛДИАНИ, Т. И. ЧЛАИДЗЕ

## ЗНАЧЕНИЕ ПОЛЯРНОСТИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ПРИ ЕГО ВОЗДЕЙСТВИИ НА СЕРДЦЕ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ (ПО ЭКГ ДАННЫМ)

(Представлено академиком Т. Н. Ониани 12.6.1984)

Влияние магнитного поля (МП) на живые организмы стало предметом реальных исследований лишь в самые последние годы, хотя поиски в этом направлении предпринимались с давних времен [1—9].

В настоящей работе изучено значение полярности МП при его воздействии на сердце в эксперименте. О влиянии МП на сердце судили по ЭКГ данным. Характер изменений ЭКГ показателей в зависимости от направления силовых линий постоянного магнитного поля (ПМП) исследовали с помощью электромагнитных катушек (напряженность ПМП 10000 а/м). ЭКГ снимали в I, II, III и CL отведениях. Из ЭКГ показателей изучали амплитуду, форму и направление зубцов, сегмент S—T, продолжительность интервалов P—Q(R), QRS, QT, соотношение зубцов P/R, T/R, P/T. ЭКГ снимали до начала экспозиции, при экспозиции (с помощью удлиненных экранированных электродов ЭКГ) и в разные сроки после прекращения экспозиции.

В одной серии опытов (60 опытов на 19 половозрелых нормальных кроликах) северный полюс МП располагался с правой стороны от грудной клетки подопытного животного (С-П), а в другой серии (60 опытов на 10 половозрелых кроликах) — с левой стороны (С-Л). Контрольная группа (10 кроликов) находилась в тех же условиях опыта, но без воздействия МП.

Во время 60-минутной экспозиции в МП при варианте экспозиции С-П во всех случаях отмечались определенные изменения амплитуды зубцов P, R, S, T, смещение сегмента S—T, деформация зубцов P и T.

Изменения ЭКГ показателей в большинстве случаев носили закономерный характер и выражались в депрессии и деформации зубцов P и T, резкой альтернации зубца R, развитии экстрасистолической аритмии. Сразу после прекращения экспозиции (в ряде случаев через 24, 48 часов после нее) выявлялись противоположные изменения амплитуды зубцов P и T — ее увеличение, развитие аритмии (в тех случаях, когда при воздействии МП ритм сердца не нарушался). В то же время изменялись соотношения P/R, T/R и P/T.

Наблюдаемые при воздействии МП выраженные депрессии зубцов P и T после отключения МП сменялись увеличением их амплитуды и заострением, а также аритмией. Через 5 мин после отключения МП отмечалась деформация комплекса QRS, зубцов P и T. Относительная нормализация ЭКГ показателей происходила на 3-й день после прекращения экспозиции.

В наших наблюдениях в 60% случаев при варианте С-П воздействия МП имела место депрессия зубца T, которая после прекращения экспозиции претерпевала инверсию: появлялся отрицательный зубец T.

При варианте экспозиции С-Л в 25% опытов ЭКГ показатели визуальных изменений не претерпевали. В 50% опытов регистрировались выраженная депрессия или увеличение амплитуды зубца T:



в период воздействия МП появлялась депрессия зубца Т, что, со своей стороны, вызывало уменьшение исходной величины индекса Т/Р.

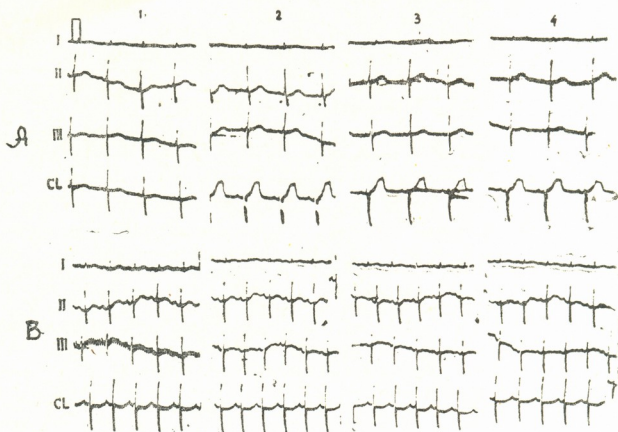


Рис. 1. ЭКГ кролика в I, II, III и CL отведениях: А — экспозиция С-П; В — экспозиция С-Л; 1 — исходная ЭКГ; 2, 3, 4 — ЭКГ через 5, 30 мин и 24 часа соответственно после выключения ПМП

На рис. 1, А, В дана ЭКГ одного и того же кролика в I, II, III и CL отведениях при различных расположениях полюса ПМП по отношению к экспериментальному животному (1, А — северный полюс с правой стороны, 1, В — северный полюс с левой стороны).

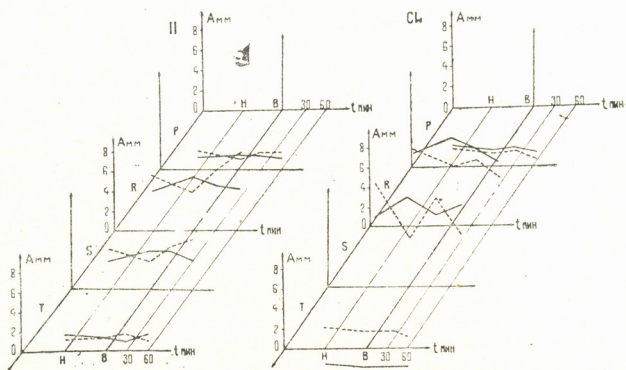


Рис. 2. Графики изменения зубцов ЭКГ (объяснение в тексте)

Как видно из рис. 1, А, сразу же после отключения МП и на последующих этапах наблюдения увеличивалась амплитуда зубца Т, особенно во II и CL отведениях. Одновременно уменьшалась частота ритма сердца на 30% от исходного уровня.



Через 24 часа после экспозиции ЭКГ не возвращалась к исходной: вновь замедлялся ритм сердца и увеличивалась амплитуда зубца Т. При экспозиции С-Л заметных изменений не наблюдалось, хотя в период эксперимента в какой-то степени учащалось количество сердечных сокращений, т. е. у одного и того же кролика ЭКГ изменения нагляднее были выражены при варианте С-П воздействия МП.

Результаты математической обработки экспериментальных данных по методу Стьюдента показали, что при варианте С-П воздействия МП в 5% случаев ритм работы сердца не изменялся, в 40% учащался и в 55% замедлялся по сравнению с исходным. Изменения высокодостоверны для зубцов  $P_{II}$ ,  $R_{II}$ ,  $R_{III}$ ,  $S_{III}$ ,  $P_{CL}$ . Для критерия процентных точек Стьюдента уровень значимости знаков «—» достоверен для зубцов  $P_I$ ,  $T_I$ ,  $P_{III}$ ,  $S_{III}$ ,  $T_{CL}$ , знаков «+» высокодостоверен для зубцов  $R_I$ ,  $T_I$ ,  $P_{II}$ ,  $R_{II}$ ,  $T_{II}$ ,  $P_{III}$ ,  $R_{III}$ ,  $S_{III}$ ,  $T_{III}$ ,  $P_{CL}$ ,  $T_{CL}$ . Это указывает на то, что в данной серии опытов влияние МП выражалось в основном в увеличении амплитуды зубцов ЭКГ.

По нашим данным, если при варианте экспозиции С-П амплитуда зубцов ЭКГ увеличивалась, то у того же кролика при варианте С-Л на каком-либо этапе опыта она менялась в противоположном направлении — уменьшалась (см. рис. 2, где на оси абсцисс отложено время наблюдения, а на оси ординат — значение амплитуд соответствующих зубцов ЭКГ в мм, сплошной линией показан вариант С-П воздействия ПМП, а пунктирной — вариант С-Л). Из рисунка видно, что амплитуда зубцов ЭКГ по отношению к исходным величинам начинала меняться в момент выключения (В) ПМП и оставалась измененной в последующем периоде наблюдения (30—60 мин после выключения). Изменения зубцов в большинстве случаев носили противоположный характер при экспозициях С-П и С-Л.

Распространение ритмично возникающего сердечного импульса по проводниковой системе сердца, возбуждение миокарда и возникновение биотоков в норме происходят в определенной ортоградной последовательности. Возбужденный очаг сердца заряжен электроотрицательно, а находящиеся вне возбуждения участки миокарда — электроположительно. Вследствие этого возникает разность биопотенциалов. Близлежащие к очагу возникновения сердечного импульса участки организма во время возбуждения сердца заряжены преимущественно электроотрицательно по отношению к более отдаленным участкам. В связи с ритмичным возникновением биопотенциалов сердца вокруг него создается импульсно и ритмично меняющееся МП. Можно предположить, что расположение сердца как электрического диполя по отношению к направлению МП должно иметь определенное значение в смысле совпадения разноименных знаков биотоков сердца и полюсов МП.

Таким образом, при воздействии ПМП на ЭКГ показатели определенное значение имеет расположение сердца по отношению к полюсам МП. Изменения ЭКГ показателей носят более отчетливый характер при расположении северного полюса с правой стороны от грудной клетки подопытного животного.



დ. ტვილდიანი, თ. ჩლაიძე

 მახვილბურთი ველის კოლაროზის მნიშვნელობა მის გავლენაში გულზე  
 ექსპერიმენტში

რ ე ზ ი უ მ ე

ექსპერიმენტები ჩატარებულია ბაჭყალიზე. 125 ერსტედის დაძაბულობის მუდმივ ელექტრომაგნიტურ ველში (ემვ) ხდებოდა ბაჭყალის ექსპოზიცია 60-წუთის განმავლობაში. ემვ-ის გულზე გავლენა შევისწავლეთ ეკგ მაჩვენებლების მიხედვით I, II, III და CL განხრებში. ემვ-ის გულზე უარყოფითი გავლენის ეფექტი (ეკგ მაჩვენებლების ცვლილებების მიმართულება და ინტენსივობა) სხვა თანაბარ პირობებში დამოკიდებულია ემვ-ის ძალხაზების მიმართულებაზე გულის მიმართ: ეფექტი მკვეთრად მატულობს ჩრდილოეთის პოლუსის გულის მარჯვენა მხარეზე მდებარეობის დროს.

## EXPERIMENTAL MEDICINE

D. D. TVILDIANI, T. I. CHLAIDZE

 INFLUENCE OF THE MAGNETIC FIELD POLARITY ON THE HEART  
 IN EXPERIMENT

## Summary

The experiments were carried out on rabbits. Rabbits were exposed for 60 min. to 125 oersted intensity in a permanent electron magnetic field. EMF influence on heart was studied according to ECG indices in I, II, III and CL sections. The negative effect of EMF on the heart (the direction and intensity in ECG changes), under other equal conditions, depends on the direction of lines of force of the ECG towards the heart: the effect increases drastically when the North Pole is on the right side of the heart.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. П. Карцев. Приключения великих уравнений. М., 1970.
2. А. В. Крылов и др. Физиол. раст., 7, № 2. 1960.
3. U. Pittman. Canad. J. Plant. Sci., 42, 1962.
4. Г. Г. Брановер и др. Вопросы ихтиологии, № 4, 1971.
5. M. Lindauer, H. Martis. Ztschr. vergleich. Physiol., Bd, 60, 3, 1968.
6. Ю. И. Новицкий и др. Материалы науч.-метод. конф. Белгородского гос. мед. ин-та. Белгород, 1970, 73.
7. F. A. Vrawp. Ed. J. Aschoff. Amsterdam, 1965.
8. Т. И. Чლაидзе. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1980.
9. И. Л. Деген. Врач. дело, 3, 1971.

