

524

1976

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

**აოაგბე**

**СООБЩЕНИЯ**

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

**BULLETIN**

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 81 TOM

№ 2

თებერვალი 1976 ФЕВРАЛЬ

თბილისი \* TBILISI \* TBILISI

საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის

გზაგადასასრული

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК  
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE GEORGIAN SSR

13477

ტომი 81 ტომ

№ 2

თებერვალი 1976 ФЕВРАЛЬ

თბილისი \* ТБИЛИСИ \* TBILISI

კ. შარქის ს. ს. ს. სსრ  
სახელმწიფო რ. ს. ს. ს. ს.

ს ა რ ე დ ა ქ ც ი ო ლ კ ო ლ ე ზ ი ა

- ა. ბოჭორიშვილი, თ. გამყრელიძე, პ. გამყრელიძე, ი. ვიგინიშვილი (მთ. რედაქტორის მოადგილე), თ. დავითაია, ს. ღურამიშვილი, ა. თავხელიძე, ნ. კეცხოველი, ვ. კუბრაძე, ნ. ლანდია (მთ. რედაქტორის მოადგილე), ე. მახალდიანი, გ. მელიქიშვილი, ნ. მუსხელიშვილი, ვ. ოკუჯავა, ა. ცაგარელი, გ. ციციშვილი, ე. ხარაძე (მთ. რედაქტორი), გ. ხუციშვილი, ნ. ჭავჭავაძე

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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

ზემოწერილია დასაბეჭდად 24.2.1976; შეკვ. № 123; ანაწილის ზომა 7×12; ქაღალდის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 16; სააღრიცხვო-საგამომცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 22,5; უფ 11078; ტირაჟი 1800; ფასი 1 მან.

\* \* \*

Подписано к печати 24.2.1976; зак. № 123; размер набора 7×12; размер бумаги 70×108; физический лист 16; уч.-издательский лист 18,5; печатный лист 22,5; УФ 11078; тираж 1800; цена 1 руб.

\* \* \*

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

\* \* \*

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

შ ი ნ ა ა რ ს ი

მათემატიკა

*ზ. სამსონია. ბელტრამის განტოლების ერთი ჰომომორფიზმის შესახებ	276
*ა. პანკოვი. არის საზღვარზე უწყვეტი ანალიზური ფიბრაციების შესახებ	280
*ო. წერეთელი. ინტეგრებადი შეუღლებული ფუნქციების მქონე ფუნქციათა სიმრავლის მეტრიკული დახასიათება	283
*ლ. გვანცელაძე. ხი-კვადრატის ტიპის კრიტერიუმების სიმპლავრის ასიმპტოტური ქცევის შესახებ	288
*ნ. გუენჩიონგკუე. ანალიზურ ფუნქციათა თეორიის ერთი სასაზღვრო ამოცანისა და მის გამოყენებათა შესახებ	292
*ი. სხირტლაძე. სალემის თეორემა ვერადი ტრიგონომეტრიული მწკრივებისათვის	296
*რ. ჭეიშვილი. სტოქასტური დიფერენციალური თამაში ერთ-ერთი მოთამაშისთვის მართვადი პროცესის ნაწილობრივად დაკვირვებადობის პირობებში და ოპტიმალური კოდირების ამოცანა	300
*რ. ორმოცაძე, ა. ჩიგოგიძე. ნულ-სივრცეების ინდუქციურ განზომილებათა შესახებ	304
*ბ. კიმეღფელი. რედუქციულ ჯგუფთა ღია ორბიტები კომპლექსურ კვადრიკაზე	308
*ა. ხარაზიშვილი. ვიტალის სისტემების შესახებ	311
*გ. გოგიშვილი. ტერნარულ კვადრატულ ფორმათა ზოგიერთი ერთკლასიანი გვარის შესახებ	314
*მ. აღნიაშვილი. თერმოდრეკადობის მომენტური თეორიის რხევის პირველი ძირითადი სასაზღვრო ამოცანის ეფექტური ამოხსნა სივრცისათვის სფერული სიღრმით	320

კიბერნეტიკა

*ა. გიორგაძე, ა. მათევოსიანი. უნივერსალური უჯრედოვანი ალბათური ავტომატის საკითხისათვის	323
*მ. პერელმანი. სისტემების აღმწერ ფუნქციათა კლასების განსაზღვრის შესახებ ამ სისტემების ალტერნატიული თვისებებისა და ინტეგრალური წარმოდგენების მეშვეობით	328
*ა. დუნდუა. აღქმის ილუზიის კონცეპტუალური ბუნების შესახებ	331
*ო. პეტრიაშვილი. დინამიური კომპლექსის „ლუმელი-სავლინი დგანის“ პარამეტრების განაწილების პირობითი კანონის შესახებ	336
*რ. მეგრელიშვილი, თ. ნიკოლაიშვილი, ფამ ხონგ თხაი. პაკეტური შეცდომების გამასწორებელი (n, k)-კოდების კლასი	338

ფიზიკა

*რ. მირიანაშვილი, ო. ნაზაროვა, თ. სანაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი). ლიგანდური ზენაზი ურთიერთქმედების ნიშნის განსაზღვრისათვის რადიოსიხშირული დისკრეტული გაჯერების მეთოდით	342
--	-----

\* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

- \*მ. ჩავლეიშვილი. რეგულარიზებული სპირალური ამპლიტუდები და დაბალი ენერგების თეორემები  $\pi$ -მეზონის ფერმიონზე ფოტოდაბადებისათვის 347

ორბანული ძივნი

- \*ქ. ანდრიანოვი (სსრკ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი), ა. ნოლაიდელი, ნ. მაკაროვა, თ. მუკბანიანი. ბიციკლური სილიციუმორგანული ნაერთების სინთეზი ფუნქციონალურ ჯგუფებთან 352
- \*ი. გვერდწითელი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ლ. ასათიანი, ა. ცხვარაძე. აცეტილციმანტრენის კონდენსაცია აცეტილენურ კარბინოლებთან 355
- \*ვ. კორშაკი (სსრკ მეცნ. აკად. წევრ-კორ.), ა. რუსანოვი, ს. ფიდლერი. ტეტრაამინების ბის-ბენზოქსაზინონებთან ურთიერთქმედების ოლიგომერული ნაწარმები 359
- \*ი. გვერდწითელი (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი), ნ. გოგესაშვილი, თ. დოქსოპულო, ა. ვანიკოვი. ზოგიერთი პოლიშიფური ფუქისა და პოლიაზინის სინთეზი და შესწავლა აცეტილენური დიეტონების საფუძველზე 364

ფიზიკური ძივნი

- \*გ. ციციშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), შ. სიღამონიძე, დ. შავლაძე, ზ. წინწკალაძე. პირიდინის და ამიაკის აღსორბციის გამოკვლევა X და Y ტიპის კათიონჩანაცვლებულ სინთეზურ ცეოლითებზე 367

ძივნიური ტექნოლოგია

- \*გ. ციციშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი), ს. უროტაძე, ვ. ლუკინი, რ. ბაგიროვი. საცდელ საწარმოო დანადგარზე კლინობტილოლით ბუნებრივი გაზის გაშრობა და გაწმენდა 371
- \*თ. კობალეიშვილი, ა. მეთიოლკინი, ნ. კოლესნიკოვა, ც. უროტაძე. ტიტანისა და ცირკონიუმის მთრიმლავი მასალების გავლენა კოლაგენის ნატიფსტრუქტურაზე 376

ფიზიკური გეოგრაფია

- \*ვ. ზენკოვიჩი, დ. დუბმანი, ა. კიკნაძე, ვ. მენშიკოვი, ე. პეშკოვი. დაკვირვებები აღდერის რაიონის წყალქვეშა კანიონებში 379

გეოლოგია

- \*ზ. ქოქრაშვილი. ზედაიურულ-ქვედაკარტული კარბონატული ფლიშური ნალექების სტრატეგრაფია საქართველოს სამხედრო გზის, სამხრეთ ოსეთის და რაჭის ფარგლებში 383
- \*რ. ღამბაშიძე, დ. ახვლედიანი. მდ. აგფსტის სათავეებში (დასავლეთი აფხაზეთი, მდ. ბზიფის აუზი) ზედაკარტული ნალექების არსებობის შესახებ 387

პეტროლოგია

- \*ვ. გუგუშვილი. მეტასომატოზის მოვლენათა თავისებურებანი აჭარა-თრიალეთის პალეოგენური მცირე ინტრუზული სხეულების კონტაქტშიმეფენ ზონებში 392
- \*ა. სულაძე. ევპატორიული პორფირონტის ოლითების პეტროგრაფიული შესწავლისათვის 396

მინერალოგია

- \*ა. ბობროვიციკი. კოლხეთის დაბლობის ნიადაგების თიხა მინერალთა ტრანსფორმაცია დაჰაობების პროცესში 400

საშენიანო მუშაობა

- \*გ. ბ ა ზ ლ ა ძ ე. მსახველთა გასწვრივ განაწილებული შეყურსული მომენტებითა და ძალებით დატვირთული ღია ცილინდრული გარსების გაანგარიშების შესახებ 403
- \*ნ. ბ ლ ი ა. სახეშეცვლილი ფუნდამენტური ფუნქციების გამოყენება დამრეცი გარსების ღუნვის ამოცანებში კერძო სასაზღვრო პირობების დროს 408
- \*ვ. ა ლ კ ა ზ ი, ნ. ო ნ ო ფ რ ა შ ი, ა. პ ე რ ე ლ ბ ე რ გ ი, ნ. ფ რ ო ლ ო ვ ე ი. ზოგიერთი მიწისძვრის აჩქარების ტალღური ველის პოლარიზული სტრუქტურის შესწავლა პოლარიზული ანალიზატორის გამოყენებით 412

მეტალურგია

- \*ბ. ბ ზ ი ა შ ვ ი ლ ი, კ. დ ი დ ე ბ ლ ი ძ ე, ფ. თ ა ვ ა ძ ე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი), ა. ნ ო ზ ა ძ ე, ბ. კ ვ ა ნ ქ ა ხ ა ძ ე, ვ. შ ე ნ გ ე ლ ა ი ა. დაბალი სიხშირის ვიბრაციით ნადნობების დამუშავების პროცესის ფიზიკური არსის შესახებ 415
- \*ა. ა რ ს ე ნ ი შ ვ ი ლ ი, ვ. გ უ რ ვ ი ჩ ი, ბ. მ ა რ გ ი ე ვ ე, თ. ჩ ლ ბ ი ნ ი ძ ე, ლ. დ ვ ა ლ ი, ზ. მ უ შ კ ე დ ი ა ნ ი. ოქსიდური ჩანართების მორფოლოგიის გამოკვლევა რკინის კომპლექსური შენადნობებით განჯანგვის დროს 420
- \*შ. რ ა მ ი შ ვ ი ლ ი, ფ. თ ა ვ ა ძ ე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), მ. კ უ რ ი ც კ ი, ი. ქ ა ჯ ა ი ა. პორიზონტალურ მრუდწირულ მანქანაზე კრისტალიზატორიდან გამოწვევის ძალის ცვალებადობა 424
- \*თ. ჩ ლ ბ ი ნ ი ძ ე, ა. ო კ ლ ე ი, ა. გ ა ბ ი ს ი ა ნ ი, ა. ა რ ს ე ნ ი შ ვ ი ლ ი, ბ. მ ა რ გ ი ე ვ ე, გ. ღ ო ნ ლ ა ძ ე, ნ. გ ო ნ ჯ ი ლ ა შ ვ ი ლ ი. რკინის განჯანგვა კომპლექსური კაჟბად-მარგანეც-კალციუმ-ბარიუმ-ალუმინ-ტიტანის შენადნობით 427

მანქანათმშენობლა

- \*გ. ქ ე ვ ა ნ ი შ ვ ი ლ ი. გამომი მისრიალე კონტაქტის საკონტაქტო ზედაპირებზე ჟანგის ფირების სისქის ფლუქტუაციის მოვლენის მათემატიკური მოდელირება 432
- \*რ. ე ა რ ს ი მ ა შ ვ ი ლ ი. ორპარამეტრიანი მოვლებით დამზადებული არამრგვალი კონუსური კბილანების კბილების შეჭრა 436
- \*დ. თ ა ვ ზ ე ლ ი ძ ე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი), ნ. დ ა ვ ი თ ა შ ვ ი ლ ი. სფერული ოთხბრჯოლა სახსრიანი მექანიზმის დავეგმარება რგოლების მოცემული მდებარეობების მიხედვით 440

ენერგეტიკა

- \*ა. კ ვ ე ნ ტ რ ა ძ ე. იტერაციის მეთოდით მდინარის ჩამონადენის სტოქასტური მოდელის აგება ჰიდროენერგეტიკული და წყალსამურნეო ანგარიშებისათვის 443

ელემენტარული მუშაობა

- \*ი. ფ უ რ ს ი ნ ი, ე. ღ ო ნ ი ა შ ვ ი ლ ი, ვ. რ უ ბ ც ო ვ ე ი. პრეციპიტიული წრფივი ბიჯური ძრავების ორარხიანი ციფრული მართვის პრინციპები 447

ატომგაბური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

- \*ი. ი მ ქ ა ძ ე. უარით მომუშავე ორმანქანიანი გამოთვლელი კომპლექსის წარმადობის ალბათური მახასიათებელი 452
- ბ. გ ვ ა ს ლ ი ა. არაწრფივ უკუკავშირებიან სისტემებში სასურველი გარდამავალი პროცესის არჩევის ერთი შესაძლებლობის შესახებ 456

ბოტანიკა

- \*ა. კ ო ლ ა კ ო ვ ს კ ი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ვ. ი ა ბ რ ო ვ ა - კ ო ლ ა კ ო ვ ს კ ა ი ა. ახალი მონაცემები აფხაზეთის ფლორისათვის 460

- ე. ბაიაშვილი, ლ. გოგიჩაიშვილი. *Prunus divaricata* Ldb.-ს მტერის მარცვლის მორფოლოგია 461
- აღამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია
- \*გ. მალოლეტნევი, ზ. თელია. სპორტსმენის ღამის ძილის სტრუქტურის ცვლილება შეჯიბრების შემდეგ 468
- \*გ. გვიშიანი, დ. კვაჭაძე. უკანა ჰიპოთალამუსისა და პარამედინური ბირთვების მონაწილეობის შესახებ ფსიქოგიალური გულ-სისხლძარღვთა ეფექტების რეალიზაციაში 471
- ბიოქიმია
- \*ე. ტუკვაძე, ე. ჩუბინიძე. კავკასიური სოჭის ქერქის კატეჩინები 475
- მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია
- დ. პატარაია, მ. მაჭავარიანი, ჯ. ანელი, დ. ტარყაშვილი. არაგვის ხეობის ნიადაგებში აქტინომიცეტების გავრცელება და მათი ანტაგონისტური თვისებები 477
- ენტომოლოგია
- \*მ. სტალიაროვი. ახალი მონაცემები საქართველოს სწორფრთიანების (*Orthoptera*) შესახებ 484
- ზოოლოგია
- ლ. კუტუბიძე. ახალდაბის ტბის ზოოლანქტონი 485
- ექსპერიმენტული მედიცინა
- \*ვ. ბაბუხაძე, ლ. გოგიაშვილი. თირკმლის გორგლების ულტრასტრუქტურა ექსპერიმენტული ჰიდრონეფროზის დროს 492
- \*მ. იზრაელაშვილი. ლეიქმის ვენის კოლატერალების განვითარება ორგანოს სოლისებური რეჟექციის შემდეგ ექსპერიმენტში 496
- პალეოზოოლოგია
- \*ე. დრუშიცი, ლ. დოგუქაევა, თ. ლომინაძე. ამონიტების სამი კალოვიური გვარის *Pseudocadoceras*, *Cadoceras*, *Kosmoceras* პროტოკონსისა და ფრაგმენტის აგებულება 500
- ფსიქოლოგია
- \*ნ. თავხელიძე. კონსონანსის და დისონანსის აღქმის საკითხისათვის 504
- ეკონომიკა
- \*ა. კურატაშვილი. სამეურნეო ანგარიში და მატერიალური პასუხისმგებლობის გაზრდის აუცილებლობა 507

## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

З. В. Самсония. Об одном гомеоморфизме уравнения Бельтрами	273
А. А. Панков. Об аналитических расслоениях, непрерывных на границе области	277
О. Д. Церетели. Метрическая характеристика множества функций, сопряженные функции которых интегрируемы	281
Л. Г. Гванцеладзе. Об асимптотическом поведении мощности критериев типа хи-квадрат	285
Нгуен Чыонг Куэ. Об одной граничной задаче теории аналитических функций и ее применениях	289
И. А. Схиртладзе. Теорема Салема для кратных тригонометрических рядов	293
Р. А. Чейшвили. Стохастическая дифференциальная игра при частичном наблюдении управляемого процесса одним из игроков и задача оптимального кодирования	297
Р. Н. Ормоцадзе, А. Ч. Чигогидзе. Об индуктивных размерностях нуль-пространств	301
Б. Н. Кимельфельд. Открытые орбиты редуктивных групп на комплексной квадратике	305
А. Б. Харазишвили. О системах Витали	309
Г. П. Гогшвили. Об одноклассных родах некоторых тернарных квадратичных форм	313
М. Р. Агниашвили. Эффективное решение первой основной граничной задачи колебания моментной теории термоупругости для пространства с шаровой полостью	317

### КИБЕРНЕТИКА

А. Х. Гиоргадзе, А. А. Матевосян. К вопросу об универсальном клеточном вероятностном автомате	321
М. Е. Перельман. Об определении классов функций, описывающих системы, через альтернативные свойства этих систем и интегральные представления	325
А. Г. Дундуа. О концептуальной природе иллюзии восприятия	329
О. Г. Петриашвили. Об условных законах распределения параметров динамического комплекса «печь-прокатный стан»	333
Р. П. Мегрелишвили, Т. Г. Николайшвили, Фам Хонг Тхай. Класс $(n, k)$ -кодов, исправляющих пакеты ошибок	337

### ФИЗИКА

Р. И. Мирианашвили, О. В. Назарова, Т. И. Санадзе (член-корреспондент АН ГССР). Об определении знака лигандного сверхтонкого взаимодействия методом радиочастотного дискретного насыщения	341
М. П. Чавлейшвили. Регуляризованные спиральные амплитуды и низкоэнергетические теоремы для фоторождения $\pi$ -мезона на фермионе	345

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



## ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- К. А. Андрианов (академик АН СССР), А. И. Ногайдели, Н. Н. Макарова, О. В. Мукбаниани. Синтез бициклических кремнийорганических соединений с функциональными группами 349
- И. М. Гвердцители (член-корреспондент АН ГССР), Л. П. Асатиани, А. А. Цхварадзе. Конденсация ацетилцимантрена с ацетиленовыми карбинолами 353
- В. В. Коршак (член-корреспондент АН СССР), А. Л. Русанов, С. Х. Фидлер. Олигомерные продукты взаимодействия тетрааминов с бисбензоксазинонами 357
- И. М. Гвердцители (член-корреспондент АН ГССР), Н. Н. Гогешавили, Т. П. Доксопуло, А. В. Ванников. Синтез и изучение некоторых полишифовых оснований и полиазинов на основе ацетиленовых диестеров 361

## ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Г. В. Цицишвили (академик АН ГССР), Ш. И. Сидамонидзе, Д. М. Шавладзе, З. П. Цинцкаладзе. Исследование адсорбции аммиака и пиридина на катионзамещенных формах синтетического цеолита типа X и Y 365

## ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- Г. В. Цицишвили (академик АН ГССР), С. Л. Уротадзе, В. Д. Лукии, Р. М. Багиров. Осушка и очистка природного газа клиноптилолитом на опытно-промышленной установке 369
- Т. Д. Копалейшвили, А. И. Метелкин, Н. И. Колесникова, Ц. В. Уротадзе. Влияние титанового и циркониевого дубителей на тонкую структуру коллагена 373

## ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

- В. П. Зенкович, Д. М. Дубман, А. Г. Кикнадзе, В. Л. Меншиков, В. М. Пешков. Наблюдения в подводных каньонах Адлерского района 377

## ГЕОЛОГИЯ

- З. А. Кокрашвили. К стратиграфии верхнеюрско-нижнемелового карбонатного флиша района Военно-Грузинской дороги, Юго-Осетии и Рачи 381
- Р. А. Гамбашидзе, Д. Г. Ахвледiani. О присутствии верхнемеловых отложений в верховьях р. Агепста (бассейн р. Бзыби, Западная Абхазия) 385

## ПЕТРОЛОГИЯ

- В. И. Гугушвили. Особенности метасоматоза в приконтактных зонах палеогеновых малых интрузивных тел Аджаро-Триалети 389
- А. И. Суладзе. К петрографическому изучению оолитов евпаторийского горизонта 393

## МИНЕРАЛОГИЯ

- А. В. Бобровицкий. Трансформация глинистых минералов в почвах Колхидской низменности в процессе заболачивания 397

## СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

- Г. Ш. Базгадзе. О расчете открытых цилиндрических оболочек, находящихся под действием распределенных вдоль образующих сосредоточенных моментов и сил 401
- Н. П. Булия. Применение фундаментальных функций в видоизмененном виде в задачах изгиба пологих оболочек в одном частном граничном условии 405
- В. Г. Алказ, Н. И. Онофраш, А. И. Перельберг, Н. И. Фролова. Изучение поляризованной структуры волнового поля ускорений некоторых землетрясений с помощью поляризационного анализатора 409