Э. В. КВАВАДЗЕ

## ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СКУЛЬПТУРЫ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБОЛОЧКИ ПЫЛЬЦЕВЫХ ЗЕРЕН *SCIADOPITYS VERTICILLATA* SIEB. ET ZUCC.

(Представлено академиком Л. К. Габуния 17.2.1984)

За последние годы применение электронного сканирующего микроскопа позволило установить ряд существенных признаков в строении тонких структур оболочек пыльцевых зерен многих растений. С помощью электронного микроскопирования нами проводится изучение морфологических особенностей пыльцы представителей семейства *Taxodiaceae*.

Неожиданными и чрезвычайно интересными оказались результаты, полученные при исследовании пыльцевых зерен рода *Sciadopitys*. Род представлен одним видом — *Sciadopitys verticillata* Sieb. et Zucc. Сциадопитис мутовчатый, или, как его еще называют, зонтичная сосна, очень редкое древесное растение, которое растет в горах Японии (о-в Хонсю) и в диких условиях нигде больше не встречается. На острове Хонсю он также локализован и не произрастает выше 36° с. ш. Растет в глубоких ущельях и на склонах, защищенных от сильных ветров на высоте 600—1000 м. Таким образом, сциадопитису необходим прохладный и влажный океанический климат [1].

Считаем необходимым указать, что в геологическом прошлом *Sciadopitys* существовал с мелового времени на территории Гренландии, Норвегии, СССР, Японии. На Кавказе пыльца сциадопитиса встречается в юрских, меловых, миоценовых и плиоценовых отложениях [2, 3].

Сциадопитис — очень красивое дерево и культивируется во многих странах мира. В нашей стране впервые был интродуцирован в 1892 г. в Никитском ботаническом саду. В настоящее время в Грузии растет в Сухумском и Батумском ботанических садах, где и собран исследуемый материал. Помимо рецетной пыльцы, изучалась субрецентная пыльца из почвенных проб, отобранных под деревьями *Sciadopitys*.

При просмотре материала в обычном световом микроскопе оказалось, что структура экзины, ее толщина и контур пыльцевого зерна резко варьируют. Одни и те же особенности наблюдались при исследовании как сухой, так и субфоссильной пыльцы. Следует отметить, что в почвенных пробах количество пыльцевых зерен *Sciadopitys*, как отмечалось ранее [4], оказалось обильным, и по пыльцевой продуктивности сциадопитис можно приравнять к сосне.

Для подтверждения нашего вывода о морфологической вариабельности пыльцы *Sciadopitys* исследование проводилось с помощью сканирующего микроскопа JEOL-ISM-50A. На электронно-сканирующем микроскопе изучались ничем не обработанные пыльцевые зерна. Фотографирование производилось при увеличениях от 2400 до 22000 раз.

Диаметр пыльцевых зерен 36—71 мк, форма шаровидная с углубленной дистальной стороной. На дне углубления имеется примитив-



ная зародышевая бороздка с гладкой мембраной (рис. 1,в). На проксимальной стороне сэкзина толще, чем на дистальной. Сэкзина бугристая, бугорки имеют различную форму. Скульптура сэкзины шиповатая. Для всех исследованных пыльцевых зерен характерно присутствие перины. Перина — это одно из оригинальных микроскопических образований, которое покрывает обычно сэкзину не сплошной оболочкой, а отдельными шиповатыми бугорками округлой формы (орбикулы), неравномерно расположенными по всему зерну. Некоторые исследователи [5] перину называют «украшением» сэкзины.

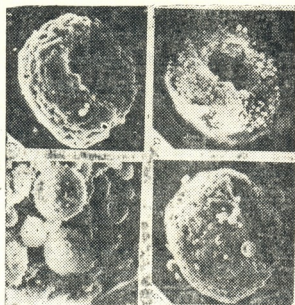


Рис. 1. Пыльцевые зерна *Sciadopitys verticillata*: а — с плотной периной (ув. 2200 раз), б — с разноразмерной редкой периной и трифиной (ув. 3000 раз), в — с волнообразной скульптурой перины (ув. 3200 раз), г — деталь скульптуры сэкзины с периной (ув. 20000 раз)

Наличие перины характерно для всех представителей *Taxodiaceae* [6—10]. Небезынтересно отметить, что скульптура, создаваемая периной у многих таксонидневых, является одним из диагностических признаков при родовых и видовых определениях [11]. В отличие от других представителей *Taxodiaceae*, рисунок перины у разных пыльцевых зерен *sciadopitopsis* неодинаковый. В зависимости от скульптуры перины меняется весь облик пыльцевого зерна, что хорошо просматривается и в световом микроскопе. Учитывая размеры орбикул перины, их плотность и расположение, можно выделить несколько форм пыльцы.

**Форма А.** Пыльцевые зерна этой формы имеют плотную перину с относительно одинаковыми мелкими орбикулами. Перина покрывает почти всю сэкзину как на дистальной, так и на проксимальной стороне. Орбикулы (рис. 1,а), налегая друг на друга, местами образуют несколько слоев. В световом микроскопе пыльца имеет сетчатый рисунок сэкзины как на дистальной, так и на проксимальной стороне. Контур тела ровный.

**Форма В.** Пыльцевые зерна этой формы имеют разноразмерные орбикулы, которые покрывают сэкзину не сплошь. Орбикулы могут достигать больших размеров, воздымаясь над поверхностью зерна (рис. 1,б), что создает неровный контур тела. Скульптура крупных орбикул, как и поверхность сэкзины, шиповатая. Шипики перины и сэкзины, цепляясь друга за друга, обеспечивают прочность подобной скульптуры (рис. 1,г). Некоторые пыльцевые зерна перекрыты трифиной. В световом микроскопе хорошо видны крупные орбикулы. Структура сэкзины бугорчатая. Трифина в световом микроскопе не видна, так как во время ацетализа она растворяется [14].

**Форма С.** У пыльцевых зерен присутствует перина из орбикул средних размеров. Орбикулы перины, плотно прилегая друг к другу, как бы сливаются по зигзагообразным линиям, образуя тем самым волнистые цепочки (рис. 1,в). На проксимальной стороне перина мельче и расположена в виде отдельных шариков. Контур тела пыльцы волнистый. В световом микроскопе сэкзина толстая, с волнистой либо со сморщенной скульптурой.



Интересно, что в световом микроскопе после ацетолизной обработки отмечаются зерна, лишенные перины. Подобные пыльцевые зерна резко отличаются от описанных форм. Экзина зерен, лишенных перины, более тонкая, с совершенно иным орнаментом экзины. Контур всех зерен ровный. Считаю целесообразным те пыльцевые зерна, у которых сползла перина, объединить в форму Д.

Следует отметить, что большая часть пыльцы (около 60—70%) сохраняет перину не только при ацетолизе, но и при фоссилизации в почвах, где, как известно, условия для сохранности пыльцы не самые подходящие. Японский палинолог И. Уэно в своих работах отмечает обратное. Пыльцевые зерна легко теряют перину, особенно на дистальной стороне, даже в результате их увлажнения. Приведенные этим автором микрофотографии подтверждают этот факт, так как почти все зерна после их окрашивания лишены перины [6, 7]. Подобное явление наводит на мысль о том, что в неблагоприятных условиях органы растения вырабатывают большую, стойкость для своего сохранения. По данным японских экологов пыльцевые зерна *Sciadopitys* в лабораторных условиях не выносят сухость [8]. Пыльца гибнет при малейшей засухе. Вероятно, именно перина вместе с экзиной предохраняет пыльцевое зерно от засыхания, и в наших условиях, где климат жарче и суше климата ареала произрастания *Sciadopitys*, перина, играя защитную роль, интенсивнее развивается и приобретает большую стойкость к разрушению<sup>(1)</sup>.

Таким образом, можно полагать, что морфологическая вариабельность пыльцы *Sciadopitys verticillata* обусловлена мобилизационным резервом изменчивости, который образуется постепенным накоплением мутаций среди особей данного вида и имеет огромное значение при быстром изменении условий внешней среды [13].

В заключение добавим, что изменчивостью пыльцы *Sciadopitys* мутовчатого в какой-то степени объясняются те многочисленные противоречия, которые существуют в исследованиях морфологических особенностей и выделении диагностических признаков [10, 14—16]. В связи с этим при палинологических исследованиях в целях систематики, так же как и при определении пыльцы из древних отложений, необходимо выявлять и учитывать существование различных форм пыльцы *Sciadopitys verticillata*.

Академия наук Грузинской ССР

Институт палеобиологии

им. Л. Ш. Давиташвили

(Поступило 24.2.1984)

პალინოლოგია

ა. შავაძე

SCIADOPITYS VERTICILLATA SIEB. ET ZUCC.-ის მტკრის მარცვლების  
ზედაპირული ბარსის სპულკტურის ელექტრონულ-მიკროსკოპიული  
ბამოკვლევა

რეზიუმე

ელექტრონულ-სკანური მიკროსკოპის საშუალებით შესწავლილია *Sciadopitys verticillata* Sieb. et Zucc. რეცენტული მტკერი. კვლევის შედეგად

<sup>(1)</sup> В Западной Грузии почти все деревья *Sciadopitys* обильно цветут и дают хорошие семена.



დადგენილია, რომ სხვადასხვა მტერის მარცვლების ზედაპირული გარსის სტრუქტურა განსხვავებულია. გამოყოფილია პერინის სკულპტურის სამი ტიპი, ამასთან დაკავშირებით კი — მტერის მარცვლების სამი ფორმა, სციადოპიტისის მტერის მარცვლების მორფოლოგიური ცვლილებანი კარგად შეიმჩნევა სინათლის მიკროსკოპშიც.

PALAEOBIOLOGY

E. V. KVAVADZE

ELECTRON-MICROSCOPIC STUDIES OF THE SURFACE SHELL  
SCULPTURE OF THE POLLEN GRAINS OF *SCIADOPITYS*  
*VERTICILLATA* SIEB. ET ZUCC

Summary

Recent pollen of *Sciadopitys verticillata* has been studied by means of a scanning electron microscope. The sculpture of the surface shell of various pollen grains was found to be dissimilar. Three types of perine sculpture have been identified, and correspondingly three forms of pollen grain. Morphological variability of the *Sciadopitys* pollen is well observed with an ordinary light microscope as well.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Деревья и кустарники, т. I. М.—Л., 1949.
2. В. И. Трифонова. В кн.: «Жизнь растений», т. 4. М., 1978.
3. Каталог ископаемых растений Кавказа, т. II. Тбилиси, 1973.
4. Ә. В. Кვაваძე. Сообщения АН ГССР, 109, № 3, 1983.
5. А. Н. Сладков. Введение в спорово-пыльцевой анализ. М., 1967.
6. J. Ueno. J. Inst. Polytech. vol. 2. Series D, Osaka City University, 1951.
7. J. Ueno. Biol. Inst. Fac. Sci., Shizuka University, Oct. 10, 1973.
8. J. Ueno. Jap. J. Palynology, vol. 28, № 1, 1982.
9. J. Ueno. Biol. J. Nara Women's Univ. № 10, June, 1960.
10. Л. А. Куприянова. Природа, № 12, 1983.
11. Л. А. Кვაваძე. Сб. «Современные проблемы палинологии». Новосибирск, 1984.
12. Л. А. Куприянова. Бот. ж., 64, № 2, 1979.
13. И. И. Шмальнаяузен. Проблемы дарвинизма. Л., 1969.
14. М. А. Петросьянц. В кн.: «Ископаемые споры и пыльца Европейской части СССР и Средней Азии». М., 1967.
15. В. В. Зауер, Н. Д. Мchedlishvili. В кн.: «К методике палеопалинологических исследований». Л., 1966.
16. В. В. Зауер. В кн.: «Атлас верхнемеловых, палеоценовых и эоценовых споропыльцевых комплексов некоторых районов СССР». Л., 1960.

ლ. ხანტუჩია, ც. ხომიჯურაშვილი

## გრამატიკული კატეგორიების ზოგიერთი საკითხის შესახებ სპეციალურ ტექსტებზე მუშაობისას

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა შ. ძიციუტრა 21.3.1984)

გრამატიკული მოვლენა აღწერილი უნდა იყოს უცხოური ენების სწავლებლის მიზნისა და მიხედვით. ეს აზრი პირველად წამოჭრა აკადემიკოსმა ლ. შჩერბამ [1]. მან შემოგვთავაზა გაგვეჩრია ერთმანეთისაგან აქტიური და პასიური გრამატიკა. პირველი — ზეპირმეტყველების დაუფლებისათვის, მეორე კი ტექსტის გაგებისათვის.

უცხოური ენების სწავლების მეთოდოლოგიაში შემუშავებულია გრამატიკული მასალის გადმოცემისა და შერჩევის რეპროდუქტული (ანუ პროდუქტული) სწავლება და რეცეპტული სწავლება. აქტიური გრამატიკული მინიმუმი ის მინიმუმია, რომელიც შესწავლილ უნდა იქნეს როგორც რეპროდუქტულად, ისე რეცეპტულად. პასიური გრამატიკული მინიმუმი კი მხოლოდ რეცეპტულად შეისწავლება [2].

ქართულ აუდიტორიაში უცხოური ენების სწავლებისას უნდა ამოვიდეთ იმ მიმართებიდან, რომელიც ინგლისური და ქართული ენების გრამატიკულ სტრუქტურებს შორის არსებობს [3].

არასპეციალურ უმაღლეს სასწავლებლებში შეგნებული გრამატიკული ანალიზის სწავლების წინაპირობაა სკოლაში შექმნილი ცოდნის ანუ გრამატიკული ბირთვის სისტემატიზაცია, განმტკიცება და მისი რეალიზაცია პრაქტიკაში. ამ საკითხის გადაჭრისათვის საყურადღებოა მეორე რიგის გრამატიკული კატეგორიები, რომლებიც ფართოდ იხმარება სპეციალურ სამედიცინო ლიტერატურაში.

სპეციალურ ლიტერატურას ახასიათებს გრამატიკული ფორმებისა და კატეგორიების თავისებური გამოყენება. მაგ. „to be“ ზმნა, როგორც განგრძობითი დროის ფორმების მაწარმოებელი, სამედიცინო ლიტერატურაში თითქმის არ გვხვდება. ვნებით გვარში კი ძალიან ხშირად იხმარება. ამდენად პირველ რიგში უნდა შეირჩეს ხშირად ხმარებული გრამატიკული კატეგორიები, თუმცა მასალის შერჩევა მხოლოდ სიხშირის პრინციპის გამოყენებით არ იქნებოდა მართებული.

მიღებული მონაცემებისა და ინგლისურ-ქართული ენების გრამატიკული მოვლენების შეპირისპირებითი ანალიზის საფუძველზე ჩვენ შევარჩიეთ გრამატიკული მინიმუმი რეცეპტული სწავლებისათვის.

1. არსებითი სახელი — არტიკლი, მრავლობითი რიცხვი, არსებითი სახელი წინდებულით. ა) არტიკლის ლექსიკური მნიშვნელობა, განუსაზღვრელი არტიკლი რიცხვითი სახელის წინ, განსაზღვრული არტიკლი „ზოგიერთი“-ს მნიშვნელობით, განუსაზღვრელი არტიკლი შესიტყვეებებში half an hour, as a result, as a whole, a good deal, a few, for a time განუსაზღვრელი არტიკლის ხმარება კავშირების and, or, but, rather than-ის შემდეგ. განსაზღვრული არტიკლის ხმარება კავშირების, განსაზღვრული არტიკლი ნივთიერებათა სახელების



წინ, ნაცვალსახელების all და both-ის შემდეგ, მისი ხმარების გამონაკლისების ძირითადი შემთხვევები; არტიკლის გამოტოვების შემთხვევები.

ბ) მრავლობითი რიცხვის წარმოება, ლათინურ-ბერძნული წარმოშობის სიტყვათა მრავლობითი რიცხვის წარმოება; სახელები, რომლებსაც მრავლობითი რიცხვი არ გააჩნიათ; უთვლადი სახელების რიცხვი.

გ) არსებითი სახელების სხვადასხვა ფუნქციები წინადადებაში. კუთვნილებითი ბრუნვა;

დ) არსებითი სახელის შემცვლელი წინადადებაში (one, that, those, the former, the latter).

II. ზედსართავი სახელის შედარებითი ხარისხების წარმოება. შესიტყვებანი: a ზედსართავი სახელი as as, ზედსართავი as possible, not so ზედსართავი as.

III. რიცხვითი სახელები: წილადები, პროცენტები, გრადუსები.

IV. ნაცვალსახელის ფუნქცია წინადადებაში, ნაცვალსახელები it, that, those.

V. ზმნა. ზმნის ტიპები და მათი ფუნქციები წინადადებაში (დამხმარე, მოდალური, საუღლებელი): ა) ზმნის პირიანი ფორმები და მათი ზმნა. დროის ფორმები; ბ) გვარი: მოქმედებითი, ვნებითი; წარმოების ხერხები; კილო, პირობითი წინადადებები; გ) მოდალური ზმნები და მათი ფუნქციები.

VI. ომონიმური ფორმები: დაბოლოება s-ის სამი ფუნქცია, დაბოლოება ed-ის სამი ფუნქცია, to be ზმნის ხუთი ფუნქცია, ზმნა to have-ის სამი ფუნქცია; ზმნა to do-ს ოთხი ფუნქცია; ing-იანი ფორმის ფუნქციები; უარყოფის ოთხი ტიპი, წინდებული with, by-ის სამი ფუნქცია, რიცხვითი სახელის one-ის სამი ფუნქცია.

VII. ზმნის უპირო ფორმები; ინფინიტივი — მისი სინტაქსური ფუნქციები; ინფინიტიური კონსტრუქციები და მისი დედაენასთან შეპირისპირება. მიმდღობა — მისი მარტივი და რთული ფორმები, სინტაქსური ფუნქციები, მიმდღობური კონსტრუქციები და მისი ქართულთან შეპირისპირება. გერუნდივი — გერუნდიული კონსტრუქციები.

VIII. ზმნიზედა. სინტაქსური ფუნქციები, ზმნიზედები, რომლებიც ფორმით ემთხვევიან ზედსართავ სახელებს, წინდებულებს და კავშირებს.

IX. წინდებულები. მათი ტიპები და მნიშვნელობა. წინდებულები: by, with over ფუნქციები, by in წინდებულები გერუნდივთან.

X. კავშირები.

XI. სინტაქსი. წინადადებათა სახეები; ტიპები, სიტყვათა წყობა წინადადებაში. ინვერსია; წინადადების წევრები და ფორმალური ნიშნები, შემასმენლის შეთანხმება ქვემდებარესთან, დამოკიდებულ წინადადებათა უკავშირო შეერთება, სინტაქსური კომპლექსები.

სამედიცინო ინსტიტუტში ინგლისური ენის გრამატიკული მოვლენების სწავლებაში კონკრეტულად იგულისხმება გრამატიკული კატეგორიების შეთვისების დონის განსაზღვრა (რაც გულისხმობს მოცემული მოვლენის არსის აღქმის სისწორეს მისი წარმოების გზებისა და საშუალებების ცოდნის დონის კონკრეტულ ენობრივ სიტუაციაში).

რეკვებულად შეთვისებული მასალის მიწოდებისას ზედმეტი, ვრცელი, თეორიული ახსნა-განმარტებები არ არის საჭირო. საკმარისია ამა თუ იმ მოვლენისათვის დამახასიათებელი ძირითადი ნიშნების მიცემა. მაგ., იმისათვის რომ სტუდენტმა შეიცნოს ტექსტში ზმნა perfect-ში საჭიროა ყურადღება გავამახვილოთ სამ მომენტზე.

1. ფორმის გამომხატველი ნიშანი, დამხმარე ზმნა to have შეთანხმებული წარსულის მიმდღობასთან.



2. ფორმის მნიშვნელობა — მაგ. ზმნა present perfect-ში გამოხატავს მოქმედებას, რომელიც შესრულებულია ლაპარაკის მომენტისათვის, have written მოქმედების შედეგი სახეზეა.

3. მისი ეკვივალენტი დედაენაში. present perfect-ს ქართულში ნამყოფი ვიყვებილი შეესაბამება და ითარგმნება როგორც „დაწერა“.

მასალის ასეთნაირად მიწოდება უფრო გასაგებია, ადვილად შეითვისება და ნაკლებ დროსაც საჭიროებს.

რეპროდუქტიულად ასათვისებელი გრამატიკული მოვლენის ახსნისას ვიყენებთ წესებს: წესი-ინფორმაცია, წესი-ინსტრუქცია, წესი-განზოგადება. მოვლენის არსის შემდეგ ვუთითებთ მის მნიშვნელობაზე, დამახასიათებელ კონკრეტულ ნიშან-თვისებაზე, მის ეკვივალენტზე დედაენაში და თუ მისი ფორმა ომონიმურია, მათი გარჩევის საფუძველზე მასალას ვაწვდით თანდათანობით, სასწავლო ტექსტზე დაყრდნობით. ომონიმურ ფორმებზე მუშაობას ვიწყებთ მხოლოდ მას შემდეგ, რაც ისინი ცალკეულად უკვე შესწავლილია. კატეგორიები, რომლებსაც პირდაპირი შესიტყვებები მოეპოვებათ, დედაენაში ახსნა-განმარტებას არ საჭიროებენ, მათ სემანტიზაციას ვახდენთ თარგმნის მეშვეობით.

დაშვებულ შეცდომათა ანალიზი და ის სირთულეები, რომლებსაც ვხვდებით ორიგინალურ ტექსტებზე მუშაობისას, გვიჩვენებენ, რომ ძირითადი მიზეზები წინადადებებიდან აზრის გამოუტანლობისა არის წინადადების არასწორი დაშლა მის წევრებად. ამიტომ, სტუდენტებს პირველ რიგში ვასწავლით ინგლისური ენის წინადადების სინტაქსურ სტრუქტურას: ყველა დამხმარე ელემენტების მნიშვნელობასა და ფუნქციას, რიცხობრივად მცირე გრამატიკულ დაბოლოებებს, კერძოდ s(es), -ed, -ing, -er, -est, -by და საკმაოდ ინტენსიურად ვავარჯიშებთ გრამატიკული ანალიზის წარმოებაში.