## МЕТАЛЛУРГИЯ

- Б. И. Бузнашвили, К. А. Дидебулидзе, Ф. Н. Тавадзе (академик АН ГССР), А. Д. Нозадзе, Б. Ш. Кванчахадзе, В. М. Шенгелая. О физической сущности процесса обработки расплавов низкочастотной вибрацией 413
- А. Ю. Арсенишвили, В. Г. Гурвич, Б. Г. Маргиев, Т. А. Чубинидзе, Л. А. Двали, Э. А. Мушкудиани. Исследование морфологии оксидных включений при раскислении железа комплексными сплавами 417
- Ш. Д. Рамишвили, Ф. Н. Тавадзе (академик АН ГССР), М. А. Курецкий, И. Д. Каджая. Изменение усилия вытягивания слитка из кристаллизатора на криволинейной горизонтальной машине 421
- Т. А. Чубинидзе, А. Л. Оклей, А. Г. Габисиани, А. Ю. Арсенишвили, Б. Г. Маргиев, Г. А. Гонгадзе, Н. Г. Гонджилашвили. Раскисление железа комплексным сплавом кремний-марганец-кальций-барий-алюминий-титан 425

## МАШИНОВЕДЕНИЕ

- Г. Ш. Кеванишвили. Математическое моделирование явления флуктуации толщины окисных пленок на контактирующих поверхностях измерительных скользящих контактов 429
- Р. Ш. Варсимашвили. Подрезание зубцов некруглых конических зубчатых колес, образуемых при двухпараметрическом огибании 433
- Д. С. Тавхелидзе (член-корреспондент АН ГССР), Н. С. Давиашвили. Проектирование сферического четырехзвенного шарнирного механизма по заданным положениям звеньев 437

## ЭНЕРГЕТИКА

- А. Ш. Квинтрадзе. Построение стохастической модели речного стока методом итерации для водноэнергетических и водохозяйственных расчетов 441

## ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

- Ю. С. Фурси, Э. С. Гониашвили, В. П. Рубцов. Принципы двухканального цифрового управления прецизионным линейным шаговым двигателем 445

## АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

- И. С. Микадзе. Вероятностная характеристика производительности двухмашинного вычислительного комплекса, подверженного отказам 449
- Б. А. Гвасалия. Об одной возможности выбора желаемого переходного процесса в системах с нелинейной обратной связью 453

## БОТАНИКА

- А. А. Колаковский (член-корр. АН ГССР), В. С. Яброва-Колаковская. Новые данные к флоре Абхазии 457
- \* Е. И. Банашвили, Л. К. Гогичаишвили. Морфология пыльцы у *Prunus divaricata* Ldb. 463

## ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- В. И. Малолетнев, З. А. Телня. Изменение структуры сна спортсменов в ночь после соревнований 465
- Г. С. Гвишиани, Д. А. Квачадзе. Об участии заднего гипоталамуса и парамедианных ядер в реализации мозжечковых сердечно-сосудистых эффектов 469

## БИОХИМИЯ

- Э. Д. Туквадзе, В. В. Чубинидзе. Катехины коры пихты кавказской 473

## МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

- \* Д. Т. Патарая, М. З. Мачавариани, Д. М. Анели, Д. В. Таркашвили. Распространение актиномицетов в почвах Арагвского ущелья и их антагонистические свойства 479

## ЭНТОМОЛОГИЯ

- М. В. Столяров. Новые данные о прямокрылых насекомых (*Orthoptera*) Грузии 481

## ЗООЛОГИЯ

- \* Л. Е. Кутубидзе. Зоопланктон озера Ахалдаба 487

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- В. В. Бабухадия, Л. Е. Гогнашвили. Ультраструктура почечных клубочков при экспериментальном гидронефрозе 489
- М. Ш. Израелашвили. О развитии коллатералей печеночных вен после клиновидной резекции печени в эксперименте 493

## ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

- В. В. Друщиц, Л. А. Догужаева, Т. А. Ломинадзе. Строение протоконха и фрагмокона у трех келловейских родов аммонитов (*Pseudocadoceras*, *Cadoceras*, *Kosmoceras*) 497

## ПСИХОЛОГИЯ

- Н. Д. Тавхелидзе. К вопросу о восприятии консонанса и диссонанса 501

## ЭКОНОМИКА

- А. А. Кураташвили. Хозрасчет и необходимость усиления материальной ответственности 505

## CONTENTS\*

### MATHEMATICS

Z. V. Samsonia. On a homeomorphism of the Beltrami equation	276
A. A. Pankov. On analytical fibrations continuous on the boundary of a domain	280
O. D. Cereteli. The metric characteristic of the set of functions whose conjugate functions are integrable	283
L. G. Gvantseladze. On the asymptotic behaviour of the power of chi-square type tests	288
Nguyen Chon Que. On a boundary value problem of the theory of analytical functions and its applications	292
I. A. Skhirtladze. Salem's theorem for multiple trigonometric series	296
R. A. Cheishvili. On a stochastic differential game with partial information about the process under control available to one of the players and the problem of optimal coding	300
R. N. Ormotsadze, A. Ch. Chigogidze. Inductive dimensions for zero-set spaces	304
B. N. Kimelfeld. Open orbits of reductive groups on a complex quadric	308
A. B. Kharazishvili. On the systems of Vitali	311
G. P. Gogishvili. On one-class genera of some ternary quadratic forms	315
M. R. Agniashvili. The effective solution of the first basic boundary value problem of the moment theory of thermoelasticity for the space with a ball hole	320

### CYBERNETICS

A. Kh. Giorgadze, A. A. Matevosian. Towards the universal cellular probabilistic automaton	324
M. E. Perel'man. On the determination of the set of functions outlining systems via the properties of these systems and the integral representations	328
A. G. Dundua. On the conceptual nature of an illusion of perception	331
O. G. Petriashvili. On the conditional laws of parameter distribution in the dynamic complex "furnace-rolling mill"	336
R. P. Megrelishvili, T. G. Nikolaishvili, Fan Hong Thai. A class of burst-error-correcting $(n, k)$ -codes	339

### PHYSICS

R. I. mirianashvili, O. V. Nazarova, T. I. Sanadze. On the determination of the ligand hyperfine interaction sign by the method of radiofrequency discrete saturation	343
M. P. Chavleishvili. Regularized helicity amplitudes and low-energy theorems for $\pi$ -meson photoproduction on the fermion	348

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

## ORGANIC CHEMISTRY

- K. A. Andrianov, A. I. Nogaideli, N. N. Makarova, O. V. Mukbaniani. The synthesis of bicyclic organo-silicon compounds with functional groups 352
- I. M. Gverdtsiteli, L. P. Asatiani, A. A. Tskhvaradze. The condensation of acetylcymantrene with acetylenic carbinols 355
- V. V. Korshak, A. L. Rusanov, S. Kh. Fidler. Oligomeric products of interaction between tetraamines and bis-benzoxazinones 359
- I. M. Gverdtsiteli, N. N. Gogesashvili, T. P. Doxopulo, A. V. Vannikov. Synthesis and study of some polyschiff-bases and polyazines, based on acetylene diketones 364

## PHYSICAL CHEMISTRY

- G. V. Tsitsishvili, Sh. I. Sidamonidze, D. M. Shavlade, Z. P. Tsintskaladze. Study of the pyridine and ammonium adsorption in X and Y type cation-exchanged synthetic zeolites 368

## CHEMICAL TECHNOLOGY

- G. V. Tsitsishvili, S. L. Urotadze, V. D. Lukin, R. M. Bagirov. Drying and treatment of natural gas by clinoptilolite on an experimental pilot plant 371
- T. D. Kopaleishvili, A. I. Metelkin, N. I. Kolesnikova, Ts. V. Urotadze. The effect of titanium and zirconium tanners on the fine structure of collagen 376

## PHYSICAL GEOGRAPHY

- V. P. Zenkovich, D. M. Dubman, A. G. Kiknadze, V. L. menshikov, V. M. Peshkov. Observations in the submarine canyons of the Adler area 379

## GEOLOGY

- Z. A. Kokrashvili. On the stratigraphy of the Upper Jurassic-Lower Cretaceous carbonaceous flysch of the regions of the Georgian Military Road, South Ossetia and Racha 383
- R. A. Ghambashidze, D. G. Akhvlediani. On the occurrence of the Upper Cretaceous sediments in the source of the Agepsa river (Western Abkhazia, the Bzyb basin) 388

## PETROLOGY

- V. I. Gugushvili. Peculiarities of hydrothermal alteration in the contact zones of Paleogene minor intrusives of Ajara-Trialeti 392
- A. I. Suladze. On the petrographic study of the oolites of the Eupatorian horizon 396

## MINERALOGY

- A. V. Bobrovitsky. Transformation of clayey minerals in the soils of the Kolkhetti lowland in the process of swamping 400



## STRUCTURAL MECHANICS

- G. Sh. Bazgadze. On the analysis of open cylindrical shells subjected to the action of concentrated momenta and forces distributed along the generators 404
- N. P. Bulia. Use of modified fundamental functions in the problems of sloping shell bending under one private boundary condition 408
- V. G. Alkazi, N. I. Onofrash, A. I. Perelberg, N. I. Frolova. Investigation of the polarization structure of the acceleration wave field of some earthquakes by means of polarization analysis 412

## METALLURGY

- B. I. Buziashvili, K. A. Didebulidze, F. N. Tavadze, A. D. Nozadze, B. Sh. Kvanchakhadze, V. M. Shengelia. The physical essence of the treatment process of low frequency vibration of molten metal 415
- A. Yu. Arsenishvili, V. G. Gurvich, B. G. Margiev, T. A. Chubinidze, L. A. Dvali, Z. A. Mushkudiani. Investigation of the morphology of oxide inclusions during the deoxidation of iron by complex alloys 420
- Sh. D. Ramishvili, F. N. Tavadze, M. A. Kuritski, I. D. Kajaia. Change of the force of pulling an ingot out of the crystallizer in a curved horizontal machine 424
- T. A. Chubinidze, A. L. Okley, A. G. Gabisiani, A. Yu. Arsenishvili, B. G. Margiev, G. A. Gongadze, N. G. Gonjilashvili. Deoxidation of iron by a complex alloy of silicon-manganese-calcium-barium-aluminium-titanium 428

## MACHINE BUILDING SCIENCE

- G. Sh. Kevanishvili. Mathematical modelling of the fluctuation phenomenon of the oxidation film thickness on the contacting surfaces of measuring sliding contacts 432
- R. Sh. Varsimashvili. Undercutting of the teeth of noncircular conic wheels formed at two-parametric enveloping 436
- D. S. Tavkhelidze, N. S. Davitashvili. The design of a four-link spherical hinged mechanism according to the given positions 440

## POWER ENGINEERING

- A. Sh. Kvintradze. Construction of a stochastic model of river runoff by the iterative method for hydropower and water economy calculations 443

## ELECTROTECHNICS

- J. S. Fursin, E. S. Goniashvili, V. P. Rubtsov. Principles of double-channel numerical control by a precision linear step-by-step motor 448

## AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- I. S. Mikadze. The probability characteristics of performance of twin-computer system operating with failures 452

- B. A. Gvasalia. On one possibility of desired transitive process choice in non-linear feedback systems 456

## BOTANY

- A. A. Kolakovskiy, V. S. Yabrova-Kolakovskaya. New evidence on the flora of Abkhazia 460
- E. I. Baiashvili, L. K. Gogichaishvili. Morphology of the pollen grain in *Prunus divaricata* Ledeb. 463

## HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- V. I. Maloletnev, Z. A. Telia. Changes in the structure of sleep in athletes in the night after competition 468
- G. S. Gvishiani, D. A. Kvachadze. The role of the posterior hypothalamus and paramedian nuclei in the realization of the cerebellar cardiovascular fastigial effects 472

## BIOCHEMISTRY

- E. D. Tukvadze, V. V. Chubiniidze. Catechins of the Caucasian fir 475

## MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

- D. T. Pataraiia, M. Z. Machavariani, D. M. Aneli, D. V. Tarkashvili. Distribution of actinomycetes in the soils of the Aragvi valley and their antagonistic characteristics 479

## ENTOMOLOGY

- M. V. Stolyarov. New data on the *Orthoptera* of the Georgian SSR 484

## ZOOLOGY

- L. E. Kutubidze. Zooplankton of lake Akhaldaba 488

## EXPERIMENTAL MEDICINE

- V. V. Babukhadia, L. E. Gogiashvili. The ultrastructure of the kidney glomeruli in experimental hydronephrosis 492
- M. Sh. Israelashvili. Development of hepatic vein collaterals following wedge-like liver resection 496

## PALAEOBIOLOGY

- V. V. Druzczic, L. A. Doguzhaeva, T. A. Lominadze. The structure of protoconch and phragmocone in three Callovian ammonite genera (*Pseudocadoceras*, *Cadoceras*, *Kosmoceras*) 500

---

PSYCHOLOGY

N. D. Tavkheldze. On the perception of concordance and dissonance 504

ECONOMICS

A. A. Kuratashvili. Non-financing by the State and the necessity of strengthening material responsibility 508.





З. В. САМСОНИИ

## ОБ ОДНОМ ГОМЕОМОРФИЗМЕ УРАВНЕНИЯ БЕЛЬТРАМИ

(Представлено академиком И. Н. Векуа 16.9.1975)

Пусть  $G$  — конечная односвязная область плоскости  $z$ , ограниченная гладкой границей  $\Gamma$  и  $z = 0 \in G$ . Предположим, что в этой области определена комплекснозначная функция  $q(z)$ , удовлетворяющая условию  $|q(z)| \leq q_0 < 1$ .

Рассмотрим задачу о нахождении решения  $w(z)$  ( $w(0) = 0$ ,  $w(\alpha) = 1$ ,  $\alpha > 0$ ,  $\alpha \in \Gamma$ ) уравнения Бельтрами

$$w_{\bar{z}} = q(z)w_z, \quad (1)$$

осуществляющего топологическое отображение области  $G$  на  $|w| < 1$ . Обычно такое решение называется квазиконформным гомеоморфизмом этого уравнения (1, 2).

Цель настоящей заметки — построить указанное решение уравнения (1), не прибегая к вспомогательному конформному отображению. Это можно сделать для достаточно широкого класса функций  $q(z)$  обобщением одной схемы построения функции, реализующей конформное отображение заданной односвязной области на круг (см. [3], гл. 5, § 8). При этом используются некоторые представления решений уравнения (1), предложенные И. Н. Векуа в [1]. Следует еще отметить, что решение задачи вытекает из общих представлений решений уравнения Бельтрами, приведенных в монографии И. Н. Векуа [4], если воспользоваться промежуточным конформным преобразованием.

Предлагаемый способ проходит в том случае, когда  $q(z)$  принадлежит классу  $C_a^1(\bar{G})$ . При этом в некоторых частных случаях в зависимости от специальной конструкции этой функции схема реализации алгоритма значительно упрощается и становится практически более доступной.

Начнем с рассмотрения упомянутых частных случаев.

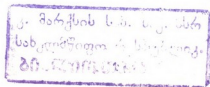
Пусть

$$q(z) = zq_1(z) \text{ и } q_1(z) \in C_a^1(\bar{G}).$$

Тогда будем искать решение в виде

$$w = ze^{\omega}. \quad (2)$$

Легко видеть, что если функция  $\omega = u + iv$  удовлетворяет уравнению



$$\omega_z = q(z)\omega_z + q_1(z), \quad (3)$$

то соответствующее  $\omega$ , определенное формулой (2), будет решением уравнения (1). Запишем неоднородное уравнение Бельтрами (3) в виде системы

$$\begin{aligned} -\frac{\partial v}{\partial x} &= \beta \frac{\partial u}{\partial x} + \gamma \frac{\partial u}{\partial y} + a, \\ \frac{\partial v}{\partial y} &= \alpha \frac{\partial u}{\partial x} + \beta \frac{\partial u}{\partial y} + b, \quad \alpha\gamma - \beta^2 = 1. \end{aligned} \quad (3')$$

Отсюда мы приходим к решению в области  $G$  эллиптического дифференциального уравнения второго порядка

$$\alpha u_{xx} + 2\beta u_{xy} + \gamma u_{yy} + (\alpha_x + \beta_y)u_x + (\beta_x + \gamma_y)u_y + b_x + a_y = 0 \quad (4)$$

с граничным условием

$$u(\zeta) = -\ln r \quad \text{на } \Gamma, \quad (5)$$

где  $r = |\zeta|$ .

Решением этой граничной задачи из (3') определяются частные производные функции  $v(x, y)$ , сама же функция  $v(x, y)$  восстанавливается по ним криволинейным интегралом с точностью до действительного постоянного слагаемого:

$$v(x, y) = \int_{(0,0)}^{(x,y)} v_x dx + v_y dy + C. \quad (6)$$

Константа  $C$  определяется из условия  $w(\alpha) = 1$ :

$$C = - \int_{(0,0)}^{(\alpha,0)} v_x dx + v_y dy. \quad (7)$$

Таким образом, функция  $\omega$ , заданная формулой (2), является решением уравнения Бельтрами, отображает область  $G$  на  $|\omega| < 1$  и удовлетворяет условиям нормировки.

Остается доказать, что это отображение однолиственное. Это легко обнаруживается при помощи принципа аргумента.

В самом деле, рассмотрим функцию

$$\omega^* = ze^{\omega} - \omega_0,$$

где  $\omega_0$  ( $|\omega_0| < 1$ ) — произвольное заданное число.

Функция  $\omega^*$  является решением уравнения (1), и для нее применим принцип аргумента, согласно которому

$$N = \frac{1}{2\pi} \Delta_\Gamma \arg \omega^*(z).$$

Легко видеть, что  $\Delta_\Gamma \arg \omega^*(z) = \Delta_\Gamma \arg ze^{\omega}$ , и, таким образом, однолиственность функции  $\omega(z)$  доказана.

Класс рассмотренных функций  $q(z)$  можно несколько расширить, если будем искать отображение в виде [1]

$$\omega = [z + q(0)\bar{z}]e^{\omega} \quad (8)$$

и повторим то же самое рассуждение.

Уравнение (3) в этом случае принимает вид

$$\omega_{\bar{z}} = q(z)\omega_z + \frac{q(z) - q(0)}{z + q(0)\bar{z}}. \quad (3_1)$$

Граничное условие (5) заменяется условием

$$u(\zeta)|_{\zeta \in \Gamma} = -\ln |\zeta + q(0)\bar{\zeta}|, \quad (5_1)$$

а для  $C$  вместо (7) будем иметь

$$-\arg [1 + q(0)] = \int_{(0,0)}^{(a,0)} v_x dx + v_y dy + C. \quad (7_1)$$

Предложенная схема реализации указанного гомеоморфизма уравнения Бельтрами основана на решении первой граничной задачи для эллиптического дифференциального уравнения второго порядка. Имея в виду возможности широко развитых для таких уравнений конечно-разностных и вариационно-разностных методов, можно полагать, что такой подход окажется удобным при численном решении этой задачи.

Рассмотрим теперь случай, когда  $q(z) \in C_a^1(\bar{G})$ .

Чтобы применить вышеуказанный алгоритм построения, искомую функцию представим в виде

$$\omega = [\omega_0(z) - \omega_0(0)]e^{\omega}, \quad (9)$$

где  $\omega_0(z)$  — произвольный гомеоморфизм уравнения (1).

Очевидно, что если  $\omega(z)$  удовлетворяет уравнению Бельтрами, то и функция (9) обладает этим свойством. Если теперь применим указанную схему построения и формулы (4)–(7) заменим соответствующим образом, то тем самым найдем искомый гомеоморфизм уравнения Бельтрами.

Для построения формулы (9) необходимо сперва построить  $\omega_0(z)$ -гомеоморфизм уравнения (1), в выборе которого мы ничем не ограничены. Наиболее подходящей для нашего случая нам представляется схема построения  $\omega_0(z)$ , предложенная Б. А. Вертгеймом в [5].

ზ. სამსონია

ბელტრამის განტოლების ერთი ჰომეომორფიზმის შესახებ

რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია (1) განტოლების ისეთი ამონახსნის პოვნის საკითხი, რომელიც დასახელებულ სასრულ მარტივადბმულ არეს ცალფურცლად გადასახავს ერთეულოვან წრეზე. მიღებულია ასეთი ამონახსნის აგების პირდაპირი გზა.

MATHEMATICS

Z. V. SAMSONIA

## ON A HOMEOMORPHISM OF THE BELTRAMI EQUATION

## Summary

The paper deals with the problem of finding a solution of equation (1) univalently transforming every bounded simply connected region on the unit circle. A direct way of constructing such solution is given.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Н. Векуа. Некоторые проблемы математики и механики, Новосибирск, 1961.
2. М. А. Лаврентьев. Вариационный метод в краевых задачах для систем уравнений эллиптического типа. М., 1962.
3. Л. В. Канторович, В. И. Крылов. Приближенные методы высшего анализа. М.—Л., 1962.
4. И. Н. Векуа. Обобщенные аналитические функции. М., 1959.
5. Б. А. Вертгейм. Исследования по современным проблемам теории функции комплексного переменного. М., 1960.

А. А. ПАНКОВ

## ОБ АНАЛИТИЧЕСКИХ РАССЛОЕНИЯХ, НЕПРЕРЫВНЫХ НА ГРАНИЦЕ ОБЛАСТИ

(Представлено академиком И. Н. Векуа 6.7.1975)

0. Пусть  $D$  — область в  $\mathbf{C}^n$  и  $\mathcal{E}$  — банахово расслоение над  $\bar{D}$  со слоем  $E$  ( $E$  — банахово пространство над  $\mathbf{C}$ ). Структурой банахова расслоения над  $\bar{D}$ , голоморфного в  $D$ , назовем задание такой системы локальных карт  $\{(U_i, \varphi_i)\}$  расслоения  $\mathcal{E}$ , что функции перехода  $g_{ij}$  (определенные и непрерывные в  $U_i \cap U_j$ ) являются голоморфными в  $U_i \cap U_j \cap D$ . (Морфизмы определяются очевидным образом).