დადებითი შედეგები გრამატიკულმა ანალიზმა შეიძლება მოგვეცეს მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ ლავიცავთ პედაგოგიკის ზოგად პრინციპს მარტივიდან რთულისაკენ. აქედან გამომდინარე, ანალიზს თანდათანობით ვართულებთ, მარტივი წინადადებებიდან გადავდივართ რთულზე, ნაწილობრივი ანალიზიდან მთლიანზე, თემატურიდან ფრონტალურზე. ანალიზს ვიწყებთ წინადადებაში შემასმენლის მოძებნით. ამისათვის სტუდენტს ვასწავლით ზმნა-შემასმენლის შესაძლებელ ყველა შეთანხმებას; მის ფორმალურ ნიშნებს: აფიქსებს -s, -ed, -en, -ing.

შეთანხმებას დამხმარე ზმნებთან to be, to have, to do, შემასმენლის ადგილს წინადადებაში.

ზმნის ანალიტიკური ფორმების მაწარმოებელი ყველა შესაძლებელი ზერხისა და სინტაქსური სტრუქტურის ცოდნა ეხმარება სტუდენტს სწრაფად და ზუსტად მოძებნოს შემასმენელი წინადადებაში. ინგლისურ ენაში სიტყვათა პირდაპირი წყობის საფუძველზე მაშინვე ვადგენთ, რომ შემასმენლის მარცხნივ დგას ქვემდებარე, ხოლო მარჯვნივ დამატება. ქვემდებარისა და დამატების ფორმალური ნიშნების ცოდნა ხსნის სირთულეებს, დაკავშირებულია განსაზღვრებასთან, რადგან განსაზღვრებად წინადადებაში შეიძლება იყოს გამოყენებული ზედსართავი სახელი, არსებითი სახელი ნათესაობით ბრუნვაში, მიმღეობა, გერუნდივი ინფინიტიური და გერუნდიული საქცევები, განსაზღვრებითი დამოკიდებული წინადადებები და სხვა.

ტექსტში მოცემული შემთხვევის შეცნობასა და გამოყოფაზე მუშაობის შემდეგ სტუდენტები იწყებენ მუშაობას ტრანსფორმაციულ ზეპირ სავარჯიშოებზე.





სამედიცინო ტექსტების გრამატიკული კატეგორიების სწავლების მთავარი ამოცანაა სამედიცინო ლიტერატურისათვის დამახასიათებელი სტრუქტურების პრაქტიკული გამოყენება, რაშიც იგულისხმება შემდეგი: მოცემული მოვლენისათვის დამახასიათებელი ჩვენების გამომუშავება, უცნობი სიტყვის სინტაქსური ფუნქციის შეცნობის უნარის ფორმირება, წინადადების სტრუქტურაში თავისუფალი ორიენტაციის უნარის გამომუშავებაზე ვარჯიში.

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო  
ინსტიტუტი

(შემოვიდა 23.3.1984)

## ЯЗЫКОЗНАНИЕ

Л. А. ЧАНТУРИЯ, Ц. Н. ХОМИЗУРАШВИЛИ

### НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ГРАММАТИЧЕСКИХ СТРУКТУР ПРИ РАБОТЕ НАД СПЕЦИАЛЬНЫМИ ТЕКСТАМИ

#### Резюме

В этой статье рассматриваются вопросы отбора грамматического материала, подачи, усвоения и закрепления грамматических структур английского языка в грузинских неязыковых вузах, учитывая данные современной методикки обучения иностранным языком.

## LINGUISTICS

L. A. CHANTURIA, Ts. N. KHOMIZURASHVILI

### SOME PROBLEMS OF LEARNING GRAMMATICAL STRUCTURES WHEN DEALING WITH SPECIAL TEXTS

#### Summary

The article discusses problems of the selection of grammatical material, as well as the presentation, learning and consolidation of English grammatical structures in Georgian non-language institutes of higher education. The data of modern methods of language teaching are taken into consideration.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. В. Шерба. Сб. «Преподавание иностранных языков в средней школе». М., 1947.
2. მ. კრავეიშვილი. ინგლისური ენის სწავლების მეთოდთა, თბილისი, 1976.
3. შ. შათირიშვილი. გერმანული ენის სწავლების მეთოდთა, თბილისი, 1977.

Р. Г. КAVTIAШВИЛИ

## ПРИЛАГАТЕЛЬНЫЕ В ПРЕДИКАТИВНОЙ ФУНКЦИИ

(Представлено академиком Ш. В. Дзидзигури 2.10.1985)

По своей семантике прилагательные чрезвычайно разнообразны. По-видимому, наряду с глаголом, эта часть речи наиболее активизируется во всех семантических аспектах высказывания. Прилагательные, употребляемые в предикативной функции, приписывают предмету признаки, которые, в свою очередь, выступают в виде качеств, заложенных в самой природе предмета, либо в виде качеств, выявляемых из отношения к предмету, обстоятельству или действию.

В основном качественные прилагательные относятся к так называемым классическим предикатам, которые обозначают собственно признак и, как отмечает Н. Д. Арутюнова [1], в большей мере наделены всеми признаками предикатов. Известно, что прилагательные как предикативные слова лишены денотации и референции, т. е. имеют сигнификат, но не имеют денотата. Отсюда мы можем описать все возможные семантические особенности прилагательных, основанные на их сигнификативных свойствах. В состав предикативных прилагательных (ПП) в современном английском языке входит большая группа оценочных предикатных номинаций. Предикаты содержат семантический компонент оценки и поэтому представляют собой наиболее доступный материал для исследования природы, типов и характера взаимодействия оценочного компонента с другими семантическими компонентами, проблем трансформации, установления способов связи и др. Предикативное сочетание слов имеет сравнительно меньше структурных ограничений, чем сочетаемость, реализуемая в атрибутивной конструкции. Из числа предикативных связей нас интересует квалификативная, где прилагательное дает квалификацию субъекта.

ПП определяют непосредственно референт, а не систему референции, его свойства. Нельзя преобразовать, например, *the boy was still* → \**the still boy*, так как *still* относится к референту, к его временному физическому свойству и поэтому не дает атрибутивной трансформы. Следует подчеркнуть, что несоответствие предикативных и атрибутивных групп в каждом частном случае нельзя объяснить только логико-семантическими факторами. Их соотношения во многом зависят от семантики конкретных прилагательных, формирующих ее семы, способность к семантическому согласованию по тем или другим коннотациям и т. д.. В результате этого предполагаем, что семы, характеризующие значение слова, распределяются на нескольких уровнях, отличающихся большей или меньшей стабильностью: постоянные и темпоральные семы, например, *the man is tall* ↔ *the tall man*; *the man is ready* → \**the ready man*. Темпоральные прилагательные описывают временное состояние здоровья, лица, психическое или моральное состояние и т. д. Такие качества характеризуются индивидуальностью, актуализируются в определенном временном отрезке. Можно различать собственно темпоральность — естественные признаки, приписываемые референту, например, *he got red*, и непривычные признаки, т. е. результат случайной оценки субъектом объективной реальности, например, *the academy is too*

large and too vulgar. Темпоральность, заключая в себе ингерентное понятие, может стать вторичным, многократным свойством денотата (hungry, happy). Состояние референта — это временное свойство, а способность существовать в каждом данном отрезке времени как нечто целое обуславливается тем, что свойства осознаются как параметры, создающие качественную характеристику объекта [2].

Предлагаемая нами классификация основывается на определенных свойствах, общих для всех ПП. Структура предикативной классификации определяется тем, что исследуемый материал распадается на классы и группы, каждая из которых обладает несколькими уникальными признаками. Они сочетают в себе два момента: а) обозначение собственно признака, б) обозначение оценки.

Предикативная функция прилагательных объединяет центральные и периферийные прилагательные. Центральные прилагательные дали нам возможность выделить I класс и группы для семантической классификации ПП.

1) В этой группе прилагательные допускают трансформацию в атрибутивном употреблении и при этом сохраняют сравнительно идентичную семантику, например, *the circumstances are unusual* → *the unusual circumstances*; *the idea is absurd* → *the absurd idea* и т. д. В предикативной функции прилагательное осмысливается отдельно от денотата и сообщает новую информацию. Но в атрибутивной функции — *the absurd idea, the unusual circumstances* — информация воспринимается как одно целое, не отделимое от предмета. *English people were not chatty* → *chatty English people*; *the assumption was quite right* → *the quite right assumption* — ПП приписывают объекту временный признак, временную оценку, а в атрибутиве прилагательные указывают на общий характерный признак. Значит, у центральных прилагательных в первой группе выявляется дифференциальная сема общности и конкретности. А в общем сходство сем, составляющих инвариантную основу информации, должно свидетельствовать о сходстве грамматического значения сравниваемых фраз, в нашем случае  $N + be + A \rightarrow AN$ .

2) ПП являются обязательной информативной частью. В группе объединяются центральные прилагательные, которые сохраняют ± семантику в атрибутиве, но с изменением: *the room was never fresh = not clean smelling*, в атрибутиве повторяется это значение и дополняется еще одним: *a fresh room = 1) clean smelling, 2) a new one*.

Значение прилагательного *fresh* в сочетании с существительным *food* не меняется, но *paper was fresh* означает *clean*, а *a fresh paper = new newspaper*. Так, при трансформации ПП выявляется, что они допускают атрибутивную пару, но не сохраняют идентичности в семантике.

3) Предлагаемая группа ПП дает иное значение в соответствующей атрибутивной функции, например, *the child was lost = he didn't know where he was*, акцентируется местонахождение ребенка, но *a lost child = сирота*, дело имеем с изменением значения, или же *the story was new = we haven't heard it before*; *the new story = (the) another story*. Как показал анализ, одно и то же прилагательное меняет значение при трансформации, в результате чего *lost, new* являются рестриктивными на семантическом уровне. Эта группа представляется промежуточной между I и II классами ПП.



1) Предикативные имена прилагательные обозначают различные действия, состояния, признаки, свойства, качества объектов действительности и выражают различное отношение к ним человека, автора. В предлагаемой группе с помощью предикатов состояния описываются временные стадии предмета или лица, приписывается им как индивидуальный признак актуальный для данного отрезка времени и в этом смысле преходящий, иногда случайный признак. Временную оценку референта дает прилагательное *flush* со значением *having plenty of money*; e. g. *The man felt very flush on his first payday, and began to spend wildly*. Присущий субъекту признак является темпоральным свойством для конкретного отрезка времени и поэтому рестриктивным в предикативной функции (\**the flush man*). Также прилагательные: *glad, ready, high*, e. g. *Willard was glad* → \**glad Willard*; *the friend is high* → \**the high friend*.

2) Самой продуктивной является данная группа, которая объединяет ПП, выражающие эмоции, психические, интеллектуальные, моральные свойства, временные стадии здоровья и пр. Все они характеризуются темпоральностью и являются периферийными. Эти состояния временные и в качестве референта почти всегда требуют одушевленное имя существительное, названия частей тела, выражения лица и т. д., например, *All of a sudden the girl was faint* → \**the faint girl*; прилагательное *ill*, употребляясь в предикативе, означает = *unwell, sick person*, например, ... *before the prince had been ill many days ...* → \**the ill prince*, но, употребляя *ill* в атрибутиве, имеем значение *bad, harmful*, e. g. *it's an ill wind that blows nobody good* → \**the wind is ill*. ПП данной группы описывают ингерентное свойство, но в силу ограничения во времени не допускают атрибутивной трансформации с сохранением семантики.

3) В этой группе анализируем примеры, характеризующие состояние, вызванное определенными причинами, обозначающие лицо, внутреннее состояние, темперамент, возраст человека и т. д., например, 1) *Freddie Corleone's face was getting red* — подразумевается темперамент, эмоциональная сторона референта, *a red face* — включает физическую характеристику лица, *a red man* = *Indian*; 2) *The massive heart attack had turned his ruddy face almost blue* → \**a blue face*; 3) *I've never seen a man so sick, he was positively green* → \**a green man*. В примерах 2) и 3) описывается ухудшение здоровья, которое является темпоральным свойством референта.

4) Авторские, субъективные, поэтические оценки часто встречаются в текстах при квалификации денотата. Раз они субъективны, естественно, что ПП в данной группе ограничены одной позицией: *The rain grew sick of the soil* → \**sick of the soil rain, the air was close and heavy* → \**the close air*.

5) Прилагательные состояния, т. е. а-префиксальная группа, также описывают временное состояние и ограничены одной предикативной функцией, например, ... *he felt afraid of him and ashamed, I grew afraid, he was buried alive*.

По мнению Кверка [3], лишь несколько из них можно употребить в атрибутивной функции, например, *a very ashamed girl*. Несмотря на свойственную им ограниченность, Шибсби [4] и информанты предлагают лишь некоторым из них синонимичные пары в атрибутивной функции:



She was afraid → a frightened look,

The fish is still alive → a live fish.

Исходя из семантических особенностей прилагательных, как центральных, так и периферийных (в которых наблюдается наименьшая степень абстракции и слабая связь с ядром), можно сделать вывод, что функционирование исследуемых единиц имеет специфические черты. Анализ материала вскрыл неоднородность оценочного компонента в значении ПП. Выявилась зависимость его семантической специфики от характера оценочной квалификации, осуществляемой познающим субъектом. Эти уровни: а) или рационально-оценочные, объективные: the green grass ↔ the grass is green, б) или эмоциональные, субъективные, ограниченные во времени: The man was positively green → \* the green man.

Президиум Академии наук  
 Грузинской ССР

(Поступило 3.10.1985)

ენათმეცნიერება

რ. კავთიაშვილი

ზედსართავები პრედიკატულ ფუნქციებში

რეზიუმე

ნაშრომში წარმოდგენილია ცენტრალური და პერიფერული პრედიკატული ზედსართავების ორი სემანტიკური კლასი, რომლებიც თავის მხრივ იყოფიან ქვეკლასებად. თითოეულ ქვეკლასში გაერთიანებულია ზედსართავები, რომლებიც გვაძლევენ იდენტურ ან განსხვავებულ მნიშვნელობას ატრიბუტულ პოზიციებში ანდა შეზღუდული არიან მხოლოდ პრედიკატული პოზიციით.

LINGUISTICS

R. G. KAVTIASHVILI

## ADJECTIVES IN PREDICATIVE POSITION

Summary

The paper deals with two semantic classes of predicative adjectives: central and peripheral, each being subdivided into several subclasses. These subclasses show whether the same adjective allows of identical or different meanings in the attributive position or whether it is restricted only to the predicative position.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Д. Арутюнова. Предложение и его смысл. М., 1976.
2. Семантические типы предикатов. М., 1982, 320—339.
3. R. Quirk, S. Greenbaum, G. Leech, J. Svartvik. A Grammar of Contemporary English. London, 1974, 236.
4. K. Schibsbye. A Modern English Grammar. London, 1967, 144.



В. И. ЧЕРЕДНИЧЕНКО

## О ВЗАИМООТНОШЕНИИ ВРЕМЕНИ, ПРОСТРАНСТВА И РИТМА В ЛИТЕРАТУРНОМ ПРОИЗВЕДЕНИИ

(Представлено академиком Г. Н. Джигладзе 1.2.1985)

Традиционный союз *пространства и времени* уступил в теории относительности место единому и неразрывному *пространству-времени*. Никогда еще в истории научной мысли замена одного типа связи слов (союз) другим (дефис) не означала такой коренной ломки наших представлений о мире, на что уже обращалось внимание в философской литературе. (Обращалось внимание и на то обстоятельство, что к понятию пространства-времени подходили более или менее близко многие мыслители со времен Ньютона. По мнению В. И. Вернадского [1], это понятие впервые «ярко и определенно» обосновал венгерский ученый М. Палади в 1901 г. Однако следует иметь в виду, что только в рамках теории относительности оно обрело физический смысл). Дело заключалось, конечно, не в замене, а в том, что за ней стояло. Физический и философский смысл этой трансформации пространственно-временных отношений стал предметом оживленной дискуссии (порой переходящей в ожесточенную полемику) в научных кругах, в которую включились и советские ученые (см., например, [2—4]). Б. Рассел, как бы предчувствуя угрозу бездумной экстраполяции результатов теории относительности в сферу внутреннего опыта, подчеркивал, что замена понятия «пространство и время» на «пространство-время» имеет значение лишь при определенных физических условиях (для тел, движущихся с субсветной скоростью). «Теория относительности, — справедливо писал Б. Рассел, — не влияет на пространство и время восприятия. <...> Поэтому в психологическом исследовании пространства и времени с теорией относительности можно не считаться» [5].

Нам импонирует точка зрения, избегающая крайностей в выборе методики изучения пространства и времени и утверждающая, что наряду с «объединенным рассмотрением пространства и времени на данной стадии развития науки возможно и необходимо, не упуская из виду связь времени с пространством, сделать проблему времени (как и пространства. — В. Ч.) предметом специального монографического исследования <...>» [2]. И хотя объединенное рассмотрение двух категорий может в ряде случаев принести большую пользу, чем рассмотрение какой-либо одной из них, строго синхронное исследование пространства и времени неосуществимо хотя бы потому, что некоторые свойства времени (такие, как однонаправленность, необратимость) не имеют пространственных аналогов. Игнорирование специфических свойств пространства и времени может привести к просчетам, особенно грубым при исследовании процессов восприятия.

В литературной действительности (в особенности поэтической) трудно устанавливать какие-либо пространственно-временные закономерности, поскольку время здесь является куда более податливым и менее сопротивляющимся материалом, чем пространство. На существенные различия в восприятии пространства и времени указывают Р. А. Зобов и А. М. Мостепаненко: «<...> если перцептуаль-



ное пространство является по преимуществу условием внешнего опыта субъекта, то перцептуальное время является условием как внешнего, так и внутреннего опыта <...> и в связи с этим обладает как бы большей субъективностью, чем пространство. Поэтому и возникают известные парадоксы перцептуальной длительности (в зависимости от состояния организма меняется психологическое чувство времени), которые являются гораздо более существенными, чем чисто пространственные (геометрические) иллюзии» [6]. Исследуя психическое пространство и время, Л. М. Веккер приходит к выводу, что «именно временные компоненты теснее всего связаны с изменением состояния взаимодействия и именно поэтому они составляют исходную генетическую основу формирования пространственных характеристик ощущений и восприятий» [7]. Неодинаковые функции пространства и времени в различных видах искусства (на что впервые обратил внимание в 1744 г. Дж. Хэррис [8] и что явилось предметом изучения Лессинга [9]; ср. также аргументацию Р. Ингардена [10]) в значительной мере обусловлены реальными различиями между последними: «Музыка и поэзия отображают бытие во временном многообразии. Пространственные образы здесь возникают отнюдь не непосредственно» [11]. М. М. Бахтин, создавший концепцию хронотопа, считал, что в «литературе ведущим началом в хронотопе является время» [12]. Тот факт, что «временная неопределенность для произведений литературы гораздо менее характерна, чем неопределенность пространственная», Б. А. Успенский объясняет имманентным свойством естественного языка: «<...> специфику языка в ряду семиотических систем определяет то кардинальное обстоятельство, что языковое выражение *переводит* пространство во время» [13]. Если и справедливо, что «в архаичной картине мира пространство не противопоставлено времени как *внешняя* форма созерцания *внутренней*» и что в наиболее сакральных ситуациях пространство и время «неотделимы» и «образуют единый пространственно-временной континуум» [14], то это свидетельствует прежде всего о недостаточной дифференциации понятий пространства и времени архаичным сознанием. Попытки нивелировать различия между пространством и временем, предпринимаемые время от времени в рамках новой литературы, являются специальным художественным заданием и осуществлены, строго говоря, лишь частично. Однако если *тенденция* к сращению пространства и времени в единый континуум в принципе *не противопоказана* художественной литературе, то идеей континуума следует очень осторожно пользоваться при научном анализе. Мы не отрицаем возможность *нестрогого* синхронного анализа пространственно-временных отношений в литературе и, в частности, в лирике, хотя недостаточная корректность такого анализа может воспрепятствовать выявлению объективных закономерностей.

Если строго синхронное изучение художественного пространства и времени наталкивается на ряд непреодолимых препятствий, то вряд ли их преодолению будет способствовать требование изучать в одном ряду еще и ритм. Целесообразность такого подхода с большим тщанием обосновывалась Б. С. Мейлахом и М. А. Сапаровым (указанный подход лег в основу издания сборника «Ритм, пространство и время в литературе и искусстве»). «С нашей точки зрения, — писал Б. С. Мейлах, — связь этих проблем вытекает из самой трактовки ритма как чередования во времени определенных единиц, как расположения и последовательности пространственных форм, а также из понимания пространственно-временного континуума» [15]. М. А. Сапаров считает ритм универсальной категорией художественного произведения; основной формой пространственно-временной организации художественного единства; интегральной категорией художественного произведения, не могущей быть связанной исключительно ни с вре-



მენным, ни с пространственным началом; специфическим способом организации пространственно-временного континуума художественно-произведения [см. 16].

И хотя один только перечень попыток определить, что же такое ритм, занял бы многие страницы, не существует определения, на основании которого можно было бы заключить, что «время» и «ритм» есть явления одного порядка. Именно поэтому многочисленные попытки свести основу ритма к временному моменту неизменно терпели неудачу (см. об этом в [17]). Несмотря на то что характер соотношения этих категорий остается до сих пор во многом неясным, мысль об иерархической связи между ними и приоритете категории времени представляется небезосновательной. Так, Дж. Уитроу, ссылаясь на экспериментально подтвержденный П. Фрессом факт отсутствия у человека «специфичного чувства времени», пишет: «<...> мы воспринимаем время не непосредственно, но только в виде конкретных последовательностей и ритмов. Таким образом, это не само время, а то, что происходит во времени и вызывает действие. *Время основано на ритмах, а не ритмы на времени*» [18] (выделено нами. — В. Ч.). Советский психолог Л. М. Веккер, рассматривая ритм как «важнейший и очень специфичный компонент организации психического времени», пишет: «<...> ритмичность является выражением частотной структуры временного ряда, а частота, в свою очередь, воплощает в себе его вероятностную структуру» [7] (выделено нами. — В. Ч.).

Умозрительным нам представляется подход, согласно которому следует изучать произведение искусства, исходя из «аксиомы» о нерасчленимой связи пространства-времени-ритма. Такая дедукция явно преждевременна — единая теория художественного восприятия еще не создана. Напротив, только в результате многочисленных конкретных исследований должны вычлениться объективные связи между теми или иными категориями. Поэтому на данном этапе — этапе накопления информации о свойствах и поведении художественного времени и пространства — первостепенное внимание необходимо уделить всестороннему изучению каждой отдельной категории, опираясь на опыт ряда наук и используя наряду с традиционными самые современные методы исследования.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт грузинской литературы  
им. Шота Руставели

(Поступило 7.2.1985)

ფილოლოგია

3. ჩაბაძენიანაძე

დროის, სივრცისა და რიტმის ურთიერთდამოკიდებულების შესახებ  
ლიტერატურულ ნაწარმოებზე

რეზიუმე

ვინაიდან დროის, სივრცისა და რიტმის კატეგორიებს შორის კორელაცია ვერ ხორციელდება კორექტული ხერხებით, მიზანშეწონილად მიჩნეულია ამ კატეგორიების ცალ-ცალკე განხილვა.