Основным результатом настоящей заметки является доказательство совпадения топологической и голоморфной классификации указанных расслоений в случае, когда  $D$  — строго псевдовыпуклая область (с. п. о.) с кусочно-гладкой границей общего положения<sup>1</sup>. Близкие результаты получены Ю. Лайтерером в [3], где содержатся близкие утверждения для расслоений, непрерывных на границе, в случае ограниченной строго псевдовыпуклой области с границей класса  $S^2$ .

Анонсированный результат аналогичен известной теореме Г. Грауэрта [4] (см. также [5]). Бесконечномерный вариант результата Грауэрта получен в [6].

1. Пучок  $A^E$ . Это пучок на  $\bar{D}$  ростков, непрерывных и голоморфных во внутренних точках  $E$ -значных функций. Пучок  $A^E$  порожден предпучком  $U \rightarrow A^E(U)$ , где  $U$  открыто в  $\bar{D}$ , а  $A^E(U)$  — пространство непрерывных в  $U$  и голоморфных в  $U \cap D$  функций со значениями в  $E$ .

В случае, когда  $D$  ограничена, простое «тензорное умножение» на  $E$  результатов [1, 2] показывает, что банахов комплекс Дольбо  $E$ -значных непрерывных на  $\bar{D}$  форм точен и расщепляется.

Тогда для любой области  $D$  рассматриваемого вида

$$H^p(\bar{D}, A^E) = 0, \quad p > 0. \quad (1)$$

Для ограниченного  $D$  (1) выводится из предыдущего утверждения стандартными методами [7] (см. также [1,8]). Переход к общему случаю происходит следующим образом. Выбирается возрастающая пос-

<sup>1</sup> Точные определения см. в [1, 2]. Всюду далее  $D$  — именно такая область.

ледовательность  $\Omega_j$ , ограниченных с. п. о. с гладкой границей,  $\Omega = \cup \Omega_j \supset \bar{D}$  и  $D_j = \Omega_j \cap D$  имеют границу общего положения. Тогда  $H^p(\bar{D}_j, A^E) = 0$ ,  $p > 0$ . Области  $\Omega$  и  $\Omega_j$  можно выбрать так, что  $\bar{D}_j$  будут  $\Omega$ -выпуклыми компактами. Это позволяет обосновать „предельный“ переход с помощью аппроксимационного метода Миттаг—Лефлера (см. [8, 9]).

2. Пучок  $A^{\mathcal{E}}$ . Это пучок на  $\bar{D}$  ростков непрерывных и голоморфных во внутренних точках сечений  $\mathcal{E}$ . Имеет место равенство

$$H^p(\bar{D}, A^{\mathcal{E}}) = 0, \quad p > 0. \quad (2)$$

Утверждение (2) вытекает из следующего результата. Пусть с. п. о.  $D$  с кусочно-гладкой границей общего положения ограничена. Тогда  $\mathcal{E}$  вкладывается в точную расщепляющуюся последовательность расслоений

$$0 \rightarrow \mathcal{E}_1 \rightarrow \bar{D} \times E^k \rightarrow \mathcal{E} \rightarrow 0. \quad (3)$$

Доказательство последнего основано на некоторой процедуре «склейки сизигий» и существенно использует основные результаты [6]. Сведение к голоморфному случаю основано на следующем замечании. Пусть  $K \subset \bar{D}$  — произвольный компакт. Тогда каждая функция  $f \in H^0(K, A^E)$  представима в виде  $f = f' + f''$ , где  $f' \in H^0(K, O^E)$  и  $f'' \in H^0(\bar{D}, A^E)^0$ . Последнее выводится из (1) с помощью точной последовательности Майера — Вьеториса.

3. Основной результат. Пусть  $\mathbb{G}$  — голоморфное в  $\bar{D}$  расслоение над  $\bar{D}$ , слоями которого служат банаховы аналитические группы Ли, изоморфные  $G$  ([6, 10]). Обозначим через  $\mathbb{G}^c$  (соответственно  $\mathbb{G}^{ch}$ ) пучок ростков непрерывных (соответственно непрерывных и голоморфных в точках из  $D$ ) сечений  $\mathbb{G}$ .

Теорема. Пусть  $D$  — с. п. о. с кусочно-гладкой границей общего положения. Тогда естественное вложение  $\mathbb{G}^{ch} \rightarrow \mathbb{G}^c$  индуцирует биективное отображение

$$H^1(\bar{D}, \mathbb{G}^{ch}) \rightarrow H^1(\bar{D}, \mathbb{G}^c).$$

4. Эскиз доказательства. Пусть  $S$  — компакт,  $N \subset H$  — замкнутые подмножества  $S$ . Назовем  $(N, H, S)$ -сечением  $\mathbb{G}$  над  $U$  такое непрерывное отображение  $\varphi: S \rightarrow H^0(U, \mathbb{G}^c)$ , что  $\varphi(t) \in H^0(U, \mathbb{G}^{ch})$ ,  $t \in N$  и  $\varphi(t) = 1$ ,  $t \in N$ . Обозначим через  $\mathcal{F}$  пучок ростков  $(N, H, S)$ -сечений. Доказательство теоремы основано на следующих двух утверждениях:

а) Пусть  $\Omega \supset \bar{D}$  — с. п. о., как в конце п. 1. Тогда, если  $K \subset \bar{D}$  —  $\Omega$ -выпуклый компакт, то образ отображения ограничения  $H^0(\bar{D}, \mathcal{F}) \rightarrow H^0(K, \mathcal{F})$  плотен в окрестности единицы группы  $H^0(K, \mathcal{F})$ .

(<sup>0</sup>  $O^E$  — пучок (на  $\mathbb{C}^n$ ) ростков голоморфных  $E$ -значных функций. Для с. п. о. с гладкой границей это утверждение, по существу, получено в [11].

в) Пусть штейновы компакты  $K_i \subset \bar{D}$ ,  $i = 1, 2$ , таковы, что  $K_1 \cup K_2$  штейнов. Тогда каждый достаточно близкий к единице элемент  $f \in H^0(K_1 \cap K_2, \mathfrak{F})$  представим в виде  $f = f_1^{-1} \cdot f_2$ , где  $f_i \in H^0(K_i, \mathfrak{F})$ ,  $i = 1, 2$ .

Доказательство а) сводится с помощью экспоненциального отображения к случаю  $(N, H, C)$ -сечений расслоения  $A(\mathfrak{G})$  на алгебры Ли, ассоциированного с  $\mathfrak{G}$ . В случае  $C = H$  рассмотрим банахово пространство  $E$  всех непрерывных на  $H$  функций со значениями в  $A(\mathfrak{G})$ , исчезающих на  $N$ .  $G$  очевидным образом действует на  $E$ . Тем самым возникает ассоциированное с  $A(\mathfrak{G})$  расслоение  $\mathcal{E}$  со слоем  $E$ .  $(N, H, C)$ -сечения  $A(\mathfrak{G})$  канонически соответствуют элементам  $H^0(U, A^{\mathcal{E}})$ , и мы приходим к аппроксимационной теореме для векторных банаховых расслоений. Общий случай сводится к рассмотренному с помощью теоремы продолжения типа Титце—Урысона для функций со значениями в локально-выпуклых пространствах [12].

В доказательстве (b), как и выше, основным является случай  $C = H$ . Пусть  $D' \subset D$  — ограниченная область. Обозначим через  $H(D', \mathfrak{F})$  банахову аналитическую группу Ли всех непрерывных отображений из  $H$  в группу непрерывных на  $\bar{D}'$  голоморфных в  $D'$  сечений  $\mathfrak{G}$ , равных 1 на  $N$ . Моделью для этой группы служит пространство  $H(D', \mathcal{E})$  непрерывных в  $\bar{D}'$  голоморфных в  $D'$  сечений  $\mathcal{E}$ .

Пусть  $D_1, D_2$  — такие с. п. о. с кусочно-гладкой границей общего положения, что 1)  $D_{12} = D_1 \cap D_2$  и  $D_0 = D_1 \cup D_2$  имеют кусочно-гладкую границу общего положения; 2)  $D_0$  — с. п. о.; 3)  $\bar{D}_0 \setminus \bar{D}_1 \cap \bar{D}_0 \setminus \bar{D}_2 = \emptyset$ . Для доказательства в) достаточно установить сюръективность в окрестности единицы отображения  $\rho: H(D_1, \mathfrak{F}) \times H(D_2, \mathfrak{F}) \rightarrow H(D_{12}, \mathfrak{F})$ , где  $\rho(f_1, f_2) = f_1^{-1} \cdot f_2$ . Для этого достаточно вычислить касательное к  $\rho$  отображение и воспользоваться (2) вместе с точной последовательностью Майера — Вьеториса (ср. с доказательством леммы Картана в [13]).

5. З а м е ч а н и я. 1) Выше во всех результатах можно считать, что  $\partial D$  кусочного класса  $C^2$ .

2) Все результаты распространяются на случай с. п. о. с кусочно-гладкой границей общего положения на многообразиях Штейна.

3. Аналогично определению п. 0 могут быть введены голоморфные локально-ограниченные расслоения на  $D$ . Используя в полном объеме результаты [2], можно получить вариант нашей основной теоремы для таких расслоений.

ა. პანკოვი

არის საზღვარზე უწყვეტი ანალიზური ფიბრაციების შემახებ

რეზიუმე

ვთქვათ  $D$  მკაცრად ფსევდოამონუქილი არეა  $\mathbf{C}^n$  სივრცეში საერთო მდებარეობის უბან-უბან გლუვი საზღვრით, ხოლო  $\mathcal{G}$  არის ბანახის ლის ჯგუფის ფიბრაცია  $\bar{D}$  კომპაქტზე, რომელიც ჰოლომორფულია  $D$  არეში. ვთქვათ  $\mathcal{G}^c(\mathcal{G}^{ch})$  არის  $\mathcal{G}$  ფიბრაციის უწყვეტ კვეთათა წინაზარდების კონა (უწყვეტი და ჰოლომორფული  $D$  არის წერტილებში). მაშინ ბუნებრივი ასახვა  $H^1(\bar{D}, \mathcal{G}^{ch}) \rightarrow H^1(\bar{D}, \mathcal{G}^c)$  ბიექტორია. ეს არის გრაუერტის კარგად ცნობილი შედეგის ანალოგი.

MATHEMATICS

A. A. PANKOV

## ON ANALYTICAL FIBRATIONS CONTINUOUS ON THE BOUNDARY OF A DOMAIN

Summary

Let  $D$  be a domain with piecewise smooth strictly pseudoconvex boundary,  $\mathcal{G}$  be a holomorphic on  $D$  fibre bundle over  $D$  whose fibres are analytic Banach Lie groups. Let  $\mathcal{G}^c(\mathcal{G}^{ch})$  be the sheaf of germs of continuous (continuous and holomorphic in  $D$ ) cross sections in  $\mathcal{G}$ . Then the natural map  $H^1(D, \mathcal{G}^{ch}) \rightarrow H^1(D, \mathcal{G}^c)$  is bijective. This is an analogue of Grauert's well-known theorem.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. Л. Поляков. Матем. сб., 88, 1972, 238.
2. R. M. Range. I. T. Siu. Math. Ann., 206, 1973, 325.
3. Ю. Лайтерер. Сообщения АН ГССР, 78, № 3, 1975.
4. H. Grauert. Math. Ann., 135, 1958, 263.
5. H. Cartan. Symp. Int., Topol. Alg. Agosto 1956, Mexico. Mexico, 1958, 24.
6. L. Bungart. Topology, 7, 1968, 55.
7. A. Weil. Comm. Math. Helv., 26, 1952, 119.
8. Л. Хермандер. Введение в теорию функций нескольких комплексных переменных. М., 1968.
9. Р. Ганнинг, Х. Росси. Аналитические функции многих комплексных переменных. М., 1969.
10. B. Maissen. Acta Math., 108, 1962, 229.
11. J. Leiterer. Beiträge zur Analysis, Leipzig, 1974.
12. J. Dugundji. Pacif. J. Math., 1, 1951, 353.
13. A. Douady. Ann. Inst. Fourier, Grenoble, 16, 1966, 1.



О. Д. ЦЕРЕТЕЛИ

МЕТРИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МНОЖЕСТВА ФУНКЦИЙ,  
 СОПРЯЖЕННЫЕ ФУНКЦИИ КОТОРЫХ ИНТЕГРИРУЕМЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 13.11.1975)

Обозначим через  $M$  множество функций  $\psi: (0, \infty) \rightarrow [0, \infty)$ , удовлетворяющих следующим условиям:  $\psi$  непрерывна и не убывает на  $(0, \infty)$ ; функция  $t \rightarrow t^{-1}\psi(t)$ ,  $t \in (0, \infty)$ , монотонна в некоторой окрестности (зависящей от  $\psi$ ) бесконечности;

$$\int_0^u \frac{\psi(t)}{t} dt = O(\psi(u)), u \rightarrow \infty;$$

существует такое  $\alpha$ ,  $1 < \alpha < 2$  (зависящее от  $\psi$ ), что

$$\int_u^\infty \frac{\psi(t)}{t^{\alpha+1}} dt = O\left(\frac{\psi(u)}{u^\alpha}\right), u \rightarrow \infty.$$

Через  $\psi(L)$  будет обозначаться класс измеримых по Борелю  $2\pi$ -периодических действительных конечных функций  $f$ , удовлетворяющих условию

$$\int_0^{2\pi} \psi v |f| dx < \infty.$$

Если  $f \in L$ , то сопряженная функция  $\tilde{f}$ , которая почти для всех  $x$  определяется с помощью интеграла

$$\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \text{ctg} \frac{x-t}{2} f(t) dt,$$

понимаемого в смысле главного значения при  $t=x$  (см. [1], стр. 214), также будет считаться конечной.

Если  $F \in H^p$ ,  $p > 0$  ( $H^p$ -класс Харди функций, аналитических в круге  $|z| < 1$ , см. [1], гл. VII), то через  $\tilde{F}$  будем обозначать конечную борелевскую  $2\pi$ -периодическую функцию, удовлетворяющую условию  $\tilde{F}(x) = \lim_{r \rightarrow 1} F(re^{ix})$  почти всюду.

Через  ${}_t f$ , где  $t > 0$ , а  $f$  — комплексная функция, будем обозначать функцию, определенную следующим образом:  ${}_t f(x) = f(x)$  при  $|f(x)| \leq t$  и  ${}_t f(x) = 0$  при  $|f(x)| > t$ .  ${}^t f = f - {}_t f$ .

Справедливы следующие теоремы.

Теорема 1. Пусть  $\psi \in M$  и  $F \in H^p$ ,  $p > 0$ ,  $F(0) = 0$ . Тогда

$$\int_0^{\infty} \lg \left( 1 + t^{-1} \left| \int_0^{2\pi} {}_t \tilde{F}(x) dx \right| \right) d\psi(t) \leq A \int_0^{2\pi} \psi \circ |\tilde{F}|(x) dx + B,$$

где константы  $A$  и  $B$  зависят лишь от  $\psi$ .

Замечание. Если  $\psi(t) = t$ ,  $t > 0$ , то  $B$  можно положить равным нулю.

Теорема 2. Пусть  $\psi \in M$  и  $f$  — монотонная на открытом интервале  $(0, 2\pi)$  функция из класса  $L \cap \psi(L)$ . Тогда  $\tilde{f} \in \psi(L)$  тогда и только тогда, когда  $f \in Z(\psi)$ , где

$$Z(\psi) = \left\{ f : f \in L, \int_0^{\infty} \frac{d\psi(t)}{t} \left| \int_0^{2\pi} {}_t f(x) dx \right| < \infty \right\}.$$

В случае, когда  $t^{-1}\psi(t) \uparrow$ , эта теорема доказана в [2, 3].

Следствие. Пусть  $\psi \in M$  и  $f \in L \cap \psi(L)$ . Тогда если  $\tilde{f} \in \psi(L)$ , то и  $\tilde{f}_* \in \psi(L)$ , где  $f_*$  — не возрастающая на  $(0, 2\pi)$  функция, равноизмеримая на  $(0, 2\pi)$  функции  $f$ .

Утверждение а) следующей теоремы также является следствием теорем 1 и 2.

Теорема 3. Пусть  $\psi \in M$  и  $f \in L \cap \psi(L)$ . Тогда:

а) для того чтобы в классе функций, равноизмеримых на  $(0, 2\pi)$  функции  $f$ , существовала такая функция  $f_0$ , что  $\tilde{f}_0 \in \psi(L)$ , необходимо и достаточно, чтобы  $f \in Z(\psi)$ ;

б) для того чтобы  $\tilde{f}_0 \in \psi(L)$  для любой функции  $f_0$ , равноизмеримой на  $(0, 2\pi)$  функции  $f$ , необходимо и достаточно, чтобы  $f \in L\varphi(L)$ , где

$$\varphi(u) = \begin{cases} \int_0^u \frac{d\psi(t)}{t} & \text{при } u > 1, \\ 1 & \text{при } 0 < u \leq 1. \end{cases}$$

По поводу утверждения б) см. [4, 5] и [6], § 3.

Таким образом, теорема 3 полностью решает задачу метрической характеристики множества

$$P(\psi) = \{f : f \in L \cap \psi(L), \tilde{f} \in \psi(L)\}$$

(о задаче метрической характеристики множества см., например, [6], § 3; там же указаны ранние результаты).

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

(Поступило 14.11.1975)

ო. წერეთელი

ინტეგრებადი შეუღლებული ფუნქციების მქონე ფუნქციათა  
სიმრავლის მეტრიკული დახასიათება

რეზიუმე

ნაშრომის ძირითადი შედეგია შემდეგი თეორემა. ვთქვათ,  $f \in L(0, 2\pi)$ . იმისათვის, რომ  $f$  ფუნქციის ტოლადზომად ფუნქციათა კლასში არსებობდეს ერთი ისეთი ფუნქცია მაინც, რომლის შეუღლებული ფუნქცია ინტეგრებადია  $(0, 2\pi)$  ინტერვალზე, აუცილებელია და საკმარისი, რომ

$$\int_1^{\infty} \frac{dt}{t} \left| \int_0^{2\pi} {}'f(x) dx \right| < \infty,$$

სადაც  $'f(x) = f(x)$ , როცა  $|f(x)| > t$  და  $'f(x) = 0$ , როცა  $|f(x)| \leq t$ . ეს თეორემა ავტორის მიერ ადრე დამტკიცებულ თეორემასთან ერთად (იხ. [4]) სრულად ხსნის ფუნქციათა იმ სიმრავლის მეტრიკულ დახასიათების ამოცანას, რომელთა შეუღლებული ფუნქციები ინტეგრებადია (იხ. [6], § 3).

MATHEMATICS

O. D. CERETELI

## THE METRIC CHARACTERISTIC OF THE SET OF FUNCTIONS WHOSE CONJUGATE FUNCTIONS ARE INTEGRABLE

Summary

The main theorem of this paper is the following: Let  $f \in L(0, 2\pi)$ . The class of functions which are equimeasurable on  $(0, 2\pi)$  with  $f$ , contains a function whose conjugate is integrable iff the condition

$$\int_1^{\infty} \frac{dt}{t} \left| \int_0^{2\pi} {}'f(x) dx \right| < \infty$$

is held, where  $'f(x) = f(x)$  when  $|f(x)| > t$  and  $'f(x) = 0$  when  $|f(x)| \leq t$ .

This theorem, along with the one proved by the author in [4], completely solves the problem of metric characteristic of the set of functions whose conjugate functions are integrable (see [6], § 3).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Зигмунд. Тригонометрические ряды, т. 1, М., 1965.
2. О. Д. Церетели. Труды Тбилисского матем. ин-та АН ГССР, 34, 1968, 155—159.
3. О. Д. Церетели. Труды Тбилисского матем. ин-та АН ГССР, 43, 1973, 149—168.
4. О. Д. Церетели. Сообщения АН ГССР, 32, № 2, 1966, 265—267.
5. О. Д. Церетели. Труды Тбилисского матем. ин-та АН ГССР, 38, 1970, 85—91.
6. О. Д. Церетели. Современные проблемы математики, т. 7, М., 1975. 18—57.



УДК

МАТЕМАТИКА

Л. Г. ГВАНЦЕЛАДЗЕ

ОБ АСИМПТОТИЧЕСКОМ ПОВЕДЕНИИ МОЩНОСТИ  
 КРИТЕРИЕВ ТИПА ХИ-КВАДРАТ

(Представлено академиком И. Н. Векуа 27.10.1975)

Пусть

$$x_1, \dots, x_n \tag{1}$$

— независимые наблюдения над случайной величиной  $X$  с функцией распределения (ф. р.)  $F(x)$ , относительно которой нужно проверить гипотезу

$$H_0: F(x) = F(x, \theta), \quad \theta \in \Theta \subset R^s, \tag{2}$$

где  $F(x, \theta)$ ,  $\theta \in \Theta$  — заданное семейство ф. р.

Классическим критерием согласия для проверки гипотезы (2) является критерий ХИ-квадрат, который строится следующим образом: область значений случайной величины  $X$  точками  $a_1, \dots, a_{k-1}$  разбивается на  $k$  непересекающихся интервалов и подсчитываются величины  $\nu_1, \dots, \nu_k$ , где  $\nu_i$  — число наблюдений из (1), попавших в интервал  $(a_{i-1}, a_i]$  (при этом  $a_0 = -\infty$ ,  $a_k = \infty$ ).