V. I. CHEREDNICHENKO

## ON THE INTERRELATION OF TIME, SPACE AND RHYTHM IN A LITERARY WORK

## Summary

As it is not feasible to effect a correlation between the categories of time, space, and rhythm by correct methods it is believed advisable to consider these categories separately.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Вернадский. Изв. АН СССР, VII сер. отд. мат. и ест. наук, № 4, 1932.
2. Я. Ф. Аскин. Проблема времени. М., 1966.
3. Р. А. Аронов. Философские науки, № 4, 1972.
4. А. М. Мостепаненко. Пространство и время в макро-, мега- и микромире. М., 1974.
5. Б. Рассел. Человеческое познание. М., 1957.
6. Р. А. Зобов, А. М. Мостепаненко. Сб. «Ритм, пространство и время в литературе и искусстве». Л., 1974.
7. Л. М. Веккер. Психические процессы, т. 3. Л., 1981.
8. Дж. Хэррис. Сб. «Музыкальная эстетика Западной Европы XVII—XVIII вв.». М., 1971.
9. Г. Э. Лессинг. Лаокоон, или О границах живописи и поэзии. М., 1957.
10. Р. Ингарден. Исследования по эстетике. М., 1962.
11. Б. Г. Кузнецов. Театр, № 7, 1978.
12. М. М. Бахтин. Вопросы литературы и эстетики. М., 1975.
13. Б. А. Успенский. Поэтика композиции. М., 1970.
14. В. Н. Топоров. Сб. «Текст: семантика и структура». М., 1983.
15. Б. С. Мейлах. Сб. «Ритм, пространство и время в литературе и искусстве». Л., 1974.
16. М. А. Сапаров. Там же.
17. Ю. Н. Тынянов. Проблема стихотворного языка. Л., 1924.
18. Дж. Уитроу. Естественная философия времени. М., 1964.

М. Т. ВЕКУА

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРОПАГАНДЫ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА В РЕСПУБЛИКАНСКОЙ ПРЕССЕ  
(на примере газет «Заря Востока» и «Молодежь Грузии» за 1972—1980 гг.)

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Ш. Цицишвили 26.9.1985)

Комплексное планирование и координация современной науки позволяют сосредоточить внимание на выполнении наиболее важных для республики проблем, эффективно сочетать территориальное и отраслевое развитие науки.

За прошедшее десятилетие научно-исследовательские учреждения системы АН ГССР умножили вклад науки в решение проблем построения материально-технической базы коммунизма, в ускорение научно-технического прогресса.

Исходя из значимости науки сегодня, перед всеми средствами массовой информации и пропаганды, в особенности перед прессой, встает задача раскрыть передовой опыт творческого коллектива, глубоко осознать суть исследований и способствовать пропаганде достижений, открытий лучших научно-исследовательских учреждений.

С этих социальных позиций рассматривают свою деятельность газеты «Заря Востока» и «Молодежь Грузии», берясь анализировать работы отдельных исследовательских центров научной мысли.

За исследуемый период «Заря Востока» напечатала материалы, которые позволяют усмотреть различия и выявить некоторые тенденции.

В первую группу следует включить публикации, которые серьезно, многопланово и в то же время творчески относятся к данной проблеме.

Хотя тематика у них совершенно разная, их объединяет ряд характерных общих черт. На фоне глубокого анализа направлений исследований институтов, разъяснения актуальности их проблем, рассказа о формах работы институтов, об их связях с производством, о целях разработок и их значении в государственном масштабе говорится и о трудностях некоторых из них. Например, директор Батумского филиала НИИ пищевой промышленности («Наука — производству», 13 июля 1972 г.) пишет об имеющихся проектах, разработках и недоуменно вопрошает, почему нет внедрения и использования. Или материал об Институте рукописей им. К. С. Кекелидзе, который прямо ставит множество волнующих проблем, требующих скорейшего решения. Публикация так и озаглавлена: «Улучшить условия работы» (5 мая 1980 г.). Материал популярен, интересно, насыщено преподносит читателю широкий диапазон мыслей и деяний НИИ. В этом тоже заключается сила убеждения положительной, ценной, полезной работы учреждения.

В подобном стиле исполнены и другие материалы данной группы. Масштабный, обобщенный рассказ об актуальности, научной важности работы исследовательских институтов сочетается с постановкой больших и малых нерешенных проблем, мешающих дальнейшим исследованиям. Конкретность, деловитость, озабоченность тона смягчаются по-



пулярным, наглядным, эмоциональным стилем по-настоящему заинтересованного автора. Подобная форма пропаганды, которая рушит барьер узкопрофессионального подхода, «экономического» языка цифр и показателей, официально-делового тона, может вызвать эффект воздействия, который, без сомнения, потянет за собой цепочку ответных реакций. В этом и будет заключаться суть эффективности и действенности печати.

Группа материалов, например, рассказывающая о работе ВНИИТМЭ («Растущая роль малых машин», 4 января 1972 г. и 28 декабря 1973 г.), выбирает другой метод раскрытия характера и сути исследований институтов. Опираясь на решения съездов КПСС, на общие задачи развития научно-технического прогресса, авторы показывают роль отдельной области в деятельности всей системы, а затем фокусируют внимание на научном учреждении, разрабатывающем теоретические основы взятой проблемы. Этот метод способствует углублению роли исследований конкретного института, показу их важности, актуальности с глобальных социальных позиций.

Рассмотренные нами две группы материалов носят проблематичный характер, всегда возникают по какому-либо насущному, жизненно важному поводу. В этих статьях на первый план выступают социальная значимость существования того или иного научного учреждения, выделение наболевших проблем, и только после этого читателю преподносятся положительные стороны работы.

Но не всегда мы имеем возможность так глубоко и всесторонне ознакомиться с определенным институтом и постичь суть его исследований. В основном это относится к материалам, которые возникли лишь благодаря юбилейному поводу. Сама постановка вопроса ошибочна. Учитывая, что в любом научно-исследовательском учреждении чуть ли не ежедневно происходит что-то новое, а следовательно интересно, журналист должен постоянно быть в курсе будничной жизни творческого коллектива и периодически суммировать его достижения. Такие юбилейные «очерки» печатались об Институте гидротехники и мелиорации («Полвека на службе мелиорации», 16 ноября 1979 г.), об Институте геологии им. А. И. Джанелидзе («Путь геологической науки в Грузии», 9 декабря 1976 г.), о Кавказском институте минерального сырья («Постигая тайны недр», 18 октября 1979 г.). Это штампованные, объемистые, информационно насыщенные, обстоятельные, академические статьи, часто напоминающие собой отрывки из отчетного доклада института Общему собранию Академии наук. Не затрагиваются проблемы, которые, вероятно, имеются, не расшифровывается перспектива исследований, нет живости, популярности, элементов одушевленности, сравнений и т. д. Трудно что-либо понять массовому читателю из нагромождения общих фраз, которые можно поставить к любому другому подобному материалу, из голого перечня фамилий, названий докладов. Они не отражают реального положения вещей, не стремятся ближе подступиться к истине.

При анализе публикаций о деятельности научных организаций газетой «Заря Востока» выявляются тенденции ведения данной работы. С одной стороны, можно прочесть постановочные, проблемные, деловые, актуальные статьи, реже обзоры (о деятельности НИИ Аджарии «Научным разработкам — долгую жизнь», 30 мая 1974 г.), написанные руководителями научных учреждений с глубоким знанием дела, серьезным отношением, ярко, популярно, конкретно.

С другой стороны, еще встречаются «дежурные» отчеты — юбилеи, которые скупно и непопулярно рапортуяют о проделанной работе. Но есть еще одна сторона и возможность возникновения повода для рассказа о деятельности научного учреждения. До сих пор мы имели два варианта: проблематичный повод или юбилейный. Но, возможно, читателю было бы интересно, скажем, познакомиться с одной какой-



нибудь областью, допустим ядерной физикой. Глубокий, научный и в то же время доступный, популярный рассказ о ядерной физике предшествовал бы конкретному знакомству, пускай в масштабах района, страны, с теми научными учреждениями, которые занимаются исследованиями в этой области. Подобный подход позволил бы объявить научные исследования одного направления, получить целостную картину, уточнить формы и методы работы разных институтов, центров, занимающихся одним делом, сравнить и определить положительный опыт в их деятельности. Эта рекомендация — еще один путь искания новых форм в совершенствовании профессионального мастерства журналиста.

По сравнению с «Зарей Востока» «Молодежь Грузии» не так широко освещает деятельность научных учреждений в рамках республики. Остановимся на наиболее интересных из них. «Энергия движения» (16 августа 1977 г.) — об Институте металлургии, «О делах сердечных» (17 июня 1978 г.) — об Институте кардиологии им. М. З. Цинамдзгвривили.

Эти и подобные материалы строят композиционную схему следующим образом: на первый план выступает актуальность исследований научного учреждения, суть, важность и перспектива той области, в которой занят НИИ. Только после такого обобщенного раскрытия рассказ сужается до отдельных лабораторий, научных достижений, экономических сторон, и, конечно же, акцентируется на молодежном составе института, его успехах и огорчениях. Очень удачные переходы от частного к общему сочетаются с популярным, плавным, серьезным стилем изложения. Особой резкостью, постановочным характером они не отличаются, но любой материал косвенно или прямо выставляет одну или несколько конкретных, волнующих коллектив проблем.

В целом следует отметить, что присутствие «живых персонажей», элементы очерка, гармонично внесенные в жанр статьи, характерные для «Молодежи Грузии», подчеркивают немаловажную сторону дела, а именно то, что любое научное учреждение — это творческий коллектив, состоящий из самых разных людей, с индивидуальными проявлениями в научном, общественном, личном аспектах и в то же время объединенных единой целью исследовательской работы. В публикациях «Зари Востока» «человеческая» сторона несколько затусована и читатель имеет дело с каким-то важным комбинатом производства научных идей, а главный производитель — человек — остается за кадром.

В жанровом отношении «Молодежь Грузии» гораздо шире использует имеющиеся возможности. Наряду с вышеприведенными двумя примерами — проблематичной статьи и информационной корреспонденции, мы встречаем тематические полосы о юбилеях ТГУ, ГПИ («Знание, труд, творчество — тебе, любимая отчизна!», 11 ноября 1978 г., «Грузинский политехнический институт им. В. И. Ленина — 50 лет», 26 октября 1972 г.). Тематические полосы позволяют максимально охватить широкий диапазон научно-исследовательской работы вузов, а также ближе познакомиться с методами подготовки будущих научных кадров республики. Удачное сочетание кратких информационных, интервью-зарисовок с клише, нарядной броскостью оформления полос способствуют эффективному воздействию как на сознание, так и на эмоции читателя, облегчают усваивание насыщенной информации.

Итак, преимущество «Молодежи Грузии» перед «Зарей Востока» в освещении деятельности научных учреждений заключается в максимальном использовании разнообразия жанров, в формах технического оформления, выставлении на одно из первых мест роли молодежи в деятельности того или иного института, а главное в отсутствии





неинтересных, дежурных статей. В свою очередь, «Заря Востока», намного шире освещает работу научно-исследовательских учреждений, острее ставит нерешенные проблемы, используя официальные и социальные полномочия печатного органа.

В систему научных учреждений Академии наук ГССР, помимо исследовательских институтов, входят Музей дружбы народов, Абастуманская астрофизическая обсерватория, ботанические сады в Тбилиси, Сухуми, Батуми и др. Деятельность вышеперечисленных научных центров, исключая обсерваторию, как-то остается без должного внимания газет. Отдельные экспозиции музея или зарисовки о ботанических садах разрозненно встречаются на страницах «Зари Востока» и «Молодежи Грузии», но отнюдь не носят аналитического характера суждения как о научно-исследовательской единице. Также не на должном уровне стоит анализ творческой работы СК, СКБ. Опять-таки есть отдельные новинки, достижения, но нет цельности, обобщения методики проектирования, не затрагивается сторона экономического стимулирования работников и ученых СКБ. Этот аспект представляет собой большой потенциальный резерв научной журналистики в деле пропаганды научно-технического прогресса.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 27.9.1985)

ფილოლოგია

ა. შიკვა

რესპუბლიკურ პრესაში სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის პროპაგანდის ზოგიერთი ასპექტი

(გაზეთების „ზარია ვოსტოკასა“ და „მოლოდოჟ გრუზიის“ 1972—1980 წწ. ნომრების მიხედვით)

რეზიუმე

„ზარია ვოსტოკა“ და „მოლოდოჟ გრუზია“ თვალსაჩინო ადგილს უთმობენ საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის სამეცნიერო დაწესებულებათა საქმიანობის გაშუქებას. რედაქციების მიზანია არა ფაქტთა კონსტატაცია, არამედ პრობლემებში ღრმად წვდომა, პროპაგანდა იმ სიახლისა, რაც მეცნიერების ამა თუ იმ სფეროში შეინიშნება. საგაზეთო მასალათა უმეტესობისათვის ნიშანდობლივია საფუძვლიანი არგუმენტაცია, დებულებათა მიმზიდველი ფორმით გადმოცემა, მასალათა უანრობრივი თავისებურებების გათვალისწინება.

PHILOLOGY

M. T. VEKUA

### SOME ASPECTS OF PROPAGANDA OF SCIENTIFIC-TECHNICAL PROGRESS IN THE REPUBLICAN PRESS

According to the 1972-1980 issues of "Zarja Vostoka" and "Molodjzh Gruzii")

Summary

The newspapers "Zarja Vostoka" and "Molodjzh Gruzii" contain vast materials describing the activity of scientific institutions of the Academy of Sciences of the Georgian SSR. The editorial staff of these newspapers aim not only at stating facts but at a deep insight into problems and propaganda of the novelty emerging in this or that field of science. Most of the materials are characterized by rigorous reasoning and interesting form of presentation, with due account of the genre characteristics of the materials.

8. ხარეზავა

ნამიკ ქემალის ლიტერატურულ-მეთოდური მსოფლმხედველობის  
გაზაგისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ს. ჯიქიამ 3. 4. 1984)

ნამიკ ქემალის ლიტერატურულ-ესთეტიკური შეხედულებანი, მისი მსოფლ-მხედველობრივი პოზიცია და ესთეტიკური კრედო ნათლად არის წარმოჩენილი მის კრიტიკულ წერილებში. ამიტომაც მათ მწერლის შემოქმედების შესასწავლად უაღრესად დიდი მნიშვნელობა ენიჭებათ.

ნამიკ ქემალი დიამეტრულად დაუპირისპირდა იმ ესთეტიკურ პრინციპებს და ლიტერატურულ ეტიკეტებს, რომლებიც შუა საუკუნეების თურქულ სინამდვილეში ბატონობდნენ და მთლიანად წარმართავდნენ დივანის პოეზიის წარმომადგენელთა მხატვრული აზროვნების მეთოდს. საყოველთაოდ ცნობილია, რომ შუა საუკუნეების დივანის ლიტერატურა სავსებით უგულვებელყოფდა რეალურ-ყოფით სინამდვილეს და გნოსეოლოგიურ, ონტოლოგიურ, ესთეტიკურ, ზნეობრივ-მორალურ და, თუ გნებათ, „ყოფით“ საკითხებს აბსტრაქტულ-განზოგადოებულ სიბრტყეზე იაზრებდა. ამან განაპირობა, ჩვენი აზრით, ის, რომ შუა საუკუნეების თურქული (და არა მარტო თურქული) ლიტერატურა მთლიანად ალეგორიულ-სიმბოლურ დონეზე იყო წარმოდგენილი. უცხო ვერსიფიკაციული სისტემის გაბატონებამ, კოსმოპოლიტურმა აზროვნებამ, აბსტრაგირებისავე სწრაფვამ და ნაციონალური ელემენტის უგულვებელყოფამ დივანის პოეტების ენა დახერგა არაბული და სპარსული სიტყვებით და ფართო მასები-სათვის გაუგებარი გახადა.

ნამიკ ქემალი ილაშქრებს დივანის ლიტერატურის დაკანონებული ფერწერული სტილის წინააღმდეგ. მისთვის მიუღებელია „მისტიკური სამიკიტნობის“ პოეზია და „დევებისა და დემონების სამყარო“, სადაც შეხვდებით „მკლავმაგარ, გულზეიად რაინდებს, ფეხი ზუალზე რომ დაუდგამთ და ხანჯლის წვერი მარსზე მიუბჯენიათ; მიჯნურებს, რომელთაც ზეცის თალი გადმოუპირქვავებიათ და სატრფოს წინ თასად დაუდგამთ, ჯოჯოხეთის ცეცხლი კი სანთლად აუთთიათ; კვიპაროსისტანა, ქურციკისთვალა სატრფოებს, ბეწვზე უწვრილესი წელით, მარცვალზე უმცირესი ბავით, მახვილივით წარბ-წამწამით, დალალებით, გველს რომ გვაგონებს...“. მწერლის აზრით, ეს ცხოვრებას მოწყვეტილი ლიტერატურაა [1].

ნამიკ ქემალი მოითხოვს ენის რეფორმას, რაც გულისხმობდა „არაბიზმებისა და სპარსიზმების ბორკილებით შებოჭილი“ თურქული ენის ხალხური სასაუბრო ენით შეცვლას, მაგრამ ეს პროცესი გარკვეულწილად იმდროინდელ ლიტერატურულ ნორმებს უნდა დაქვემდებარებოდა.

შემთხვევითი არ არის ის ფაქტი, რომ ნამიკ ქემალი ენის რეფორმისათვის დიდ მნიშვნელობას ანიჭებს პრესას, ბეჭდვით სიტყვას. მისი აზრით, პრესაში დაიწყო ენის დემოკრატიზაცია და ამავე დროს მომზადდა ერთგვარი საფუძველი ახალი თურქული პროზის შექმნისა და შემდგომი განვითარებისათვის.

უფრო მეტიც, დრამატურგი ფიქრობს, რომ „ისეთ ქვეყანაში, სადაც არ არსებობს იმის საშუალება, ყველა ქალაქში უნივერსიტეტი დაარსდეს, ყოველ



უბანში დიდი მეცნიერების კერა გაიხსნას“, პრესა ერთ-ერთი ყველაზე ძლიერი საშუალებაა ხალხთან ახალი იდეების, ცოდნის, განათლების მისატანად.

ნამიკ ქემალის ასეთ კონცეფციას განაპირობებს შემოქმედის და საზოგადო მოღვაწის განმანათლებლური პოზიცია. მწერალი ფიქრობდა, რომ იმდროინდელი თურქეთის ჩამორჩენილი კულტურულ-პოლიტიკური ყოფის პროგრესული განვითარება უნდა წარმართულიყო „ძირითადად, პრესის, თეატრის, ლიტერატურის“ საშუალებით, ქვეყანაში ევროპული კულტურის დანერგვით, ე. წ. „ევროპეიზაციით“. მაგრამ ქვეყნის წინსვლისათვის ნამიკ ქემალი სოციალურ-ეკონომიურ გარდაქმნებსაც არ უგულვებელყოფდა. თუმცა მისი გეგმები ქვეყნის სოციალური გარდაქმნისათვის ვერ სცილდება ოცნებებს სახელმწიფოზე, სადაც სუფევს სიკეთე, სამართლიანობა და გონება, ხოლო დესპოტობა და ჩაგვრა მოსპობილია. უეჭველია, ნამიკ ქემალის თავისუფალი სახელმწიფოს იდეის პირველწყარო დასავლეთის განმანათლებლობაა, რომლის წარმომადგენლების რუსოს, ვოლნის, მონტესკიეს ფილოსოფიური ნაშრომებიც მწერალმა თურქულ ენაზე გადმოთარგმნა.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ნამიკ ქემალის განმანათლებლობა წინააღმდეგობრივ ხასიათს ატარებს. მწერლის ანტიფეოდალური განწყობილება ხშირად გადადის ოსმალეთის იმპერიის წარსულის გაიდევალიზებაში. ის ააშკარავებს თავის თანამედროვე სახელმწიფოს დესპოტურ წყობას, მაგრამ ამავე დროს ქება-დიდებას ასხამს ოსმალეთის ფადიშაჰებს [2].

ნამიკ ქემალის მიერ წარსულის იდეალიზება უნდა ავხსნათ იმ რომანტიკული განწყობით, რომელიც თანზიმათელმა მწერლებმა შემოიტანეს თურქულ ლიტერატურაში და რაც საფუძვლად დაედო თურქულ ლიტერატურაში რომანტიზმის გაბატონებას.

აქვე შევნიშნავთ, რომ ნამიკ ქემალის განმანათლებლურ მოძღვრებაში შეიმჩნევა ისლამის რელიგიის დიდი გავლენა. უფრო მეტიც, მწერალი გვევლინება ისლამის აპოლოგეტად. მას ისლამის რელიგია მიაჩნია არა „ქვეყნის პროგრესის, განათლების დამამუხრუჭებლად“, არამედ, მისი „წინსვლის, ძლიერების წყაროდ“ [3]. ნამიკ ქემალის ასეთი პოზიცია ნიშანდობლივია თურქული და საერთოდ, აღმოსავლური განმანათლებლური ლიტერატურისათვის.

ნამიკ ქემალი არღვევს ტრადიციული ჟანრების რკალს, რომლითაც მტკიცედ იყო შემოფარგლული დივანის ლიტერატურა, აფართოვებს მას და, თანზიმათის წარმომადგენლებთან ერთად, ამკვიდრებს ახალ ჟანრებს — რომანს, დრამას და სხვ.

ამავე დროს, ნამიკ ქემალი თავის წერილებში ხაზს უსვამს იმ ფაქტს, რომ ახალი ჟანრების დამკვიდრება თურქულ ლიტერატურაში დასავლეთის ლიტერატურის გავლენით მიმდინარეობს. უფრო მართებულად, მისი აზრით, ხდება დასავლური ლიტერატურის ტენდენციებისა და თურქული კლასიკური პროზის ტრადიციების ერთგვარი შერწყმა [1].

მაგრამ ნამიკ ქემალი ჟანრულ ფორმებსა და სახეობებს შორის უპირატესობას მაინც დრამას ანიჭებს, რომელსაც მიიჩნევს „ლიტერატურულად ყველაზე სრულყოფილ ფორმად... და გამოსახვისა და გამოხატვის ყველაზე უფრო სრულქმნილ სახეობად“ [4].

ეს, ჩვენი აზრით, გაპირობებულია ნამიკ ქემალის განმანათლებლური პოზიციით, რომელზედაც ზემოთ გვქონდა საუბარი. ამავე დროს ის კარგად იცნობს დრამის ჟანრობრივ სპეციფიკას, მის ღირსებებს.