Пусть  $p_i(\theta) = F(a_i, \theta) - F(a_{i-1}, \theta)$ ,  $i = \overline{1, k}$ .

Статистика критерия ХИ-квадрат имеет вид

$$X_n^2(\theta_n) = \sum_{i=1}^k \frac{(\nu_i - np_i(\theta_n))^2}{np_i(\theta_n)}, \tag{3}$$

где  $\theta_n$  — некоторая оценка параметра  $\theta$ .

Предельное распределение  $X_n^2(\theta_n)$  при  $n \rightarrow \infty$  зависит от выбора  $\theta_n$ .

Если в качестве  $\theta_n$  берется оценка максимального правдоподобия  $\overline{\theta}_n$ , основанная на группированных данных, так называемая мультиномиальная оценка максимального правдоподобия (м. о. м. п.), то статистика  $X_n^2(\overline{\theta}_n)$  имеет в пределе при  $n \rightarrow \infty$   $\chi^2$ -распределение с  $(k - s - 1)$  степенями свободы [1]. В качестве  $\theta_n$  часто используют  $\widehat{\theta}_n$ -оценку максимального правдоподобия (о. м. п.), вычисленную по выборке (1). Чернов и Леман [2] показали, что в этом случае статистика  $X_n^2(\widehat{\theta}_n)$  распределена в пределе при  $n \rightarrow \infty$  как сумма

$$\chi_{k-s-1}^2 + \sum_{j=1}^s \lambda_j \xi_j^2, \tag{4}$$

где  $\chi_{k-s-1}^2$ ,  $\xi_1, \dots, \xi_s$  независимы в совокупности,  $\chi_{k-s-1}^2$  имеет  $\chi^2$ -распределение с  $(k - s - 1)$  степенями свободы,  $\xi_j$  нормальны  $(0, 1)$ , а числа  $\lambda_j$  находятся между 0 и 1 и зависят от неизвестного параметра.

Д. М. Чибисовым [3] изучались мощности критериев  $X_n^2(\bar{\theta}_n)$  и  $X_n^2(\bar{\theta}_n)$  при альтернативе  $F(x, \theta, \eta)$ , где  $F(x, \theta, \eta)$ ,  $\eta \in R^1$  — некоторое семейство ф. р., такое, что  $F(x, \theta, 0) = F(x, \theta)$ .

Целью настоящей статьи является сравнение асимптотических мощностей критериев  $X_n^2(\bar{\theta}_n)$  и  $X_n^2(\bar{\theta}_n)$  при возрастании числа интервалов  $k$ .

Пусть  $F(x, \theta)$ ,  $\theta = (\theta_1, \dots, \theta_s)' \in \Theta \subset R^s$  (штрих обозначает транспонирование) — семейство ф. р. и  $X_1, \dots, X_n$  — независимые одинаково распределенные случайные величины с ф. р.  $F(x, \theta, \eta)$ , пусть  $M_i$  — знак математического ожидания, отвечающего этому предположению. Обозначим  $p_i = p_i(\theta_0)$ .

Можно рассматривать и такое разбиение, где границы интервалов определяются по заранее заданным значениям  $p_i$ . Статистики, соответствующие этим различным статистическим процедурам, асимптотически эквивалентны [3, 4].

Предположим, что

I.  $\theta_0$  — внутренняя точка  $\Theta$ .

II.  $F(x, \theta)$  — строго монотонная функция, имеющая плотность  $f(x, \theta)$ , при этом  $F(x, \theta)$  и  $f(x, \theta)$  дифференцируемы по  $\theta$  в точке  $\theta = \theta_0$  и

$$\left. \frac{\partial F(x, \theta)}{\partial \theta_j} \right|_{\theta=\theta_0} = \int_{-\infty}^x \left. \frac{\partial f(y, \theta)}{\partial \theta_j} \right|_{\theta=\theta_0} dy.$$

Для удобства записи введем обозначение

$$h_j(x) = \left. \frac{\partial \log f(x, \theta)}{\partial \theta_j} \right|_{\theta=\theta_0}, \quad j = \overline{1, s}.$$

III. Матрица  $B = \|b_{ij}\|$  порядка  $k \times s$  с элементами

$$b_{ij} = p_i^{-1/2} \left. \frac{\partial p_i(\theta)}{\partial \theta_j} \right|_{\theta=\theta_0}, \quad i = \overline{1, k}, \quad j = \overline{1, s}$$

имеет ранг  $s$ .

IV. Информационная матрица  $J^* = \|J_{il}^*\|$ , где

$$J_{il}^* = M(h_i(X_1) \cdot h_l(X_1)), \quad i, l = \overline{1, s}$$

конечна и положительно определена

Известно [3], что если  $F(x, \theta, \eta)$  удовлетворяет некоторым условиям регулярности, то при  $\eta = n^{-1/2} t$  статистика  $X_n^2(\bar{\theta}_n)$  в пределе распределена как величина  $\chi_{k-s-1}^2(t^2 \|d\|^2)$ , т. е. имеет нецентральное  $\chi^2$ -распределение с  $(k-s-1)$  степенями свободы и параметром нецентральности  $t^2 \|d\|^2$ , где

$$d = (I_k - B(B'B)^{-1}B')m, \quad (5)$$

$$m = (m_i)_1^k, \quad m_i = p_i^{-1/2} \int_{a_{i-1}}^{a_i} g(x) f(x, \theta_0) dx \quad (6)$$

$I_k$  — единичная матрица порядка  $k \times k$ ,  $g(x) = \left. \frac{\partial \log f(x, \theta_0, \eta)}{\partial \eta} \right|_{\eta=0}$ .

В тех же условиях предельное распределение статистики  $X_n^2(\widehat{\theta}_n)$  совпадает с распределением суммы

$$\chi_{k-s-1}^2(t^2 \|d\|^2) + \sum_{j=1}^s \lambda_j (\xi_j - t \mu_j)^2,$$

где  $\xi_j$  и  $\lambda_j$  те же самые, что и в (4). Распределение второго слагаемого совпадает с распределением  $\|U_t\|^2$  - квадрата нормы вектора  $U_t$ , имеющего нормальное распределение с математическим ожиданием

$$M_t U_t = tB[(B'B)^{-1} B'm - D\omega], \quad (7)$$

где  $D = (J^*)^{-1}$ ,

$$\omega = (\omega_j)_i^s, \quad \omega_j = M(h_j(X) g(X)) = \int h_j(x) g(x) f(x, \theta_0) dx,$$

и матрицей ковариации  $B[(B'B)^{-1} - D]B'$ .

С помощью следующей леммы могут быть уточнены параметр нецентральности (5) и математическое ожидание (7):

**Лемма.** Пусть имеют место предположения I—IV и, кроме того,

$$g(x) = \sum_{j=1}^s r_j h_j(x),$$

тогда  $m = Br$  и  $\omega = J^*r$ , где  $r$  — вектор-столбец  $r = (r_j)_i^s$ .

**Следствие.** В условиях леммы  $M_t U_t$  и  $d$  равны нулю.

В общем случае  $M_t U_t$  и  $d$  можно записать в виде

$$M_t U_t = tB(B'B)^{-1} B'm_1, \quad d = (I_k - B(B'B)^{-1} B')m_1,$$

где вектор  $m_1$  выражается формулой (6) с заменой  $g(x)$  на

$$g_1(x) = g(x) - \sum_{j=1}^s r_j h_j(x),$$

причем  $r_1, \dots, r_s$  таковы, что выполнено условие

$$\int h_j(x) g_1(x) f(x, \theta_0) dx = 0.$$

Асимптотические свойства мощности критериев  $X_n^2(\widehat{\theta}_n)$  и  $X_n^2(\widehat{\theta}_n)$  при  $k \rightarrow \infty$  характеризуются следующими теоремами:

**Теорема 1.** Пусть имеют место предположения I—IV и, кроме того,

$$\int g^2(x) dF < \infty \text{ и } \int h_j(x) g(x) f(x, \theta_0) dx = 0.$$

Тогда  $B'm \rightarrow 0$  при  $k \rightarrow \infty$ .

**Теорема 2.** Если выполнены предположения I—IV, то  $B'B \rightarrow J^*$  при  $k \rightarrow \infty$ .

**Следствие.** В предположениях теоремы 2 числа  $\lambda_j \rightarrow 0$  при  $k \rightarrow \infty$ . Этот факт без доказательства был высказан Ватсоном [5].

При условиях I—IV в силу этого следствия справедливы следующие предложения:

1.  $M_i U_i \rightarrow 0$  при  $k \rightarrow \infty$ .

2. Статистики  $X_n^2(\bar{\theta}_n)$ , и  $X_n^2(\hat{\theta}_n)$  при  $k \rightarrow \infty$  эквивалентны в том смысле, что если  $\alpha_n$ ,  $\beta_n$  и  $\alpha'_n$ ,  $\beta'_n$  — вероятность ошибки первого рода и мощность критериев  $X_n^2(\bar{\theta}_n)$  и  $X_n^2(\hat{\theta}_n)$  соответственно, то

$$\alpha'_n - \alpha_n \rightarrow 0 \text{ и } \beta'_n - \beta_n \rightarrow 0 \text{ при } k \rightarrow \infty.$$

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт экономики и права

(Поступило 14.11.1975)

მათემატიკა

ლ. გვანცელადე

ხი-კვადრატის ტიპის კრიტერიუმების სიმპლავრის ასიმპტოტური  
 ტიპის შესახებ

რეზიუმე

განაწილების ფუნქციის მოცემული პარამეტრული ოჯახისადმი მიკუთვნების შესახებ ჰიპოთეზის შემოწმების ამოცანაში განიხილება პირსონის ნი-კვადრატ სტატისტიკის ორი ვარიანტი, რომლებიც შეიცავენ უცნობი პარამეტრის მულტინომიალურ და ჩვეულებრივ მაქსიმალური დასაჯერობის შეფასებებს.

შტკიცდება, რომ როგორც ნულოვანი ჰიპოთეზის, ისე ახლომდგომი ალტერნატივებისათვისაც ამ სტატისტიკების ასიმპტოტური განაწილებანი უახლოვებიან ერთმანეთს დაყოფის ინტერვალების რაოდენობის ზრდასთან ერთად.

MATHEMATICS

L. G. GVANTSELADZE

## ON THE ASYMPTOTIC BEHAVIOUR OF THE POWER OF CHI-SQUARE TYPE TESTS

Summary

In the problem of testing the hypothesis that a distribution function belongs to a specified parametric family of continuous distribution functions two versions of the Pearson chi-square test statistic containing multinomial and usual maximum likelihood estimates are considered.

It is proved that both under the null hypothesis and under local alternatives their asymptotic distributions approach each other when the number of class-intervals increases.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Крамер. Математические методы статистики М., 1948.
2. Н. Chernoff, E. L. Lehmann. Ann. Math. Stat., 25, № 3, 1954, 579—586.
3. Д. М. Чибисов. Теория вероят. и ее примен., XVI, I, 1971, 3—20.
4. М. Дж. Кендалл, А. Стьюарт. Статистические выводы и связи, М., 1973.
5. G. S. Watson. J. Roy. Stat. Soc., B 20, № 1, 1958, 44-61.

НГУЕН ЧЫОНГ КУЭ

## ОБ ОДНОЙ ГРАНИЧНОЙ ЗАДАЧЕ ТЕОРИИ АНАЛИТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯХ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 21.7.1975)

Первый пункт настоящей статьи является дополнением к [1]; кроме того, здесь даются применения результатов [1].

1°. В упомянутой статье была рассмотрена система сингулярных интегральных уравнений с непрерывными коэффициентами.

Рассмотрим теперь случай, когда в уравнении (4) из [1] коэффициенты  $K^{(\gamma)}(t_0, t)$  имеют вид

$$K^{(\gamma)}(t_0, t) = K^{(\gamma)}(t_0)K^{(\gamma)}(t_0, t) + K^{(\gamma)}(t_0, t), \quad \gamma = 1, 2, 3.$$

Предположим, что коэффициенты  $K^{(\gamma)}(t_0, t)$ ,  $K^{(\gamma)}(t_0, t)$  ( $\gamma = 1, 2, 3$ ),  $A(t)$ ,  $B(t)$  удовлетворяют тем же условиям, что в [1], а  $K^{(\gamma)}(t_0)$  и ее производные до 3-го порядка принадлежат классу  $H_0$ . Точки разрыва первого рода матрицы  $K^{(\gamma)}(t_0)$  обозначим через  $c_1, \dots, c_p$ .

Произведя замену по формуле (8) упомянутой статьи, опять получим уравнение (9), однако на сей раз точки  $c_1, \dots, c_p$  будут точками разрыва.

Предположим, что уравнение (9) нормального типа, точки разрыва являются неособенными точками и решение будем искать в классе  $h(c_1, \dots, c_p)$ .

Необходимым и достаточным условием разрешимости будет

$$\int_L b(t) \varphi^{(\alpha)}(t) dt = 0, \quad \text{где } \varphi^{(\alpha)}(t) (\alpha = 1, \dots, l) \text{ — полная система линейно-независимых}$$

решений системы союзного однородного уравнения  $\Lambda \varphi = 0$  класса  $h_0$ .

Индекс уравнения (9) вычисляется по формуле, данной в книге Н. П. Векуа [2], § 18, формула (18.50).

Решения класса  $h(c_1, \dots, c_p)$  этого уравнения принадлежат классу  $H$ , а их производные — классу  $H^*$ , если ни одно из чисел  $\operatorname{Re} \rho_{kj}$  ( $k = 1, \dots, p$ ;  $j = 1, \dots, n$ ) не совпадает с целым числом, где  $2\pi \rho_{kj} = \ln \lambda_{kj}$ ,  $\lambda_{kj}$  — корни уравнения  $\det [Q^{-1}(c_k + 0)Q(c_k - 0) - \lambda E] = 0$ ,  $Q(t) = S^{-1}(t)D(t)$ ,  $E$  — единичная матрица, (см. [2—4]).

2°. Приложение к основным плоским задачам теории упругости.

Эти задачи, как известно, хорошо изучены (см. [4—6]). Здесь мы предлагаем способ исследования этих задач, основанный на применении результатов [1] и предыдущего пункта.



Пусть  $S$  — конечная односвязная область на плоскости комплексной переменной  $z$ , ограниченная простым замкнутым достаточно гладким контуром  $L$ . Будем считать, что точка  $z=0$  принадлежит  $S$ .

Граничное условие основных задач плоской теории упругости запишется так [5]:

$$K(t)f_1(t) + \overline{if_1'(t)} + \overline{f_2(t)} = h(t) + C(t), \quad t \in L. \quad (1)$$

В случае смешанной задачи граница  $L$  разделена на  $2p$  дуг  $l_k$  с концами  $a_k, a_{k+1}$  ( $k=1, \dots, 2p; a_{2p+1}=a_1$ ), расположенными последовательно при обходе  $L$  в положительном направлении.

$$\text{Введем обозначения } L' = \sum_{k=1}^p l_{2k-1}; \quad L'' = \sum_{k=1}^p l_{2k}.$$

Пусть на  $L'$  задаются внешние напряжения, а на  $L''$  — смещения;  $K(t) = 1, t \in L', K(t) = -\alpha, t \in L''; C(t) = 0, t \in L'', C(t) = C_k, t \in l_{2k-1}, C_k$  — искомые постоянные;  $h(t)$  — известная функция;  $f_1(z), f_2(z)$  — искомые голоморфные в области  $S$  функции; в случае первой и второй задач  $f_1(z) H_1$ -голоморфна, а  $f_2(z) H_0$ -голоморфна, в случае смешанной задачи  $f_1(z) H_1^*$ -голоморфна,  $f_2(z) H_0^*$ -голоморфна [2, 4, 7].

На основании интегрального представления, приведенного в [1], будем разыскивать решение задачи (1) в виде

$$f_1(z) = \int_L \varphi_1(t) \ln \left( 1 - \frac{z}{t} \right) ds + \int_L \varphi_1(t) ds + i \int_L \varphi_1(t) ds,$$

$$f_2(z) = \int_L \varphi_2(t) \frac{tds}{t-z}, \quad (2)$$

где  $\varphi_k(t)$  ( $k=1, 2$ ) — искомая действительная функция класса  $H$  в случае первой и второй основных задач;  $\varphi_k(t)$  принадлежит классу  $H^*$  в случае смешанной задачи; мы считаем, что  $\text{Im} f_2(0) = 0, \text{Re} f_1(0) = \text{Im} f_1(0)$ .

Подставляя граничные значения функций  $f_1(z), f_2(z)$  в (1), получаем систему сингулярных интегральных уравнений вида

$$\Delta \varphi \equiv A(t_0) \varphi(t_0) + \frac{B(t_0)}{\pi i} \int_L \frac{\varphi(t) dt}{t-t_0} + \frac{1}{2\pi i} \int_L K^{(1)}(t_0, t) \varphi(t) \ln \left( 1 - \frac{t_0}{t} \right) dt +$$

$$+ \frac{1}{2\pi i} \int_L K^{(2)}(t_0, t) \varphi(t) \ln \left( 1 - \frac{t}{t_0} \right) dt + \int_L K^{(3)}(t_0, t) \varphi(t) dt =$$

$$= b(t_0) + g(t_0), \quad (3)$$

$$b(t) = (b_1(t), -b_2(t)), \quad g(t) = (\text{Re} C(t), -\text{Im} C(t)).$$

Коэффициенты  $K^{(\gamma)}(t_0, t)$  ( $\gamma=1, 2, 3$ ) имеют вид  $K^{(\gamma)}(t_0, t) = K(t_0) K^{(\gamma)}(t_0, t) + K^{(\gamma)}(t_0, t)$  ( $\gamma=1, 2, 3$ );  $K^{(1)}(t_0, t), K^{(2)}(t_0, t)$  — вполне определенные матрицы; если  $t^{(h)}(s) \in H, k \geq 2$  ( $t = t(s)$ ) — параметричес-



кое уравнение контура  $L$ ), тогда производные порядка  $k-2$  от элементов этих матриц удвоятся условию  $H$  [4].

Рассмотрим суммарные матрицы  $S(t) = A(t) + B(t)$ ;  $D(t) = A(t) - B(t)$ ; имеем  $\det S(t) = \det D(t) = 0$ , ранги матриц  $S(t)$  и  $D(t)$  равны 1.

Используя схему, приведенную в работе [8] (см. также [1]), преобразуем уравнение (3).

Применяя подстановку по формуле (8) работы [1] в уравнении (3), получаем систему сингулярных интегральных уравнений вида

$$\alpha(t_0)\mu(t_0) + \frac{\beta(t_0)}{\pi i} \int_L \frac{\mu(t) dt}{t-t_0} + \frac{1}{2\pi i} \int_L K_1(t_0, t)\mu(t) \ln\left(1 - \frac{t_0}{t}\right) dt + \\ + \frac{1}{2\pi i} \int_L K_2(t_0, t)\mu(t) \ln\left(1 - \frac{t}{t_0}\right) dt + \int_L K_3(t_0, t)\mu(t) dt = b(t_0) + g(t_0), \quad (4)$$

$$\alpha(t) + \beta(t) = \pi \bar{t}' \left\| \begin{array}{l} -i\bar{t} \quad i(t - K\bar{t}^{-1}t^2) \\ -\bar{t} \quad (t + K\bar{t}^{-1}t^2) \end{array} \right\|; \quad \alpha(t) - \beta(t) = \pi t' \left\| \begin{array}{l} it \quad -i(\bar{t} - K\bar{t}'^2\bar{t}) \\ -t \quad (\bar{t} + K\bar{t}'^2\bar{t}) \end{array} \right\|,$$

$K_\gamma(t_0, t)$  ( $\gamma = 1, 2, 3$ ) — вполне определенные матрицы, которые выражаются через матрицы  $K^{(\nu)}(t_0, t)$  ( $\nu = 1, 2, 3$ ),  $A(t)$ ,  $B(t)$ .

Полученная система уравнений (4) является системой уравнений нормального типа.

3°. В этом пункте мы отдельно рассмотрим первую, вторую и смешанную основные задачи теории упругости (ср. [5, 6, 9]).

Индекс уравнения в случае первой и второй задач равен нулю.

Для второй основной задачи можно доказать, что система уравнений (3) разрешима при любой правой части.

Для первой основной задачи союзное однородное уравнение имеет одно линейно-независимое решение: как легко убедиться, это решение можно взять в виде  $\psi(t) = [(1 + \bar{t}'^2), i(1 - \bar{t}'^2)]$ ; нетрудно доказать,

что условие разрешимости уравнения (3)  $\int_L b(t)\psi(t) dt = 0$  является условием равенства нулю главного момента внешних сил.

Рассмотрим теперь смешанную задачу. Коэффициенты уравнения (3) удовлетворяют всем условиям, приведенным в первом пункте. Точки  $a_k$  ( $k = 1, \dots, 2p$ ) теперь являются точками разрыва первого рода функции  $K(t_0)$ . Эти точки также будут точками разрыва системы уравнений нормального типа (4). Они являются неособенными.

Если предположить, что функция  $t = t(s)$  имеет производные 3-го порядка класса  $H$ , а вектор  $b(t)$  имеет первую производную класса  $H$ , то решения класса  $h(a_1, \dots, a_{2p})$  принадлежат классу  $H$ , а их производные — классу  $H^*$ .

Индекс класса  $h(a_1, \dots, a_{2p})$  равен  $-2p$ .

Условие разрешимости в классе  $h(a_1, \dots, a_{2p})$  принимает вид

$$\int_L [b(t) - g(t)] \phi^{(\alpha)}(t) ds = 0, \quad \alpha = 1, \dots, 2p.$$

Из этого условия получаем систему уравнений, которая всегда однозначно разрешима относительно постоянных  $C_k$  ( $k = 1, \dots, p$ ).

Тбилисский государственный университет

(Поступило 25.7.1975)

მათემატიკა

გაუთხ მონა კუე

ანალიზურ ფუნქციათა თეორიის ერთი სასაზღვრო ამოცანისა და  
 მის გამოყენებათა შესახებ

რეზიუმე

ნაშრომში შევსებულია ავტორის წინა სტატია (საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. 79, № 2, 1975) და მოცემულია მიღებული შედეგების გამოყენება დრეკადობის ბრტყელ თეორიაში.

MATHEMATICS

NGUEN CHON QUE

ON A BOUNDARY VALUE PROBLEM OF THE THEORY OF  
 ANALYTICAL FUNCTIONS AND ITS APPLICATIONS

Summary

The results of the author's previous article (*Bull. Acad. Sci. Georgian SSR*, Vol. 79, N. 2, 1975) are supplemented for the case of the problem with discontinuous coefficients, and applications of the obtained results in the plane theory of elasticity are given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Нгуен Чыонг Куэ. Сообщения АН ГССР, 79, № 2, 1975.
2. Н. П. Векуа. Системы сингулярных интегральных уравнений. М., 1970.
3. Г. Ф. Манджавидзе. Труды Тбилисского матем. ин-та, т. XXXV, 1969.
4. Н. И. Muskhelishvili. Сингулярные интегральные уравнения. М., 1968.
5. Н. И. Muskhelishvili. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М., 1966.
6. Д. И. Шерман. ДАН СССР, т. 27, № 1, 1940.
7. И. Н. Векуа. Труды Тбилисского матем. ин-та, т. XI, 1942.
8. Н. Е. Товмасян. Дифференциальные уравнения, т. III, № 1, 1967.
9. А. В. Бицадзе. ДАН СССР, т. 204, № 5, 1972.



И. А. СХИРТЛАДЗЕ

ТЕОРЕМА САЛЕМА ДЛЯ КРАТНЫХ ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИХ РЯДОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Г. Челидзе 1.7.1975)

Теорема, которая доказывается в настоящей статье, является аналогом теоремы Салема ([1], стр. 753) для кратных тригонометрических рядов.

Хорошо известно, что в теории тригонометрических рядов определяются множества типа  $N$  и  $N^*$ .

Определение. Множество  $E \subset R^n$ , где  $R^n$  —  $n$ -мерное вещественное пространство, называется множеством типа  $N$ , если существует  $n$ -кратный тригонометрический ряд, который абсолютно сходится на  $E$ , а ряд

$$\sum_{m_1, m_2, \dots, m_n} |a_{m_1, m_2, \dots, m_n}^{(1)}| + |a_{m_1, m_2, \dots, m_n}^{(2)}| + \dots + |a_{m_1, m_2, \dots, m_n}^{(2^n)}|$$

из абсолютных величин ее коэффициентов расходится.

Если ряд состоит из синусов, то множество  $E$  называется множеством типа  $N^*$ .

Ясно, что если множество типа  $N^*$ , то оно является и множеством типа  $N$ .

Салем показал, что в одномерном случае верно и обратное, т. е. если множество является множеством типа  $N$ , то оно является и множеством типа  $N^*$ . Если  $n \geq 2$ , то эти два понятия неэквивалентны [2].

Естественно ставится вопрос о нахождении тех дополнительных условий, которые гарантируют совпадение этих двух понятий в случае  $n \geq 2$ .

Теорема доказывается в случае  $n=2$ , но формулируется и для  $n>2$ .

Рассмотрим множества  $\Delta_x^a = [0, \varepsilon)_x$  и  $\Delta_y^b = [0, \delta)_y$ , представляющие собой открытые справа полусегменты на координатных осях  $Ox$  и  $Oy$  соответственно для произвольных  $\varepsilon > 0$  и  $\delta > 0$ . Кроме того, обозначим через  $\Delta_x^a(\varepsilon)$  и  $\Delta_y^b(\delta)$  образы полусегментов  $\Delta_x^a$  и  $\Delta_y^b$  при преобразовании плоскости, определяемой параллельным переносом начала координат в точку  $(a, b)$ .

Справедлива

Лемма 1. Пусть для множества  $E$  типа  $N$ , содержащего начало ко-

ординат, имеет место  $\Delta_x^\varepsilon \subset E$ ,  $\Delta_y^\delta \subset E$  для некоторых  $\varepsilon > 0$ ,  $\delta > 0$ . Тогда  $E$  является множеством типа  $N^*$ .

Доказательство. Так как множество  $E$  является множеством типа  $N$ , то существует двойной тригонометрический ряд

$$\sum_{m_1, m_2} a_{m_1, m_2} \sin m_1 x \sin m_2 y + b_{m_1, m_2} \sin m_1 x \cos m_2 y + \\ + c_{m_1, m_2} \cos m_1 x \sin m_2 y + d_{m_1, m_2} \cos m_1 x \cos m_2 y,$$

который абсолютно сходится на  $E$ , а ряд

$$\sum_{m_1, m_2} |a_{m_1, m_2}| + |b_{m_1, m_2}| + |c_{m_1, m_2}| + |d_{m_1, m_2}|$$

расходится.

Согласно условию леммы 1, начало координат принадлежит множеству  $E$ , вследствие чего ряд  $\sum_{m_1, m_2} |d_{m_1, m_2}|$  сходится. Множество  $E$

содержит также точки вида  $(x, 0)$  и  $(0, y)$ . Отсюда можно заключить, что

ряды  $\sum_{m_1, m_2} |b_{m_1, m_2} \sin m_1 x + d_{m_1, m_2} \cos m_2 x|$ ,  $\sum_{m_1, m_2} |c_{m_1, m_2} \sin m_1 y +$

$+ d_{m_1, m_2} \cos m_2 y|$  сходятся на множестве положительной линейной меры, и на основе теоремы Даянжуа — Лузина ([1], стр. 173) утверждаем, что

ряды  $\sum_{m_1, m_2} |b_{m_1, m_2}|$ ,  $\sum_{m_1, m_2} |c_{m_1, m_2}|$  сходятся. Это означает, что

$\sum_{m_1, m_2} |a_{m_1, m_2}| = \infty$  и (учитывая, что ряд  $\sum_{m_1, m_2} |a_{m_1, m_2} \sin m_1 x \sin m_2 y| < \infty$ )

множество  $E$  является множеством типа  $N^*$ .

Лемма 2. Если  $E$  — множество типа  $N$ , то при параллельном переносе в точку  $(a, b)$  получим снова множество типа  $N$ .

Действительно, пусть

$$\sum_{m_1, m_2} a_{m_1, m_2} \sin m_1 x \sin m_2 y + b_{m_1, m_2} \sin m_1 x \sin m_2 y + \\ + c_{m_1, m_2} \cos m_1 x \sin m_2 y + d_{m_1, m_2} \cos m_1 x \cos m_2 y$$

— двойной тригонометрический ряд, сходящийся абсолютно на  $E$ , но такой, что ряд  $\sum_{m_1, m_2} |a_{m_1, m_2}| + |b_{m_1, m_2}| + |c_{m_1, m_2}| + |d_{m_1, m_2}|$  расходится.

Обозначим через  $M$  множество тех  $t = x - a$ ,  $u = y - b$ , для которых  $(x, y) \in E$ . Тогда ряд

$$\sum_{m_1, m_2} a_{m_1, m_2} \sin m_1 (t + a) \sin m_2 (u + b) + b_{m_1, m_2} \sin m_1 (t + a) \cos m_2 (u + b) +$$



$$+ c_{m_1, m_2} \cos m_1(t+a) \sin m_1(u+b) + d_{m_1, m_2} \cos m_1(t+a) \cos m_2(u+b)$$

абсолютно сходится на  $M$ . Обозначая через  $\alpha_{m_1, m_2}$ ,  $\beta_{m_1, m_2}$ ,  $\gamma_{m_1, m_2}$ ,  $\delta_{m_1, m_2}$  величины

$$\alpha_{m_1, m_2} = a_{m_1, m_2} \cos m_1 a \cos m_2 b - b_{m_1, m_2} \cos m_1 a \sin m_2 b - \\ - c_{m_1, m_2} \sin m_1 a \cos m_2 b + d_{m_1, m_2} \sin m_1 a \sin m_2 b,$$

$$\beta_{m_1, m_2} = a_{m_1, m_2} \cos m_1 a \sin m_2 b + b_{m_1, m_2} \cos m_1 a \cos m_2 b - \\ - c_{m_1, m_2} \sin m_1 a \sin m_2 b - d_{m_1, m_2} \sin m_1 a \cos m_2 b,$$

$$\gamma_{m_1, m_2} = a_{m_1, m_2} \sin m_1 a \cos m_2 b - b_{m_1, m_2} \sin m_1 a \sin m_2 b + \\ + c_{m_1, m_2} \cos m_1 a \cos m_2 b + d_{m_1, m_2} \cos m_1 a \sin m_2 b,$$

$$\delta_{m_1, m_2} = a_{m_1, m_2} \sin m_1 a \sin m_2 b + b_{m_1, m_2} \sin m_1 a \cos m_2 b + \\ + c_{m_1, m_2} \cos m_1 a \sin m_2 b + d_{m_1, m_2} \cos m_1 a \cos m_2 b,$$

видим, что двойной ряд

$$\sum_{m_1, m_2} \alpha_{m_1, m_2} \sin m_1 t \sin m_2 u + \beta_{m_1, m_2} \sin m_1 t \cos m_2 u + \\ + \gamma_{m_1, m_2} \cos m_1 t \sin m_2 u + \delta_{m_1, m_2} \cos m_1 t \cos m_2 u$$

абсолютно сходится на  $M$ .

Далее можно показать, что

$$\alpha_{m_1, m_2}^2 + \beta_{m_1, m_2}^2 + \gamma_{m_1, m_2}^2 + \delta_{m_1, m_2}^2 = a_{m_1, m_2}^2 + b_{m_1, m_2}^2 + c_{m_1, m_2}^2 + d_{m_1, m_2}^2.$$

Это означает, что ряд  $\sum_{m_1, m_2} |a_{m_1, m_2}| + |b_{m_1, m_2}| + |c_{m_1, m_2}| + |d_{m_1, m_2}|$  рас-

ходится, а множество  $M$  является множеством типа  $N$ . Лемму 2 можно доказать также для множества типа  $N^*$ . Справедлива

**Теорема 1.** Если множество  $M$  типа  $N$  содержит хотя бы одну точку  $(a, b)$ , такую, что имеет место  $\Delta_x^a(\varepsilon) \subset E$ ,  $\Delta_y^b(\delta) \subset E$  для некоторых  $\varepsilon > 0$  и  $\delta > 0$ , то оно является множеством типа  $N^*$ .

**Доказательство.** Пусть  $(a, b) \in E$  — удовлетворяющая условиям теоремы. Параллельным сдвигом  $L$  переносим  $(a, b)$  в начало координат, тогда  $L(\Delta_x^a(\varepsilon)) = \Delta_x^0$  и  $L(\Delta_y^b(\delta)) = \Delta_y^0$ , которые содержатся в  $L(E)$ .

Согласно лемме 2,  $L(E)$  является множеством типа  $N$  и, следовательно, по лемме 1, множеством типа  $N^*$ . Поскольку лемма 2 справедлива и для множеств типа  $N^*$ , содержащих  $\Delta_x^0$  и  $\Delta_y^0$ , то обратным переносом в точку  $(a, b)$  доказывается, что  $E$  — множество типа  $N^*$ . Теорему 1 можно сформулировать и в случае, когда  $n > 2$ .

Теорема 2. Если  $E \subset R^n$  является множеством типа  $N$  и содержит хотя бы одну точку  $(a_1, a_2, \dots, a_n)$ , такую, что имеет место  $\Delta_{x_i}^{a_i}(\varepsilon_i) \subset E$  ( $i=1, 2, \dots, n$ ) для некоторых  $\varepsilon_i > 0$  ( $i=1, 2, \dots, n$ ), то оно является множеством типа  $N^*$ .

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт кибернетики

(Поступило 25.7.1975)

მათემატიკა

ი. სხირტლადე

სალემის თეორემა ჯერადი ტრიგონომეტრიული მჭკრიმებისათვის  
 რეზიუმე

ჯერად ტრიგონომეტრიულ მჭკრივთა შემთხვევაში მოცემულია საკმარისი პირობა იმისა, რომ  $N$  ტიპის სიმრავლე იყოს  $N^*$  ტიპისა (სალემის თეორემის ანალოგი).

MATHEMATICS

I. A. SKHIRTADZE

## SALEM'S THEOREM FOR MULTIPLE TRIGONOMETRIC SERIES

### Summary

In the case of multiple trigonometric series Salem's well-known theorem (which gives sufficient conditions for the equivalent set of  $N$  and  $N^*$  type) can be proved.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. К. Бари. Тригонометрические ряды. М., 1961.
2. Р. А. Аветисян. Математические заметки, т. II, 5, 1972, 473—480.



Р. А. ЧЕИШВИЛИ

СТОХАСТИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ИГРА ПРИ ЧАСТИЧНОМ НАБЛЮДЕНИИ УПРАВЛЯЕМОГО ПРОЦЕССА ОДНИМ ИЗ ИГРОКОВ И ЗАДАЧА ОПТИМАЛЬНОГО КОДИРОВАНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Г. Челидзе 1.10.1975)

В статье рассматривается линейный управляемый двумя лицами диффузионный процесс  $(\theta, \xi)$  при квадратичном критерии качества для случая, когда один из игроков управляет при полном наблюдении за процессом  $(\theta, \xi)$ , а второй имеет наблюдение только за компонентой  $\xi$ .

Будем предполагать, что управляемый процесс  $(\theta, \xi)' = [\theta_1(t), \dots, \theta_k(t); \xi_1(t), \dots, \xi_s(t) : 0 \leq t \leq T]$  задается стохастическим уравнением

$$d\theta_t = [A_{11}\theta_t + A_{12}\xi_t + B_{11}U_t + B_{12}V_t]dt + \sigma_{11}dW_t^1 + \sigma_{12}dW_t^2,$$

$$d\xi_t = [A_{21}\theta_t + A_{22}\xi_t + B_{21}U_t + B_{22}V_t]dt + \sigma_{21}dW_t^1 + \sigma_{22}dW_t^2, \quad (1)$$

матрицы  $A_{11}, A_{12}, A_{22}, A_{21}, B_{11}, B_{12}, B_{21}, B_{22}, \sigma_{11}, \sigma_{12}, \sigma_{22}, \sigma_{21}$  имеют размерности  $(k \times k), (k \times l), (l \times k), (l \times l), (k \times r), (k \times s), (l \times r), (l \times s), (k \times k), (k \times l), (l \times k), (l \times l)$  соответственно, причем элементы матриц являются детерминированными ограниченными функциями времени. Кроме того,  $(\sigma_{21} \sigma_{11}' + \sigma_{22} \sigma_{22}')$  обладает ограниченной обратной матрицей. Независимые винеровские процессы  $W^1 = [W_{11}(t), \dots, W_{1k}(t)]$ ,  $W^2 = [W_{21}(t), \dots, W_{22}(t)]$ ,  $0 \leq t \leq T$  предполагаются независимыми от  $\theta_0$  и  $\xi_0$  ( $M\theta_0 = m_0$ ,  $\text{Cov}(\theta_0, \theta_0) = \gamma_0$ ,  $\xi_0 = 0$ ). Векторы  $U_t = [U_1(t, \theta, \xi), \dots, U_r(t, \theta, \xi)]$ ,  $V_t = [V_1(t, \theta, \xi), \dots, V_s(t, \xi)]$  называются управлениями первого и второго игроков соответственно в момент времени  $0 \leq t \leq T$ . Причем  $U_t$  предполагается  $\mathfrak{F}_t^{\theta, \xi}$ -измеримым, а  $V_t$  —  $\mathfrak{F}_t^{\xi}$ -измеримым, где  $\mathfrak{F}_t^{\theta, \xi}, \mathfrak{F}_t^{\xi}$  —  $\sigma$ -алгебры, индуцированные процессами  $[\theta_s, \xi_s, 0 \leq s \leq t], [\xi_s, 0 \leq s \leq t]$  соответственно.

Управления  $U_t, V_t$ , интегрируемые в среднем четвертого порядка, для которых уравнения (1) имеют единственное сильное решение, будем называть допустимыми.

Функционалом потерь первого игрока служит

$$J(U, V, T) = M \int_0^T [(\theta_t, \xi_t)' h(\theta_t, \xi_t) + (\theta_t, \xi_t)' f(U_t, V_t) + (U_t, V_t)' K(U_t, V_t)] dt,$$



где

$$h = \begin{pmatrix} h_{11}, h_{12} \\ h_{21}, h_{22} \end{pmatrix}, \quad f = \begin{pmatrix} f_{11}, f_{12} \\ f_{21}, f_{22} \end{pmatrix}, \quad k = \begin{pmatrix} k_{11}, k_{13} \\ k_{21}, k_{22} \end{pmatrix},$$

а матрицы  $h_{11}, h_{12}, h_{21}, h_{22}, f_{11}, f_{12}, f_{21}, f_{22}, k_{11}, k_{12}, k_{21}, k_{22}$ , элементы которых являются детерминированными ограниченными функциями времени, имеют размерности  $(k \times k), (k \times l), (l \times k), (l \times l), (k \times r), (k \times s), (l \times r), (l \times s), (r \times r), (r \times s), (s \times r), (s \times s)$  соответственно. Причем  $k_{11}, k_{22}$  предполагаются равномерно положительно и отрицательно определенными соответственно. Допустимые управления  $\tilde{U} = (\tilde{U}_t), \tilde{V} = (\tilde{V}_t), 0 \leq t \leq T$  называются оптимальными, если  $I(\tilde{U}, \tilde{V}, T) = \inf_U \sup_V I(U, V, T) = \sup_V \inf_U I(U, V, T)$ ,

где  $\inf$  и  $\sup$  берутся по классу всех допустимых управлений. Обозначим

$$m_t = M(\theta_t | \mathcal{F}_t^{\xi}), \quad \gamma_t = M(\theta_t - m_t)(\theta_t - m_t)', \quad m_0 = m, \quad \gamma_0 = \gamma,$$

$$A = \begin{pmatrix} A_{11}, A_{12} \\ A_{21}, A_{22} \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} B_{11}, B_{12} \\ B_{21}, B_{22} \end{pmatrix}, \quad R_t = \begin{pmatrix} R_t^{11}, R_t^{12} \\ R_t^{21}, R_t^{22} \end{pmatrix}.$$

**Теорема.** В классе допустимых управлений оптимальные существуют и определяются формулами

$$\tilde{U}_t = \alpha_t(\theta_t - m_t) + (\beta_1^t m_t + \beta_2^t \xi_t) = \tilde{U}_t^1 + \tilde{U}_t^2, \quad \tilde{V}_t = \delta_1^t m_t + \delta_2^t \xi_t,$$

где

$$\begin{pmatrix} \beta_1^t, \beta_2^t \\ \delta_1^t, \delta_2^t \end{pmatrix} = -k^{-1} [B'R_t + f'], \quad \alpha_t, R_t', \widehat{R}_t,$$

$m_t, \gamma_t$  определяются из уравнений

$$\begin{aligned} dm_t &= [A_{11} m_t + A_{12} \xi_t + B_{11} \tilde{U}_t^1 + B_{12} \tilde{V}_t] dt + \widehat{\alpha} [d\xi_t - (A_{21} m_t + \\ &\quad + A_{22} \xi_t + B_{22} \tilde{U}_t^2 + B_{22} \tilde{V}_t) dt], \quad m_0 = m, \\ -\frac{dR_t}{dt} &= R_t A + A'R_t - R_t B K^{-1} B' R_t - R_t B K^{-1} f' - f K^{-1} B' R_t + \\ &\quad + h - f K^{-1} f' R_T = 0, \\ \alpha_t &= -K_{11}^{-1} [(B_{11} - B_{21} \widehat{\alpha}') \widehat{R}_t + B_{21}' \widehat{\alpha}' R_t^{11} + B_{21}' R_t^{12} + f_{11}'], \\ -\frac{d\widehat{R}_t}{dt} &= \widehat{R}_t (A_{11} - \widehat{\alpha} A_{21}) + (A'_{11} - A'_{21} \widehat{\alpha}') \widehat{R}_t - (R_t^{11} \widehat{\alpha} A_{21} + R_t^{12} A_{21}) - \\ &\quad - (A'_{21} \widehat{\alpha}' R_t^{11} + A'_{21} R_t^{12}) - [\widehat{R}_t (B_{11} - \widehat{\alpha} B_{21}) + B_{11}' \widehat{\alpha} B_{21} + B_{11}' B_{21}] \times \\ &\quad \times K_{11}^{-1} [(B_{11} - B_{21} \widehat{\alpha}') \widehat{R}_t + B_{21}' \widehat{\alpha}' R_t^{11} + B_{21}' R_t^{12}] - [\widehat{R}_t (B_{11} - \widehat{\alpha} B_{21}) + \\ &\quad + R_t^{11} \widehat{\alpha} B_{21} + R_t^{12} B_{21}] K_{11}^{-1} f'_{11} - f_{11} K_{11}^{-1} [(B_{11} - B_{21} \widehat{\alpha}') \widehat{R}_t + B_{21}' \widehat{\alpha}' R_t^{11} + \\ &\quad + B_{21}' R_t^{12}] - f_{11} K_{41}^{-1} f'_{11} + h_{11}, \\ \frac{d\gamma_t}{dt} &= (A_{11} + B_{11} \alpha) \gamma_t + \gamma_t (A'_{11} + \alpha' B_{11}) - \widehat{\alpha} (\sigma_{11} \sigma'_{21} + \sigma_{12} \sigma'_{22} + \gamma_t A_{21} + \\ &\quad + \gamma_t \alpha' B_{21}) + (\sigma_{11} \sigma'_{11} + \sigma_{12} \sigma'_{12}), \quad \gamma_0 = \gamma, \end{aligned} \quad (2)$$

$\widehat{\alpha}_i$  обозначает

$$\widehat{\alpha}_i = (\sigma_{11} \sigma_{12} + \sigma_{12} \sigma'_{22} + \gamma_i A'_{21} + \gamma_i \alpha' B'_{21}) (\sigma_{21} \sigma'_{21} + \sigma_{22} \sigma'_{22})^{-1}.$$

Замечание 1. Во многих случаях бывает интересным отыскание оптимальных управлений в классе всех допустимых управлений, удовлетворяющих дополнительным ограничениям

$$M(U_i' P_t U_t) \leq p_t, \quad M(V_i' \theta_t V_t) \leq q_t,$$

где  $P_t, Q_t$  — положительно определенные матрицы, а  $p_t, q_t$  — заданные неотрицательные функции.