ნამიკ ქემალი პირველი იმათაგანი იყო, რომელთაც თურქულ ლიტერატურაში რომანტიზმის ესთეტიკური პრინციპები შემოიღეს, და ამიტომ, ბუნებრივია, რომ მწერალი აღიარებდა რომანტიკული დრამის უპირატესობას კლა-



სიკურ დრამასთან შედარებით. ის აკრიტიკებდა კლასიკურ დრამას, კერძოდ, დრამატურგი ფიქრობდა, რომ სამი ერთიანობის, საკუთრივ, დროის, ადგილის, მოქმედების ერთიანობის კანონიდან პირველი ორი კლასიციკლური დრამის ხელოვნური ელემენტია. როგორც ძირითადად ყველა რომანტიკოსი, ნამიკ ქემალი დროისა და ადგილის ერთიანობის კანონს მიიჩნევს დრომოჭმულად. ის მხოლოდ აღიარებს მოქმედების ერთიანობის პრინციპს, როგორც წარმართველს დრამატული ნაწარმოებისათვის. „ამ კანონის (სამი ერთიანობის კანონი) შემქმნელებს სურდათ მიეხატათ ძველი ბერძენი ავტორებისათვის, თუმცა ისინი (ბერძენები) პიესის აუცილებელ პირობად მხოლოდ მოქმედების ერთიანობის კანონს მიიჩნევდნენ. მოქმედების ერთიანობა კი ნიშნავს არა ერთი, იზოლირებული მოვლენის ასახვას, როგორც ამას კლასიციკლები მოითხოვენ, არამედ ერთ მთლიან სიუჟეტს, რომელშიაც წამყვან, ცენტრალურ მოვლენას ოსტატურად უერთდება სხვადასხვა მოვლენები... ისევე როგორც შეუძლებელია ამქვეყნიური ცხოვრების მრავალფეროვანი მოვლენებით საცხე ერთიანობიდან განსაზღვრული პირობებითა და კანონებით ერთი მოვლენის გამოცალკევება, ასევე შეუძლებელია მოქმედების ერთიანობის კლასიციკლური პრინციპით ცხოვრების ნამდვილი ასახვა...“ [1].

ციტატიდან ჩანს, რომ ნამიკ ქემალი უარყოფს არისტოტელეს პოეტიკის კლასიციკლურ ინტერპრეტაციას და აღიარებს რომანტიკული სკოლის თეორიას მოქმედების ერთიანობის შესახებ.

კლასიციკლებისაგან განსხვავებით, რომლებიც მკვეთრად მიჯნავდნენ ტრაგიკულიას და კომედიას, ამდღებულსა და დაბალ გრძნობებს, ნამიკ ქემალი უარყოფს ამ სქემატურ გამიჯნვას და უანრობრივ განცალკევებას. უფრო მეტიც, ის სრულყოფილი დრამის აუცილებელ და ბუნებრივ ელემენტად მიიჩნევს დადებითისა და უარყოფითის, გროტესკულისა და მშვენიერის შერწყმას, თანაარსებობას.

აქედან გამომდინარე, დრამატურგი დიდ უპირატესობას ანიჭებს ტრაგიკომედიას როგორც რომანტიკული დრამის ყველაზე სრულყოფილ სახეობას.

ნამიკ ქემალის უკიდურესად უარყოფითი დამოკიდებულება კლასიციკლის ლიტერატურული მემკვიდრეობისადმი აიხსნება იმდროინდელი ლიტერატურული ცხოვრებით. ამ დროს მსოფლიო ხალხთა ლიტერატურაში გაბატონდა რომანტიზმი, რომელიც უარყოფდა კლასიციკლის დოგმატიკას და აღიარებდა რომანტიზმს, როგორც ყველაზე მართებულ მხატვრულ მეთოდს.

ნამიკ ქემალის ეს ლიტერატურულ-ესთეტიკური პოზიცია უნდა ავხსნათ, უპირველეს ყოვლისა, დასავლეთ ევროპის რომანტიკული სკოლის, სახელობრ, მისი უდიდესი წარმომადგენლის ვიქტორ ჰიუგოს გავლენით, რომლის შემოქმედებასაც კარგად იცნობდა თურქი დრამატურგი.

ამავე დროს იმის აღნიშვნაცაა საჭირო, რომ თურქულ ლიტერატურაში რომანტიკული მიმდინარეობის წარმოშობას ხელი შეუწყო იმდროინდელმა თურქეთის კულტურულ-პოლიტიკურმა ცხოვრებამ. მაგრამ, ჩვენი აზრით, თურქული რომანტიკული დრამის ჩასახვასა და განვითარებაზე უაღრესად დიდი გავლენა იქონია სწორედ ნამიკ ქემალის ლიტერატურულ-ესთეტიკურმა პრინციპებმა და დრამატურგიამ, რომელიც, როგორც აღვნიშნეთ, დასავლეთის ლიტერატურულ სამყაროსთან მჭიდრო კავშირს ამყარებს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

გ. წერეთლის სახ. აღმოსავლეთმცოდნეობის ინსტიტუტი





М. Н. ХАРЕБАВА

## К ПОНЯТИЮ ЛИТЕРАТУРНО-ЭСТЕТИЧЕСКОГО МИРОВОЗЗРЕНИЯ НАМЫКА КЕМАЛЯ

Резюме

В статье рассмотрена система литературно-эстетических взглядов крупного турецкого писателя, драматурга и публициста Намыка Кемаля на материале его литературно-критических писем, которые имеют большое значение для изучения его драматургического наследия.

ORIENTAL STUDIES

M. N. KHAREBAVA

## TOWARDS THE UNDERSTANDING OF THE LITERARY AND AESTHETIC OUTLOOK OF NAMYK KEMAL

Summary

The paper discusses the system of literary-aesthetic views of M. Namyk Kemal, a major Turkish writer, playwright and publicist. The discussion is based on the material of Kemal's literary-critical letters, which is of considerable value for the study of his dramatic heritage.

### ЎҚИЎМАҚЛАР — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M u k k a d i m e-i C e l a l. Celaledin Horzemşah. Istanbul, 1885.
2. N a m i k K e m a l. Evrak-i perişan. Istanbul, 1881, 10-14.
3. N a m i k K e m a l. Ma(ka)lat-i siyasiye ve edebiye. Istanbul. 1905 (1283), 127.
4. C. R e ş a d. Kemal ile muhabberemiz. Istanbul. 1908 (1286), 10.

## 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, к какой области науки относится она. В конце основного текста статьи с левой стороны автор указывает полное название и местонахождение учреждения, где выполнена данная работа.

8. Иллюстрации и чертежи должны быть представлены по одному экземпляру в конверте; чертежи должны быть выполнены черной тушью на кальке. Надписи на чертежах должны быть исполнены каллиграфически в таких размерах, чтобы даже в случае уменьшения они оставались отчетливыми. Подписанные 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. Если автор считает необходимым, он может в конце указать и соответствующие страницы. Список цитированной литературы приводится не по алфавиту, а в порядке цитирования в статье. При ссылке на литературу в тексте или в сносках номер цитируемой работы помещается в квадратные скобки. Не допускается вносить в список цитированной литературы работы, не упомянутые в тексте. Не допускается также цитирование неопубликованных работ. В конце статьи, после списка цитированной литературы, автор должен подписаться и указать место работы, занимаемую должность, точный домашний адрес и номер телефона.

10. Краткое содержание всех опубликованных в «Сообщениях» статей печатается в реферативных журналах. Поэтому автор обязан представить вместе со статьей ее реферат на русском языке (в двух экземплярах).

11. Автору направляется корректура статьи в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или печатать ее без визы автора.

12. Автору выдается бесплатно 25 оттисков статьи.

(Утверждено Президиумом Академии наук Грузинской ССР 10.10.1968; внесены изменения 6.2.1969)

Адрес редакции: Тбилиси 60, ул. Кутузова, 19, телефоны: 37-22-16, 37-86-42.

Почтовый индекс 380060

Условия подписки: на год — 22 руб. 80 коп.

## ა ვ ტ ო რ თ ა ს ა ყ უ რ ა ლ ე ბ ო ლ

1. ჟურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევებათა ჩერ გამოუქვეყნებელ შედეგებს. წერილები ქვეყნდება მხოლოდ იმ სამეცნიერო დარგებიდან, რომელთა ნომენკლატურული სია დამტკიცებულია აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ.

2. „მოამბეში“ არ შეიძლება გამოქვეყნდეს პოლემიკური წერილი, აგრეთვე მიმოხილვითი ან აღწერითი ხასიათის წერილი ცხოველთა, მცენარეთა ან სხვათა სისტემატიკაზე, თუ მასში მოცემული არაა მეცნიერებისათვის განსაკუთრებით საინტერესო შედეგები.

3. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიკოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბეჭდად 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 წარდგენას, საკითხს წყვეტს მთავარი რედაქტორი. წარდგინების გარეშე შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია წარმოდგენად გადასცემს აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (გარდა აკადემიკოსისა და წევრ-კორესპონდენტისა) წელიწადში შეუძლია „მოამბეში“ გამოაქვეყნოს არა უმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთთა, თანაავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბეჭდად 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 დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხითურთ, რომელიც მას ბოლოში ერთვის, არ უნდა აღემატებოდეს ჟურნალის 4 გვერდს (8000 სასტამბო ნიშანი), ანუ საწერ მანქანაზე ორი ინტერვალით გადაწერილ 6 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულებიანი წერილი კი 5 გვერდს). არ შეიძლება წერილების ნაწილებად დაყოფა სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად. ავტორისადაც რედაქცია ღებულობს თავში მოყოფა 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 უახასუხებს ამ წესების 1 მუხლის მოთხოვნას.

6. წერილი არ უნდა იყოს გადატვირთული შესავლით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოწმებული ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დათმობილი საკუთარი გამოკვლევების შედეგებს. თუ წერილში გზადგაზმა, ქვეთაგების 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, წარმომდგენმა უნდა წააწეროს, თუ მეცნიერების რომელ დარგს განეკუთვნება წერილი. წერილის ძირითადი ტექსტის ბოლოს, მარცხენა მხარეს, ავტორმა უნდა აღნიშნოს იმ დაწესებულების სახელი 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 შემცირების შემთხვევაშიც 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 კიდეზე 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 ვგზემპლარში, ბერძნულ ასოებს ქვემოთ ყველ-  
გან უნდა გავსვას თითო ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს — ქვემოთ ორ-ორი ხაზი  
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 საჭურწლო  
შრომ, ვუჩვენოთ ჟურნალის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი.  
თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ვუჩვენოთ მისი სრული სახელწოდება, გამოცემის  
ადგილი და წელი. თუ ავტორი საჭიროდ მიიჩნევს, ბოლოს შეუძლია გვერდების ნუმერა-  
ციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანურად წესით, არამედ  
დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტსა თუ შენიშვნებში  
კვადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენები უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა.  
არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც  
ტექსტში მითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის დამოწმება.  
დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მიაწეროს 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 ჟურნალში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს  
მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

11. ავტორს წასაკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებად 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, 37-86-42

საფოსტო ინდექსი 380060

ხ ე ლ მ ო წ ე რ ი ს პ ი რ ო ე ბ ე ბ ი: ერთი წლით 22 მან. 80 კაპ.