Можно показать, что искомые  $\tilde{U}_t, \tilde{V}_t$  определяются согласно теореме, если вместо матрицы  $k$  подставить матрицу  $\begin{pmatrix} k_{11} + a_t p_t & k_{12} \\ k_{21} & k_{22} + b_t q_t \end{pmatrix}$  и скалярные функции  $a_t, b_t$  найти из уравнения

$$M(U_i' P_t U_t) = p_t, \quad M(V_i' Q_t V_t) = q_t.$$

Если матрица  $k_{22}$  положительно определена, то  $\tilde{U}, \tilde{V}$ , построенные в теореме, представляют такие решения задачи минимизации обеими игроками функционала  $I(U, V, T)$ , для которых выполняются условия  $I(\tilde{U}, V, T) \geq I(\tilde{U}, \tilde{V}, T)$ ,  $I(U, \tilde{V}, T) \geq I(\tilde{U}, \tilde{V}, T)$  при всех допустимых  $U_t, V_t$ . Однако этого свойства, вообще говоря недостаточно, чтобы  $\tilde{U}_t, \tilde{V}_t$  были оптимальными в задаче минимизации. В работе [1] был рассмотрен случай, когда в наблюдаемую обеими игроками компоненту  $\xi$  не входили управления  $U_t, V_t$ . Как можно заметить из утверждения теоремы, существенным сказывается наличие в уравнении для  $\xi$  члена  $b_{21} U_t dt$ , именно, если  $b_{21} = 0$ , то  $\alpha_t$  определяется однозначно и уравнения для  $\tilde{R}_t, \gamma_t$  превращаются в замкнутую систему уравнений Риккати. Характерным примером, когда  $B_{21} \neq 0$ , является задача оптимального кодирования и декодирования при передаче гауссовского сигнала по каналу с бесшумной обратной связью [2]. В этом случае  $U_t$  интерпретируется как кодирование, осуществляемое первым игроком, а  $V_t$  — соответственно декодирование, осуществляемое вторым игроком, принимающим сигнал  $\xi$ . Коэффициенты  $A_{21} = A_{12} = A_{22} = B_{11} = B_{12} = B_{22} = \sigma_{21} = h_{12} = h_{22} = k_{12} = 0$ ,  $h_{11} = k_{22} = f_{12} = h$ .

Можно показать, что в этом случае

$$\beta_t^1 = \beta_t^2 = \delta_t^2 = 0, \quad \delta_t^1 = I, \quad \tilde{U}_t = \alpha_t(\theta_t - m_t), \quad \tilde{V}_t = m_t.$$

В принятой постановке задачи кодирования [2] функционал имеет вид

$$M \left[ \int_0^t [(\theta_t - V_t)' h(\theta_t - V_t)] dt \right]$$
 с добавочным так называемым энергетическим ограничением  $M(U_i' P_t U_t) \leq p_t$ .

При передаче одномерного процесса по одномерному каналу, т. е.  $l = k = 1$ , система (2) обладает многими решениями, но при дополнительном энергетическом ограничении  $\alpha_t^2 \gamma_t = p_t$  решение единственно, при этом  $\alpha_t =$

$$= \sqrt{\frac{p_t}{\gamma_t}}, \quad \text{а } \gamma_t \text{ есть решение линейного уравнения } \frac{d\gamma_t}{dt} = (2A_{11} - p_t)\gamma_t + \sigma_{11}^2,$$

$\gamma_t' = \gamma$ , что совпадает с приведенным в [2] оптимальным кодированием. В рассмотренном в работе [3] случае передачи многомерной случайной величины  $\theta$  по одномерному каналу, ( $l = 1$ ),  $h = I$ ,  $B_{21} = 1$ ,  $\sigma_{22} = 1$ ,  $\sigma_{11} = 0$ ,  $A_{11} = 0$ ,  $\gamma_0$  — диагональная матрица,  $P_t = I$ ,  $p_t = p$ , уравнения (2) принимают следующий вид:

$$\begin{aligned} \alpha_t &= \frac{1}{a_t} \alpha_t \gamma_t R_t, & -\frac{d\widehat{R}}{dt} &= \frac{1}{a_t} \widehat{R}_t \gamma_t \alpha_t' \alpha_t \gamma_t \widehat{R}_t + I, \\ dm_t &= \gamma_t \alpha_t' d\xi_t, & \frac{d\gamma_t}{dt} &= -\gamma_t \alpha_t' \alpha_t \gamma_t, & S_p \alpha_t' \alpha_t \gamma_t &= p. \end{aligned} \quad (3)$$

Нетрудно заметить, что система (3) имеет неединственное решение, в частности, ее решением являются все такие вектор-функции  $\alpha_t$ , которые обладают только одной ненулевой компонентой на отдельных интервалах некоторого разбиения  $(0, T)$ , что соответствует последовательной передаче сообщения об отдельных компонентах  $\theta$ . В [3] показано, что в классе таких кодирований существует  $\varepsilon$ -оптимальная.

Академия наук Грузинской ССР

Институт экономики и права

(Поступило 10.10.1975)

მათემატიკა

რ. ჩეიშვილი

სტოქასტური დიფერენციალური თამაში ერთ-ერთი მოთამაშისთვის მართვადი პროცესის ნაწილობრივად დაკვირვებადობის პირობებში და ოპტიმალური კოდირების ამოცანა

რეზიუმე

განხილულია წრფივი დიფუზიური პროცესის მართვის მინიმალური ამოცანა კვადრატული კრიტერიუმით იმ შემთხვევისათვის, როდესაც ერთ-ერთი მოთამაშე მართავს პროცესს სრული დაკვირვების პირობებში, მეორე კი მხოლოდ ზოგიერთ კომპონენტს უკვირდება. დასაშვებ მართვათა კლასში გარკვეული ტიპის სტოქასტური განტოლებების სისტემის ამოსხნაზე დაყრდნობით აგებულია ოპტიმალური მართვები.

MATHEMATICS

R. A. CHEISHVILI

ON A STOCHASTIC DIFFERENTIAL GAME WITH PARTIAL  
 INFORMATION ABOUT THE PROCESS UNDER CONTROL  
 AVAILABLE TO ONE OF THE PLAYERS AND THE  
 PROBLEM OF OPTIMAL CODING

Summary

A controlled linear diffusion process with the square criterion is considered when one of the players has complete information about the process under control, while the other has information only about some components of the process. The optimal policies from the admissible class of policies are constructed in terms of solutions of some system of stochastic equations.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. А. Чейшвили, Р. Я. Читашвили. Сообщения АН ГССР, 78, № 3, 1975.
2. Р. Ш. Линдер, А. Н. Ширяев. Статистика случайных процессов. М., 1974.
3. Т. К. Катышев. Теор. вероят. и ее примен., т. XX, вып. I, 1975.

Р. Н. ОРМОЦАДЗЕ, А. Ч. ЧИГОГИДЗЕ

## ОБ ИНДУКТИВНЫХ РАЗМЕРНОСТЯХ НУЛЬ-ПРОСТРАНСТВ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 30.10.1975)

В [1] для нуль-пространств определено понятие размерностной функции  $\dim$  и исследованы некоторые ее свойства. В данной статье для нуль-пространств вводятся понятия индуктивных размерностей  $z\text{Ind}$ ,  $z\text{ind}$ , в некотором смысле аналогичные понятиям обычных размерностей  $\text{Ind}$ ,  $\text{ind}$  для топологических пространств.

**Определение 1.** Пусть  $X$  — нуль-пространство. Полагаем  $z\text{Ind } X = -1$  ( $z\text{ind } X = -1$ ) тогда и только тогда, когда  $X = \emptyset$ . Полагая, что смысл неравенства  $z\text{Ind } X \leq n-1$  ( $z\text{ind } X \leq n-1$ ) уже определен, будем считать, что  $z\text{Ind } X \leq n$  ( $z\text{ind } X \leq n$ ) тогда и только тогда, когда для любого нуль-множества  $Z$  (точки  $p$ ) и для любого содержащего его конуль-множества  $OZ$  (соответственно  $O_p$ ) найдутся конуль-множество  $G$  и нуль-множество  $\Phi$ , такие, что

$$Z \subseteq G \subseteq \Phi \subseteq OZ \quad (p \in G \subseteq \Phi \subseteq O_p)$$

и

$$z\text{Ind}(\Phi - G) \leq n-1 \quad (z\text{ind}(\Phi - G) \leq n-1).$$

Определению 1 эквивалентно

**Определение 2.** Пусть  $X$  — нуль-пространство. Полагаем  $z\text{Ind } X = -1$  ( $z\text{ind } X = -1$ ) тогда и только тогда, когда  $X = \emptyset$ . Полагая, что смысл неравенства  $z\text{Ind } X \leq n-1$  ( $z\text{ind } X \leq n-1$ ) уже определен, будем считать, что  $z\text{Ind } X \leq n$  ( $z\text{ind } X \leq n$ ) тогда и только тогда, когда для любых дизъюнктивных нуль-множеств  $Z_1, Z_2$  (соответственно для любой точки  $p$  и не содержащего ее нуль-множества  $Z$ ) существуют нуль-множество  $F$  и конуль-множества  $O_1, O_2$ , такие, что

$$X - F = O_1 \cup O_2, \quad O_1 \cap O_2 = \emptyset, \quad Z_1 \subseteq O_1, \quad Z_2 \subseteq O_2 \quad (p \in O_1, Z \subseteq O_2)$$

и

$$z\text{Ind } F \leq n-1 \quad (z\text{ind } F \leq n-1).$$

Заметим, что в совершенно нормальных пространствах  $z\text{Ind} = \text{Ind}$  и  $z\text{ind} = \text{ind}$ , а в нормальных пространствах  $z\text{Ind} \geq \text{Ind}$ ,  $z\text{ind} \geq \text{ind}$ .

Можно показать, что имеют место следующие предложения, приводимые без доказательств за неимением места.

1. Если  $A$  — любое подмножество нуль-пространства  $X$ , то  $z\text{ind } A \leq z\text{ind } X$ .

2. Если  $A$  — любое нуль-множество нуль-пространства  $X$ , то  $z\text{Ind } A \leq z\text{Ind } X$ .

3. Если  $X$  — нуль-пространство, то  $zind X \leq z Ind X$ .

4. Для любого нуль-пространства  $X$  равенства  $z Ind X = 0$  и  $\dim X = 0$  эквивалентны.

Как следствие получаем, что если нуль-пространство  $X$  представлено в виде суммы своих нуль-множеств  $X_k$  ( $k = \overline{1, \infty}$ ), где  $z Ind X_k = 0$ , то  $z Ind X = 0$ .

5. Для любого финально-компактного нуль-пространства  $X$  равенства  $zind X = 0$ ,  $z Ind X = 0$  и  $\dim X = 0$  эквивалентны.

Как следствие получаем, что если финально-компактное нуль-пространство  $X$  представлено в виде суммы своих нуль-множеств  $X_k$  ( $k = \overline{1, \infty}$ ), где  $zind X_k = 0$ , то  $zind X = 0$ .

6. Если  $X$  — финально-компактное нуль-пространство, то  $\dim X \leq zind X$ .

Это предложение доказывается с помощью следующих лемм:

I. Пусть  $X$  — финально-компактное нуль-пространство,  $zind X \leq n$  и  $\omega$  — произвольное конуль-покрытие  $X$ ; тогда существуют счетная система  $\Sigma = \{U_1, \dots, U_i, \dots\}$  дизъюнктивных конуль-множеств  $U_i$  и счетная система  $\Omega = \{A_1, \dots, A_k, \dots\}$  нуль-множеств  $A_k$ , удовлетворяющие условиям:

A) системы  $\Sigma$  и  $\Omega$  вписаны в конуль-покрытие  $\omega$ ;

B)  $zind A_k \leq n - 1$  для любого  $k = 1, 2, \dots$ ;

C)  $X = \bigcup_i U_i \cup \bigcup_k A_k$ .

II. Пусть в нуль-пространстве  $X$  для любых нуль-множеств  $F$ , удовлетворяющих неравенству  $zind F \leq n - 1$ , выполнено и неравенство  $\dim F \leq n - 1$ . Если для данного конечного конуль-покрытия  $\omega = \{\Gamma_1, \dots, \Gamma_s\}$  нуль-пространства  $X$  построены счетная дизъюнктивная система  $\Sigma = \{U_1, \dots, U_i, \dots\}$  конуль-множеств  $U_i$  и счетная система  $\Omega = \{A_1, \dots, A_k, \dots\}$  нуль-множеств  $A_k$ , удовлетворяющие условиям A — C леммы I, то в конуль-покрытие  $\omega$  можно вписать конуль-покрытие кратности  $\leq n + 1$ .

7. Если  $X$  — нуль-пространство, то  $\dim X \leq z Ind X$ .

8. Если  $A$  — нуль-множество в нуль-пространстве  $X$  и  $z Ind A \leq n$ ,  $z Ind(X - A) \leq n$ , то  $z Ind X \leq n$ .

9. Если в данном нуль-пространстве  $X$  размерность  $z Ind X$  наследственно монотонна по конуль-множествам, то она обладает свойством наследственной монотонности, наследственно удовлетворяет теореме суммы и имеет еще следующее свойство: если  $X_0$  — подпространство нуль-пространства  $X$ , причем  $X_0 = A \cup B$ ,  $A$  — нуль-множество в  $X_0$  и  $z Ind A \leq n$ ,  $z Ind B \leq n$ , то  $z Ind X_0 \leq n$ .

10. Если нуль-пространство  $X$  представлено в виде суммы  $n + 1$  конуль-множеств  $X_i$ , где  $z Ind X_i = 0$  ( $i = \overline{0, n}$ ), то  $z Ind X \leq n$ .

Определение 3. Подмножества  $M$  и  $N$  нуль-пространства  $X$  назовем отделимыми в  $X$ , если существуют нуль-множества в  $X$   $\Phi_1$  и  $\Phi_2$ , такие, что  $M \subseteq \Phi_1$ ,  $N \subseteq \Phi_2$ ,  $(\Phi_1 \cap N) \cup (M \cap \Phi_2) = \emptyset$ .

11. Если  $M$  и  $N$  отделены в нуль-пространстве  $X$ , то существуют конуль-множества  $O_1, O_2$ , такие, что  $M \subseteq O_1$ ,  $N \subseteq O_2$ ,  $O_1 \cap O_2 = \emptyset$ .

12. Пусть в нуль-пространстве  $X$  даны множество  $X_0$  и точка  $x_0 \in X_0 \subseteq X$ ; для неравенства  $\text{zind } d_{x_0} X_0 \leq n$  необходимо и достаточно, чтобы в любом содержащем точку  $x_0$  конуль-множестве  $O_{x_0}$  (относительно  $X$ ) содержалось конуль-множество  $O_1 x_0$  (относительно  $X$ , содержащем точку  $x_0$ ) и существовало такое нуль-множество  $\Phi$ , для которых  $x_0 \in O_1 x_0 \subseteq O_{x_0}$ ,  $O_1 x_0 \subseteq \Phi$  и  $\text{zind } [X_0 \cap (\Phi \setminus O_1 x_0)] \leq n - 1$ .

13. Если  $P$  и  $Q$  — подмножества нуль-пространства  $X$ , то

$$\text{zind } (P \cup Q) \leq \text{zind } P + \text{zind } Q + 1.$$

14. Пусть в подмножестве  $M$  нуль-пространства  $X$  даны конуль-множества  $\Gamma'_1, \Gamma'_2, \Gamma'_1 \cap \Gamma'_2 = \emptyset$ . Тогда в  $X$  существуют такие конуль-множества  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$ , что  $\Gamma_1 \cap \Gamma_2 = \emptyset, \Gamma_i \cap M = \Gamma'_i$  ( $i = 1, 2$ ).

15. Пусть  $M \subseteq X$  и  $\gamma' = \{\Gamma'_1, \dots, \Gamma'_s\}, \Gamma'_i \subseteq M$  ( $i = \overline{1, s}$ ) — произвольная система конуль-множеств в  $M$ . Тогда система  $\gamma = \{\Gamma_1, \dots, \Gamma_s\}$  конуль-множеств  $\Gamma_i$  в  $X$  может быть выбрана так, что системы  $\gamma$  и  $\gamma'$  подобны между собой и  $\Gamma'_i = \Gamma_i \cap M$  для любого  $i = \overline{1, s}$ .

16. Пусть множество  $M$  лежит в нуль-пространстве  $X$ . Для того чтобы  $\dim M \leq n$ , необходимо и достаточно, чтобы в любую конечную систему  $\omega = \{G_1, \dots, G_s\}$  конуль-множеств  $G_i$  в  $X$ , покрывающую множество  $M$ , можно было (комбинаторно) вписать систему  $\{\Gamma_1, \dots, \Gamma_s\}$  кратности  $\leq n + 1$  конуль-множеств  $\Gamma_i$  в  $X$ , также покрывающую множество  $M$ .

С помощью 14, 15, 16 можно доказать следующее предложение:

17. Если  $P$  и  $Q$  — подмножества нуль-пространства  $X$ , то

$$\dim (P \cup Q) \leq \dim P + \dim Q + 1.$$

В [2] введено понятие нуль-отображения, которое мы будем называть  $z$ -отображением. Следуя схеме [3], введем следующие определения:

Определение 4. Отображение  $f: X \rightarrow Y$  нуль-пространства  $X$  в нуль-пространство  $Y$  назовем  $s$ -отображением, если образ каждого нуль-множества из  $X$  есть нуль-множество в  $Y$ .

Определение 5. Систему  $\gamma$  подмножеств нуль-пространства  $X$  назовем дискретной в  $X$ , если для каждой точки  $x \in X$  существует содержащее ее конуль-множество  $O_x$ , пересекающееся не более чем с одним из множеств системы  $\gamma$ .

Определение 6. Пусть дано конуль-покрытие  $\omega$  нуль-пространства  $X$ . Отображение  $f: X \rightarrow Y$  назовем  $\omega$ -дискретным отображением, если для любой точки  $y \in f(X)$  существует содержащее ее конуль-множество  $O_y$  в  $Y$ , прообраз  $f^{-1}(O_y)$  которого распадается в дискретную в  $X$  систему конуль-множеств, вписанную в  $\omega$ .

Определение 7. Пусть в нуль-пространстве  $X$  фиксирована система  $\Omega$  его конуль-покрытий.  $z$ -Отображение  $f: X \rightarrow Y$  назовем  $\Omega$ -дискретным, если отображение  $f$  является  $\omega$ -дискретным для любого конуль-покрытия  $\omega \in \Omega$ .

Через  $\Omega$  мы будем обозначать систему всех конечных конуль-покрытий рассматриваемого нуль-пространства, а через  $zc$ -отображение — отображение, являющееся одновременно  $z$ -отображением и  $c$ -отображением.

18. Если  $zc$ -отображение  $f: X \rightarrow Y$  нуль-пространства  $X$  размерности  $\dim f = 0$  таково, что прообраз каждой точки  $y \in Y$  является нуль-множеством в  $X$ , то  $f$  есть  $\Omega$ -дискретное отображение.

19. Если  $zc$ -отображение  $f: X \rightarrow Y$  финально-компактного нуль-пространства  $X$  на метрическое пространство  $Y$  является  $\Omega$ -дискретным, то  $\dim X \leq \dim Y$ .

20. Для  $zc$ -отображения  $f: X \rightarrow Y$  финально-компактного нуль-пространства  $X$  на метрическое пространство  $Y$  размерности  $\dim f = 0$  справедливо неравенство  $\dim X \leq \dim Y + \dim f$ .

21. Если нуль-пространство  $Y$  является образом нуль-пространства  $X$  размерности  $\dim X = 0$  при  $zc$ -отображении кратности  $\leq n + 1$ , то  $z \text{Ind } Y \leq n$ .

Тбилисский государственный  
университет

(Поступило 31.10.1975)

მათემატიკა

რ. ორმოცაძე, ა. ჩიგოგიძე

წულ-სივრცეების ინდუქციური განზომილებათა შესახებ

რეზიუმე

წულ-სივრცეებისათვის განმარტებულია [1] დაფარვითი განზომილება და გამოკვლეულია მისი თვისებები. ნაშრომში წულ-სივრცეებისათვის შემოტანილია ინდუქციური განზომილებების  $zind$ ,  $zInd$  ცნებები. დამტკიცებულია ამ განზომილებათა რიგი თვისება, კერძოდ, დამოკიდებულებანი დაფარვით განზომილებასთან, ადიციური თეორემა, ურისონ—მენგერის უტოლობანი.

MATHEMATICS

R. N. ORMOTSADZE, A. Ch. CHIGOGIDZE

## INDUCTIVE DIMENSIONS FOR ZERO-SET SPACES

### Summary

In (1) for zero-set spaces the covering dimension is defined and its properties are investigated. In the present paper the notions of inductive dimensions  $zind$ ,  $zInd$  are introduced for zero-set spaces and a number of their properties are established, particularly relations with covering dimension, additive theorem, the Urysohn-Menger inequalities, etc.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. J. Canfell. *Pacif. J. Math.*, 47, № 2, 1973.
2. H. Gordon. *Pacif. J. Math.*, 36, № 1, 1971.
3. П. С. Александров, Б. А. Пасынков. Введение в теорию размерности. М., 1973.



Б. Н. КИМЕЛЬФЕЛЬД

ОТКРЫТЫЕ ОРБИТЫ РЕДУКТИВНЫХ ГРУПП НА  
 КОМПЛЕКСНОЙ КВАДРИКЕ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 4.6.1975)

Пусть  $L$  — полупростая группа Ли, а  $P$  — ее параболическая подгруппа. Однородное пространство  $L/P$  называется флаговым многообразием группы  $L$ . В 1968 г. Э. Б. Винберг сформулировал следующую задачу: найти все подгруппы группы  $L$ , которые действуют локально транзитивно на флаговом многообразии  $L/P$ , и их открытые орбиты в  $L/P$ .

Важным частным случаем этой задачи является отыскание однородных областей на комплексной квадрике. Пусть  $V$  — конечномерное векторное пространство над полем  $k$ , снабженное невырожденной симметрической билинейной формой  $\langle, \rangle$ , и  $O(V)$  — группа линейных преобразований  $V$ , сохраняющих форму  $\langle, \rangle$ . Группа  $O(V)$  транзитивно действует на множестве ненулевых изотропных векторов, а следовательно, и на его проективизации  $Q$ , которая называется квадрикой. Известно, что стационарная подгруппа точки из  $Q$  в группе  $O(V)$  параболическая, и, значит, квадрика является флаговым многообразием. В случае, когда  $k$  — поле вещественных чисел, а отрицательный индекс инерции формы  $\langle, \rangle$  равен 1, задача Э. Б. Винберга полностью решена в работах [1, 2].

В настоящей статье найдены все связанные редуктивные комплексные подгруппы в  $O(V)$ , действующие локально транзитивно на  $Q$  и их открытые орбиты в  $Q$  в случае, когда  $k$  — поле комплексных чисел. Возможны следующие три случая: 1) группа неприводима в  $V$ , 2) группа имеет собственное невырожденное инвариантное подпространство, 3) группа приводима в  $V$ , но все ее собственные инвариантные подпространства вырождены. Перечень редуктивных подгрупп группы  $O(V)$ , отвечающих этим трем случаям, дан в теоремах 1, 2 и 3 соответственно.

В статье приняты следующие обозначения. Через  $\pi$  обозначается естественная проекция множества  $V \setminus \{0\}$  на ассоциированное с  $V$  проективное пространство. Если  $W$  — линейное подпространство в  $V$ , то ортогональное дополнение к нему относительно формы  $\langle, \rangle$  обозначается через  $W^\perp$ , а пространство линейных форм на  $W$  — через  $W^*$ . Простые алгебры Ли обозначаются, как обычно, символами  $A_n - E_n$ ,  $F_4$  и  $G_2$ , алгебра Ли  $m$ -мерного тора — через  $T_m$ , а  $m$ -мерный унипотентный идеал какой-либо алгебры Ли — через  $U_m$ . Через  $R(\varphi)$  обозначается неприводимое представление простой алгебры Ли со старшим весом  $\varphi$ , а через  $\varphi_i$  — старший вес  $i$ -го базисного представления. Через  $\epsilon$  обозначается точное одномерное представ-



ление алгебры Ли  $T_1$ , через  $\varepsilon'$ —представление  $T_1$ , контрагredientное к  $\varepsilon$ , и через  $\eta$ —тривиальное одномерное представление. Открытая орбита группы  $G$  в  $Q$  обозначается через  $D$ , а стационарная подалгебра точки из  $D$  в алгебре Ли  $\mathfrak{g}$  группы  $G$ —через  $\mathfrak{h}$ .

Теорема 1. Алгебры Ли всех неприводимых в  $V$  и локально транзитивных на  $Q$  связных комплексных подгрупп  $G \subset O(V)$  перечислены в табл. 1.

Таблица 1

№	$\mathfrak{g}$	Представление	$Q \setminus D$	$\mathfrak{h}$
1	$\mathfrak{so}(s)$	Простейшее	$\emptyset$	$(\mathfrak{so}(s-2) \dot{+} T_1) + U_{s-2}$
2	$C_s \dot{+} A_1, s \geq 2$	$R(\varphi_1) \times R(\varphi_1)$		$(C_{s-2} \dot{+} A_1 \dot{+} T_1) + U_{4s-5}$
3	$G_2$	$R(\varphi_1)$		$(A_1 \dot{+} T_1) + U_5$
4	$B_3$	$R(\varphi_2)$		$(A_2 \dot{+} T_1) + U_6$
5	$B_4$	$R(\varphi_4)$	Подмногообразие коразмерности 4 в $Q$ (см. [3])	$(G_2 \dot{+} T_1) + U_7$
6	$A_2$	$R(\varphi_1 + \varphi_2)$	Подмногообразие коразмерности 1, выделяемое в $Q$ однородным уравнением степеней:	3 $T_2$
7	$C_2$	$R(2\varphi_1)$		4 $T_2$
8	$G_2$	$R(\varphi_2)$		6 $T_2$
9	$A_1$	$R(4\varphi_1)$		3 0
10	$C_3$	$R(\varphi_2)$		3 $A_1 \dot{+} A_1 \dot{+} A_1$
11	$F_4$	$R(\varphi_1)$		3 $D_4$
12	$C_s \dot{+} C_2, s \geq 2$	$R(\varphi_1) \times R(\varphi_1)$		4 $C_{s-2} \dot{+} A_1 \dot{+} A_1$
13	$A_1 \dot{+} A_1$	$R(\varphi_1) \times R(3\varphi_1)$		6 0

Теорема 2. Если редуцированная комплексная подгруппа  $G \subset O(V)$  имеет в  $Q$  открытую орбиту  $D$  и сохраняет собственное невырожденное подпространство  $W_1 \subset V$ , то: 1)  $Q \setminus D = Q \cap \{\pi(\omega_1 + \omega_2) | \omega_1 \in W_1, \omega_2 \in W_2 = W_1^\perp, \langle \omega_1, \omega_1 \rangle = 0\}$ ; 2)  $\mathfrak{g} \subset \mathfrak{g}_1 \dot{+} \mathfrak{g}_2$ , где  $\mathfrak{g}_i$  ( $i=1,2$ )—алгебра Ли эндоморфизмов пространства  $V$ , действие которой на  $W_{s-i}$  тривиально, а на  $W_i$  описывается одним из представлений 1—5 табл. 1 (неприводимые представления) или табл. 2. (приводимые представления), при этом если  $\mathfrak{g}_i^0$ —простой идеал максимальной размерности в  $\mathfrak{g}_i$ , то  $\mathfrak{g}_i^0 \dot{+} \mathfrak{g}_i^0 \subset \mathfrak{g}$ , за исключением случаев, указанных в табл. 3; 3) алгебра Ли  $\mathfrak{g}$  допускает разложение  $\mathfrak{g} = \mathfrak{g}_1 \cap \mathfrak{g} \dot{+} \mathfrak{g}_2 \cap \mathfrak{g} \dot{+} \mathfrak{a}$ , где  $\mathfrak{a} \simeq 0$  или  $T_1$ , или  $A_1$ . Стационарная подалгебра  $\mathfrak{h}$  точки из  $D$  изоморфна  $\mathfrak{h}_1 \dot{+} \mathfrak{h}_2 \dot{+} \mathfrak{a}$ , где  $\mathfrak{h}_i$ —стационарная подалгебра точки общего положения пространства  $W_i$  в алгебре Ли  $\mathfrak{g}_i \cap \mathfrak{g}$  ( $i=1,2$ ). Исключения составляют случаи, указанные в табл. 3.

Теорема 3. Если связная редуцированная комплексная подгруппа  $G \subset O(V)$  приводима в  $V$ , не имеет инвариантных невырожденных собственных подпространств и локально транзитивна на  $Q$ , то: 1)  $V = V_1 \dot{+} V_2$ , где

$V_1$  и  $V_2$  — вполне изотропные инвариантные и неприводимые относительно группы  $G$  подпространства; 2) действие группы  $G$  на  $V_2$  контрагредиентно ее действию на  $V_1$ ; 3) все возможные действия группы  $G$  на  $V_1$  — это те, которые указаны в табл. 4 или контрагредиентные к ним.

Таблица 2

Алгебра Ли	Представление	Размерность представления	Стационарная подалгебра точки общего положения
$A_s \dot{+} T_1, s \geq 1$	$R(\varphi_1) \times \varepsilon \dot{+} R(\varphi_s) \times \varepsilon'$	$2s + 2$	$A_{s-1} \dot{+} T_1$
$A_s, s \geq 1$	$R(\varphi_1) \dot{+} R(\varphi_s)$	$2s + 2$	$A_{s-1}$
$C_s \dot{+} T_1, s \geq 2$	$R(\varphi_1) \times \varepsilon \dot{+} R(\varphi_1) \times \varepsilon'$	$4s$	$C_{s-1} \dot{+} T_1$
$C_s, s \geq 2$	$R(\varphi_1) \dot{+} R(\varphi_1)$	$4s$	$C_{s-1}$

Таблица 3

$\mathfrak{g}$	Действие $\mathfrak{g}$ на $W_1$	Действие $\mathfrak{g}$ на $W_2$	$\mathfrak{h}$
$A_1 \dot{+} A_1 \dot{+} T_1$	$R(\varphi_1) \times R(\varphi_1) \times \eta$	$\eta \times R(\varphi_1) \times \varepsilon \dot{+} \eta \times R(\varphi_1) \times \varepsilon'$	$T_1$
$A_1 \dot{+} A_1$	$R(\varphi_1) + R(\varphi_1)$	$\eta \times R(\varphi_1) \dot{+} \eta \times R(\varphi_1)$	$0$
$B_3$	$R(\varphi_1)$	$R(\varphi_3)$	$A_2$

Таблица 4

№	$\mathfrak{g}$	Представление	$\mathfrak{h}$	$Q \setminus D$
1	$A_s, s \geq 1$	$R(\varphi_1)$	$(A_{s-2} \dot{+} T_1) + U_{2s-1}$	$Q \cap \{\pi(v_1 + v_2) \mid \text{либо } v_1 = 0,$
2	$A_s \dot{+} T_1, s \geq 1$	$R(\varphi_1) \times \varepsilon$	$(A_{s-2} \dot{+} T_2) + U_{2s-1}$	либо $v_2 = 0\}$
3	$A_s \dot{+} A_1, s \geq 2$	$R(\varphi_1) \times R(\varphi_1)$	$A_{s-2} \dot{+} T_1$	$Q \cap \{\pi(v_1 + v_2) \mid rkv_1 +$ $+ rkv_2 < 4\}$
4	$A_s \dot{+} A_1 \dot{+} T_1, s \geq 2$	$R(\varphi_1) \times R(\varphi_1) \times \varepsilon$	$A_{s-2} \dot{+} T_2$	
5	$\mathfrak{so}(s) \dot{+} T_1, s \geq 3$	Простейшее $\times \varepsilon$	$\mathfrak{so}(s-2)$	$Q \cap \{\pi(v_1 + v_2) \mid$
6	$B_3 \dot{+} T_1$	$R(\varphi_3) \times \varepsilon$	$A_2$	$\tau_1(v_1, v_1) \cdot \tau_2(v_2, v_2) = 0\}$
7	$G_2 \dot{+} T_1$	$R(\varphi_1) \times \varepsilon$	$A_1$	
8	$C_s, s \geq 2$	$R(\varphi_1)$	$(C_{s-2} \dot{+} T_1) + U_{4s-5}$	$Q \cap \{\pi(v_1 + v_2) \mid \text{либо } v_1 = 0,$
9	$C_s \dot{+} T_1, s \geq 2$	$R(\varphi_1) \times \varepsilon$	$(C_{s-2} \dot{+} T_2) + U_{4s-5}$	либо $v_2 = \lambda \cdot i(v_1)\}$
10	$A_4$	$R(\varphi_2)$	$A_1 \dot{+} A_1$	$Q \cap \{\pi(v_1 + v_2) \mid$ Спектр $L_{v_1, v_2} =$ $= (\lambda, \lambda, -\lambda, -\lambda, 0)\}$
11	$A_4 \dot{+} T_1$	$R(\varphi_2) \times \varepsilon$	$A_1 \dot{+} A_1 \dot{+} T_1$	
12	$D_5$	$R(\varphi_5)$	$A_3$	Подмногообразие коразмерности 5 в $Q$ (см. [3])
13	$D_5 \dot{+} T_1$	$R(\varphi_5) \times \varepsilon$	$A_3 \dot{+} T_1$	

В табл. 4  $v_1 \in V_1$ ,  $v_2 \in V_2$ ,  $\lambda$ —произвольное комплексное число. Для представлений 3 и 4 векторы  $v_1$  и  $v_2$  трактуются как  $2 \times (s+1)$ -матрицы, а  $gk$ —ранг матрицы  $v$ . Для представлений 5, 6 и 7  $\tau_1$  и  $\tau_2$ —симметрические билинейные формы в пространствах  $V_1$  и  $V_2$  соответственно, полуинвариантные относительно группы  $G$ . Для представлений 8 и 9  $\gamma: V_1 \rightarrow V_1^* = V_2$ —отображение, определяемое полуинвариантной относительно группы  $G$  симплектической структурой на  $V_1$ . Для представлений 10 и 11 через  $L_{v_1}, v_2$  обозначен линейный оператор в пространстве  $X$  ( $\dim X = 5$ ) канонически соответствующий ковариантному бивектору  $v_1$  и контравариантному бивектору  $v_2$  над  $X$  (см. [4]).

Доказательство теорем 1, 2 и 3 существенным образом опирается на результаты работ А. Г. Элашвили [5, 6], в которых вычислены стационарные подалгебры точек общего положения неприводимых линейных комплексных алгебр Ли, а также на работу А. Л. Онищика [7], в которой доказано, что редуктивному разложению редуктивной алгебры Ли соответствует разложение группы, и найдены все такие разложения.

Академия наук СССР  
 Институт проблем управления

(Поступило 6.6.1975)

მათემატიკა

ბ. კიმელფელდი

რედუქციულ ჯგუფთა ღია ორბიტები კომპლექსურ კვადრიკაზე

რეზიუმე

კომპლექსურ კვადრიკაზე ნაპოვნი ყველა ისეთი არე, რომელიც ერთგვაროვანია კომპლექსური ორთოგონალური ჯგუფის რედუქციული კომპლექსური ქვეჯგუფების მიმართ.

MATHEMATICS

B. N. KIMELFELD

OPEN ORBITS OF REDUCTIVE GROUPS ON A COMPLEX QUADRIC

Summary

All domains in a complex quadric which are homogeneous relatively to reductive complex subgroups of the orthogonal group are found.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. Н. Кимельфельд. Матем. заметки, т. 8, № 3, 1970, 321—328.
2. Ф. М. Малышев. Матем. заметки, т. 16, № 4, 1974, 633—643.
3. J. Igusa. Ann. J. Math. 92, № 4, 1970, 997—1028.
4. Г. Б. Гуревич. Труды семинара по векторному и тензорному анализу, т. VIII. М., 1950, 355—363.
5. А. Г. Элашвили. Функц. анализ и его прилож., т. 6, № 1, 1972, 51—62.
6. А. Г. Элашвили. Функц. анализ и его прилож., т. 6, № 2, 1972, 65—78.
7. А. Л. Онищик. Матем. сб., т. 80, № 4, 1969, 553—599.



А. Б. ХАРАЗИШВИЛИ

О СИСТЕМАХ ВИТАЛИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 18.9.1975)

Термины и обозначения, используемые в данной статье, заимствованы в основном из [1—5].

Пусть  $(E, G, S, \mu)$  — произвольное пространство с  $\sigma$ -конечной инвариантной мерой. Системой Витали для  $(E, G, S, \mu)$  будем называть любое семейство  $B$ , состоящее из  $\mu$ -измеримых множеств со строго положительными мерами и обладающее следующими свойствами:

а)  $(\forall Z)(\forall g)(Z \in B \ \& \ g \in G \Rightarrow g(Z) \in B)$ ;

б)  $(\forall Y)(\forall \varepsilon)(\forall B')((Y \subset E \ \& \ \mu^*(Y) < +\infty \ \& \ \varepsilon > 0 \ \& \ B' \subset B \ \& \ B'$  есть покрытие множества  $Y$  в смысле Витали  $\Rightarrow$ ) (существует дизъюнктивная последовательность  $(Z_k)_{k \in N} \subset B'$ , такая, что  $\mu^*(Y \setminus \bigcup_{k \in N} Z_k) < \varepsilon)$ ;

в)  $(\forall x)(x \in E \Rightarrow B$  содержит счетное подсемейство, стягивающееся к точке  $x$ ).

Предложение 1. Для того чтобы удовлетворялось соотношение:  $(\forall Y)(Y \in S \Rightarrow$  почти всякая точка множества  $Y$  является его точкой плотности относительно системы  $B$ ),

необходимо и достаточно выполнение следующих условий:

1) каковы бы ни были  $\varepsilon > 0$  и  $Y \in S$ , найдется последовательность  $(Z_k)_{k \in N}$  элементов из  $B$ , такая, что  $\mu(Y \Delta (\bigcup_{k \in N} Z_k)) < \varepsilon$ ;

2)  $(\forall Z)(Z \in B \Rightarrow$  почти каждая точка из  $Z$  служит для  $Z$  точкой плотности относительно  $B$ ).

Предложение 2. Пусть  $P$  — семейство  $\mu$ -измеримых частей  $E$ , для которого справедливы соотношения:

а)  $(\forall Z)(\forall g)(Z \in P \ \& \ g \in G \Rightarrow g(Z) \in P)$ ;

б)  $(\forall Z)(Z \in P \Rightarrow \mu(Z) > 0)$ ;

в)  $(\forall x)(x \in E \Rightarrow B$  содержит подпоследовательность, стягивающуюся к точке  $x$ ).

Предположим, далее, что во всяком  $Y \in S$  с  $\mu(Y) > 0$  можно указать хотя бы одну точку, такую, что плотность  $Y$  в этой точке относительно системы  $P$  больше, чем  $\frac{1}{2}$ . Тогда если группа  $G$  действует транзитивно на  $E$ , то для меры  $\mu$  выполняется свойство исчерпывания.

Пусть  $E$  — пространство с действующей в нем топологической группой преобразований  $G$ ,  $\mu$  —  $G$ -инвариантная мера на  $E$ . Будем говорить, что  $\mu$  удовлетворяет сильному свойству устойчивости измери-

мых множеств с конечной мерой при их малых сдвигах, если имеет место соотношение:

$(\forall Y)(\forall \varepsilon) ((Y \text{ есть элемент } \sigma\text{-кольца, на котором задана } \mu, \text{ и } \mu(Y) < +\infty \text{ и } \varepsilon > 0) \Rightarrow (\text{найдется окрестность } V \text{ единицы группы } G, \text{ такая, что для любого } g \in V \mu(g(Y) \Delta Y) < \varepsilon)).$

Предложение 3. Пусть  $E$  — основное базисное множество, наделенное топологической группой преобразований  $G$  и  $G$ -инвариантной мерой  $\mu$  с областью определения  $S$ ,  $B$  — система Витали, для которой справедливы соотношения:

1)  $(\forall Y)(Y \in S \Rightarrow)$  почти каждая точка множества  $Y$  является его точкой плотности относительно системы  $B$ ;

2)  $(\forall Z)(\forall \varepsilon)(Z \in B \ \& \ \mu(Z) < +\infty \ \& \ \varepsilon > 0 \Rightarrow)$  существует окрестность  $V$  единицы группы  $G$ , такая, что, каково бы ни было  $g \in V$ ,  $\mu(g(Z) \Delta Z) < \varepsilon$ .

В этих предположениях можно утверждать, что  $\mu$  удовлетворяет сильному свойству устойчивости измеримых множеств с конечными мерами при их малых сдвигах.

Отметим, что предложение 3 допускает обобщения в различных направлениях.

Систему  $B$  будем называть топологической, если для произвольных  $X \in B$ ,  $Y \in B$  и  $x \in X \cap Y$  найдется множество  $Z \in B$ , содержащее точку  $x$  и входящее в пересечение  $X$  с  $Y$ .

Совершенно ясно, что топологическая система Витали  $B$  служит в пространстве  $E$  базисом некоторой топологии. Последнюю в дальнейшем мы будем обозначать через  $\mathfrak{F}_B$  и будем называть ее топологией Витали. Очевидно, что при этом всякое преобразование  $g$  из группы  $G$  есть гомеоморфизм пространства  $E$  на самого себя; другими словами, топология  $\mathfrak{F}_B$  согласуется с действием группы  $G$  на множестве  $E$ . Кроме того, без особого труда можно доказать, что любая открытая часть пространства  $E$   $\mu$ -измерима, где  $\bar{\mu}$  означает пополнение меры  $\mu$ .

Иногда в определении топологической системы Витали фигурирует дополнительное требование, состоящее в том, что мера границы каждого элемента из  $B$  равна нулю (см. [2]). Приводимое ниже утверждение показывает, что это требование в сущности является излишним.

Предложение 4. Пусть  $(E, G, S, \mu)$  — пространство с  $\sigma$ -конечной инвариантной мерой,  $B$  — топологическая система Витали, обладающая следующими свойствами:

а)  $(\forall Y)(\forall B') (Y \subset E \ \& \ B' \subset B \ \& \ B'$  покрывает  $Y$  в смысле Витали  $\Rightarrow)$  существует счетное дизъюнктное подсемейство  $B'$ , почти покрывающее  $Y$ ;

б)  $(\forall Y)(Y \in S \Rightarrow)$  почти всякая точка из  $Y$  служит для  $Y$  точкой плотности относительно  $B$ .

Положим

$$B^* = \mathcal{E}_Z(Z \in B \ \& \ \mu^*(Fr Z) = 0),$$

где  $Fr Z$  — граница множества  $Z$ ;

$A = \mathcal{E}_x(x \in E \ \& \ \text{найдется последовательность элементов из } B \setminus B^*, \text{ стягивающаяся к } x)$ .

Тогда для  $A$  и  $B^*$  будут справедливы соотношения:

1)  $\mu^*(A) = 0$ ;

2)  $(\forall Y)(\forall \varepsilon)(Y \in S \ \& \ \varepsilon > 0 \Rightarrow)$  существует счетное семейство  $(Z_k)_{k \in N} \subset B^*$ , такое, что  $\mu(Y \Delta (\bigcup_{k \in N} Z_k)) < \varepsilon$ .

Пусть основное базисное множество  $E$  наделено топологией  $\mathfrak{F}$  и мерой  $\mu$ . Говорят, что структуры  $\mathfrak{F}$  и  $\mu$  согласуются друг с другом, если для любой конечной  $\mu$ -измеримой вещественной функции  $f$  можно подобрать почти всюду сходящуюся к  $f$  последовательность  $(f_n)_{n \in N}$ , членами которой являются почти везде непрерывные на  $E$  вещественные функции.

Предложение 5. Пусть  $(E, G, S, \mu)$  — пространство с  $\sigma$ -конечной инвариантной мерой,  $B$  — топологическая система Витали, удовлетворяющая соотношениям а) и б) предложения 4. Тогда топология Витали  $\mathfrak{F}_B$  согласуется с мерой  $\mu$ .

Предложение 6. Пусть  $(E, S, \mu)$  — пространство с  $\sigma$ -конечной мерой,  $B$  — система Витали для  $(E, S, \mu)$ , обладающая свойством:

$(\forall Y)(Y \in S \Rightarrow)$  почти все точки из  $Y$  служат для  $Y$  точками плотности относительно  $B$ .

Тогда соотношение

$$\Psi(X) = \int_X f d\mu \quad (X \in S),$$

в котором  $f$  есть произвольная суммируемая на  $E$  действительная функция, дает почти всюду в  $E$  равенство

$$\Psi'(x) = f(x),$$

где  $\Psi'(x)$  означает производную отображения  $\Psi$  в точке  $x$  относительно системы  $B$ .

Тбилисский государственный университет  
 Институт прикладной математики

(Поступило 19.9.1975)

მათემატიკა

ა. ხარაზიშვილი

ვიტალის სისტემების შესახებ

რეზიუმე

განხილულია ინვარიანტული ზომების ზოგიერთი თვისება, რომელიც ეხება ამ ზომებთან დაკავშირებულ ვიტალის სისტემებს.

MATHEMATICS

A. B. KHARAZISHVILI

ON THE SYSTEMS OF VITALI

Summary

The paper deals with some properties of invariant measures which concern the systems of Vitali connected with these measures.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Бурбаки. Теория множеств. М., 1965.
2. Г. Е. Шилов, Б. Л. Гуревич. Интеграл, мера и производная. М., 1967.
3. А. Б. Харазишвили. ДАН СССР, 220, № 1, 1975.
4. А. Б. Харазишвили. ДАН СССР, 220, № 2, 1975.
5. А. Б. Харазишвили. ДАН СССР, 222, № 3, 1975.



Г. П. ГОГИШВИЛИ

ОБ ОДНОКЛАССНЫХ РОДАХ НЕКОТОРЫХ ТЕРНАРНЫХ  
 КВАДРАТИЧНЫХ ФОРМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 4.7.1975)

Пусть

$$f = \{a, b, c\} = ax^2 + by^2 + cz^2 \quad (1)$$

—целочисленная положительно определенная квадратичная форма с условием о. н. д.  $(a, b, c) = 1$ . Известно, что если квадратичная форма  $f$  принадлежит одноклассному роду, то имеет место равенство

$$r(f, n) = \rho(f, n) \quad (n = 1, 2, \dots), \quad (2)$$

где  $r(f, n)$  — количество представлений натурального числа  $n$  формой  $f$ , а  $\rho(f, n)$  — сингулярный ряд, соответствующий форме  $f$ .

В настоящей заметке применением результатов работ [1, 2] доказывается, что формулы вида (2) имеют место только для форм, принадлежащих одноклассным родам, и что число таких форм, точнее классов таких форм, равно 82.

Некоторые квадратичные формы с четырьмя и большим числом переменных представляют все, без исключения, натуральные числа (см., например, [3]). Но, ни одна из тернарных форм вида (1) не обладает этим свойством. В самом деле, формы  $\{a, b, c\}$  при  $2 \leq a \leq b \leq c$ ;  $\{1, b, c\}$  при  $3 \leq b \leq c$ ;  $\{1, 2, c\}$  при  $c \geq 6$ ;  $\{1, 1, c\}$  при  $c \geq 4$ ;  $\{1, b, b\}$  и  $\{1, b, 2b\}$  при  $b = 1, 2$ ;  $\{1, 2, 4 \pm 1\}$  и  $\{1, 1, 3\}$  не представляют соответственно числа 1, 2, 5, 3, 7, 14, 10 и 6. Следовательно, для произвольных форм  $f$  вида (1) имеем

$$r(f, n) = 0 \text{ при надлежащих } n.$$

Тогда, если имеет место формула (2), получим

$$\rho(f, n) = 0. \quad (3)$$

Сумма ряда  $\rho(f, n)$  дается формулой

$$\rho(f, n) = 2^{(\alpha+\nu)/4+4} \frac{\omega_1^{1/2} \sigma^{1/2}}{\Delta \pi} X_2 \prod_{p|\Delta, p>2} X_p \prod_{p|\Delta, p>2} (1-p^{-2})^{-1} \times \\ \times \prod_{p|\tau_2} \left(1 - \left(\frac{-\omega}{p}\right) \frac{1}{p}\right) \mathcal{L}(1, -\omega) \sum_{d|\tau_1} d \prod_{p|d} \left(1 - \left(\frac{-\omega}{p}\right) \frac{1}{p}\right), \quad (4)$$

которая получена Г. А. Ломадзе ([2], лемма 15); там же определены и все величины, входящие в эту формулу.



Из (3) и (4) следует, что либо  $X_2 = 0$ , либо  $X_p = 0$  (здесь и в дальнейшем  $p$  — нечетный простой делитель определителя  $\Delta$  формы  $f$ ), так как все остальные множители правой части (4) отличны от нуля. Но если равенства

$$X_2 = 0 \text{ или } X_p = 0$$

имеют место при некотором  $n$ , то, как это вытекает из формул для  $X_2$  и  $X_p$  (см. [2], стр. 286—289, 292—293), эти равенства соответственно будут иметь место и для всех натуральных чисел, принадлежащих прогрессиям вида

$$2^t(8k + h) \text{ или } p^s(pk + j). \quad (5)$$

Здесь  $t$ ,  $k$  и  $s$  принимают некоторые или все целые неотрицательные значения,  $h$  — нечетное натуральное число,  $j$  пробегает квадратичные вычеты или невычеты по модулю  $p$  или и те, и другие.

Согласно Диксону [1, 3], квадратичная форма называется регулярной, если она представляет все числа, кроме тех, которые составляют прогрессии вида (5). Следовательно, согласно сказанному выше, все формы вида (1) с условием (2) являются регулярными. Известно также, что все квадратичные формы, принадлежащие одноклассному роду, регулярны.

Джонс и Полл [1] доказали, что существуют лишь 102 регулярные формы вида (1) и среди них только 82 принадлежат одноклассным родам. Для последних имеет место равенство (2). Нетрудно проверить, что только эти формы из всех 102 названных форм удовлетворяют условию (2).

Таким образом, одноклассность рода, которому принадлежит данная форма  $f$ , эквивалентна существованию формулы вида (2).

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

(Поступило 18.7.1975)

მათემატიკა

## ბ. გოგინშვილი

ტირნარულ კვადრატულ ფორმათა ზოგინერთი ერთკლასიანი  
 გვარის შესახებ

რეზიუმე

[1] და [2] შრომების შედეგების გამოყენებით დამტკიცებულია, რომ (2) სახის ფორმულებს ადგილი აქვთ მხოლოდ ისეთი (1) კვადრატული ფორმებისათვის, რომლებიც ეკუთვნიან ერთკლასიან გვარებს და ასეთ ფორმათა რიცხვი, უფრო ზუსტად, ასეთ ფორმათა კლასების რიცხვია 82.

G. P. GOGISHVILI

ON ONE-CLASS GENERA OF SOME TERNARY QUADRATIC FORMS

Summary

Using the results of [1] and [2], it is proved that the formulae of type (2) take place only for those quadratic forms  $f$  which are in the genera of one class and the number of such forms, or more exactly classes of such forms, is equal to 82.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. B. W. Jones, G. Pall. Acta Math., 70, 1938, 165-191.
2. Г. А. Ломадзе. Acta Arithm., 19 (3), 1971, 291-329; 19(4), 69-89.
3. L. E. Dickson. Modern Elementary Theory of Numbers. Chicago. 1939.



М. Р. АГНИАШВИЛИ

ЭФФЕКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ПЕРВОЙ ОСНОВНОЙ ГРАНИЧНОЙ ЗАДАЧИ КОЛЕБАНИЯ МОМЕНТНОЙ ТЕОРИИ ТЕРМОУПРУГОСТИ ДЛЯ ПРОСТРАНСТВА С ШАРОВОЙ ПОЛОСТЬЮ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Гегелиа 29.7.1975)

Основные уравнения термоупругих стационарных колебаний моментной теории упругости в случае однородной изотропной среды записываются следующим образом:

$$\begin{aligned} (\mu + \alpha)\Delta u + (\lambda + \mu - \alpha) \operatorname{grad} \operatorname{div} u + \gamma \sigma^2 u + 2\alpha \operatorname{rot} \omega - \nu \operatorname{grad} \Theta &= 0, \\ (\gamma + \varepsilon)\Delta \omega + (\beta + \gamma - \varepsilon) \operatorname{grad} \operatorname{div} \omega + (I \sigma^2 - 4\alpha)\omega + 2\alpha \operatorname{rot} u &= 0, \quad (1) \\ \Delta \Theta + \frac{i\sigma}{\kappa} \Theta + i\sigma \eta \operatorname{div} u &= 0, \end{aligned}$$

где  $u = (u_1, u_2, u_3)$  — вектор смещения,  $\omega = (\omega_1, \omega_2, \omega_3)$  — вектор вращения,  $\Theta$  — температура,  $\mu, \lambda, \alpha, \nu, \gamma, \varepsilon, \beta, \kappa, \eta$  — физические постоянные, характеризующие данную среду,  $\sigma$  — частота колебания,  $I$  — момент инерции.

Обозначим внешнюю область шара  $\{x: |x| \leq a\}$  через  $D^-$ , а границу шара — через  $S$ . В статье решается следующая граничная задача: найти в области  $D^-$  решение  $U = (u, \omega, \Theta)$  системы (1) из класса  $C^2(D^-) \cap C^1(\bar{D}^-)$ , удовлетворяющее на бесконечности условию излучения (см. [1]), а на  $S$  — граничному условию

$$u|_S = f^{(1)}, \quad \omega|_S = f^{(2)}, \quad \Theta|_S = f_3,$$

где  $f^{(1)} = (f_1^{(1)}, f_2^{(1)}, f_3^{(1)})$ ,  $f^{(2)} = (f_1^{(2)}, f_2^{(2)}, f_3^{(2)})$  — заданные на  $S$  вектор-функции, а  $f_3$  — скалярная функция, заданная на  $S$ .

Всякое решение системы (1) единственным образом представимо в виде

$$\begin{aligned} u(x) &= K_{\lambda_1} \operatorname{grad} \varphi^{(1)}(x) + K_{\lambda_2} \operatorname{grad} \varphi^{(2)}(x) + \varphi^{(3)}(x) + \varphi^{(4)}(x), \\ \omega(x) &= K_{\lambda_3} \operatorname{rot} \varphi^{(3)}(x) + K_{\lambda_4} \operatorname{rot} \varphi^{(4)}(x) + \operatorname{grad} \varphi^{(5)}(x), \quad (2) \\ \Theta(x) &= \varphi^{(1)}(x) + \varphi^{(2)}(x), \end{aligned}$$

где

$$(\Delta + \lambda_j^2) \varphi^{(j)} = 0, \quad j = 1, 2, 3, 4, 5, \quad \operatorname{div} \varphi^{(3)} = \operatorname{div} \varphi^{(4)} = 0,$$

$$K_{\lambda_i} = \frac{\nu}{(\lambda + 2\mu)(k_i^2 - \lambda_i^2)}, \quad i = 4, 3, \quad K_{\lambda_i} = \frac{2\alpha}{(\gamma + \varepsilon)(\lambda_i^2 - k_2^2)}, \quad i = 1, 2,$$

$$\lambda_1^2 + \lambda_2^2 = \frac{\rho\sigma^2}{\lambda + 2\mu} + \frac{i\sigma}{\alpha} + \frac{i\sigma\eta\gamma}{\lambda + 2\mu}, \quad \lambda_1^2 \lambda_2^2 = \frac{\rho\sigma^2}{\lambda + 2\mu} \frac{i\sigma}{\alpha},$$

$$\lambda_3^2 + \lambda_4^2 = \frac{I\sigma^2 - 4\alpha}{\gamma + \varepsilon} + \frac{\rho\sigma^2}{\mu + \alpha} + \frac{4\alpha^2}{(\gamma + \varepsilon)(\mu + \alpha)}, \quad \lambda_3^2 \lambda_4^2 = \frac{I\sigma^2 - 4\alpha}{\gamma + \varepsilon} \frac{\rho\sigma^2}{\mu + \alpha},$$

$$k_1^2 = \frac{\rho\sigma^2}{\lambda + 2\mu}, \quad k_2^2 = \frac{I\sigma^2 - 4\alpha}{\gamma + \varepsilon}, \quad \lambda_5^2 = \frac{I\sigma^2 - 4\alpha}{\beta + 2\gamma}.$$

Идея построения эффективного решения поставленной задачи заключается в том, чтобы найти решения уравнений  $(\Delta + \lambda_j^2) \varphi^{(j)} = 0$ ,  $j=1, 2, 3, 4, 5$ , удовлетворяющие условиям  $\operatorname{div} \varphi^{(3)} = \operatorname{div} \varphi^{(4)} = 0$ , такие, чтобы представление (2) давало решение поставленной задачи.

Решение уравнения  $(\Delta + \lambda_j^2) \varphi^{(j)} = 0$  области  $D^-$  представляется в виде

$$\varphi^{(j)}(x) = \sum_{m=0}^{\infty} R_{mj}(r) Y_m^{(j)}(\Theta, \varphi). \quad (3)$$

$r$ ,  $\Theta$  и  $\varphi$  — сферические координаты точки  $x$ ,

$$R_{mj} = \sqrt{\frac{a}{r}} \frac{H_{m+1/2}^{(1)}(\lambda_j r)}{H_{m+1/2}^{(1)}(\lambda_j a)}, \quad (4)$$

$H_{m+1/2}^{(1)}(\xi)$  — функция Ганкеля первого рода:  $Y_m^{(j)}(\Theta, \varphi)$  при  $j=1, 2, 5$  — сферические функции порядка  $m$ , а при  $j=3, 4$   $Y_m^{(j)} = (Y_{m_1}^{(j)}, Y_{m_2}^{(j)}, Y_{m_3}^{(j)})$ , где  $Y_{m_i}^{(j)}$  — сферические функции порядка  $m$ .

Введем матричный дифференциальный оператор

$$M(\partial_x, n(x)) = \|M_{kj}(\partial_x, n(x))\|_{3 \times 3},$$

$$M_{kj}(\partial_x, n) = n_j(x) \frac{\partial}{\partial x_k} - n_k(x) \frac{\partial}{\partial x_j}, \quad (5)$$

$$\text{где } n(x) = \left( \frac{x_1}{r}, \frac{x_2}{r}, \frac{x_3}{r} \right), \quad r = |x|, \quad \frac{\partial}{\partial S_k} = [n(x), \nabla(\partial_x)]_k,$$

$$\nabla(\partial_x) = \left( \frac{\partial}{\partial x_1}, \frac{\partial}{\partial x_2}, \frac{\partial}{\partial x_3} \right).$$

Разложим граничные данные  $f^{(1)}, f^{(2)}, f_3$ , а также  $(n(z), f^{(j)}(z)), [n(z), f^{(j)}(z)]$ ,  $j=1, 2$  по сферическим функциям:

$$f_k^{(j)}(z) = \sum_{m=0}^{\infty} f_{mk}^{(j)}(z), \quad (n(z), f^{(j)}(z)) = \sum_{m=0}^{\infty} (n(z), f^{(j)}(z))_m,$$

$$j = 1, 2, \quad k = 1, 2, 3, \quad (6)$$

$$[n(z), f^{(j)}(z)]_k = \sum_{m=0}^{\infty} [n(z), f^{(j)}(z)]_{mk}, \quad f_3(z) = \sum_{m=0}^{\infty} f_{m3}(z).$$

Здесь  $[n, f]_k$  обозначает  $k$ -ю компоненту векторного произведения  $n$  и  $f$ , а  $(n, f)$  — скалярное произведение векторов  $n$  и  $f$ .

Так как  $(\Delta + \lambda_j^2) \varphi^{(j)} = 0$  и  $\operatorname{div} \varphi^{(j)} = 0$ ,  $j = 3, 4$ , то  $(\Delta + \lambda_j^2)(x, \varphi^{(j)}) = 0$ . Поэтому во внешней области  $(x, \varphi^{(j)})$  представится следующим образом:

$$(x, \varphi^{(j)}) = \sum_{m=0}^{\infty} R_{mj}(r) Z_m^{(j)}(\Theta, \varphi). \quad (7)$$

Здесь  $R_{mj}(r)$  определено равенством (4), а  $Z_m^{(j)}(\Theta, \varphi)$ ,  $j = 1, 2, 5$  — сферическая функция порядка  $m$ , а при  $j = 3, 4$   $Z_m^{(j)} = (Z_{m1}^{(j)}, Z_{m2}^{(j)}, Z_{m3}^{(j)})$ ,  $Z_{m4}^{(j)}$  — сферическая функция порядка  $m$ .

Из (2) применением (4) и (7) при  $r \rightarrow a$  с учетом (6) для нахождения  $Y_m^{(j)}$ ,  $j = 1, 2, 3, 4, 5$  получим следующую систему уравнений:

$$\left\{ \begin{aligned} & K_{\lambda_1} \left[ \frac{\partial R_{m1}(r)}{\partial r} \right]_{r=a} Y_m^{(1)}(\Theta, \varphi) + K_{\lambda_2} \left[ \frac{\partial R_{m2}(r)}{\partial r} \right]_{r=a} Y_m^{(2)} + \\ & + \frac{1}{a} Z_m^{(4)}(\Theta, \varphi) + \frac{1}{a} Z_m^{(3)}(\Theta, \varphi) = (n, f^{(1)})_m, \\ & \frac{\lambda_3^2 K_{\lambda_3}}{a} Z_m^{(3)}(\Theta, \varphi) + \frac{\lambda_4^2 K_{\lambda_4}}{a} Z_m^{(4)}(\Theta, \varphi) = \sum_{k=1}^3 \frac{\partial f_{mk}^{(2)}(z)}{\partial S_k(z)}, \\ & + \frac{m(m+1)K_{\lambda_1}}{a} Y_m^{(1)} + \frac{m(m+1)K_{\lambda_2}}{a} Y_m^{(2)} + \\ & + \frac{1}{a} \left[ \left( 1 + r \frac{\partial}{\partial r} \right) R_{m1}(r) \right]_{r=a} Z_m^{(1)} + \\ & + \frac{1}{a} \left[ \left( 1 + r \frac{\partial}{\partial r} \right) R_{m2}(r) \right]_{r=a} Z_m^{(2)} = - \sum_{k=1}^3 \frac{\partial [z \cdot f^{(1)}]_{mk}}{\partial S_k(z)}, \\ & Y_m^{(1)} + Y_m^{(2)} = f_{3m}(z), \\ & \sum_{k=1}^3 \frac{\partial Y_{mk}^{(3)}}{\partial S_k} + \sum_{k=1}^3 \frac{\partial Y_{mk}^{(4)}}{\partial S_k} = \sum_{k=1}^3 \frac{\partial f_{mk}^{(1)}(z)}{\partial S_k(z)}, \\ & K_{\lambda_3} \sum_{k=1}^3 \frac{\partial Y_{mk}^{(3)}}{\partial S_k} + K_{\lambda_4} \sum_{k=1}^3 \frac{\partial Y_{mk}^{(4)}}{\partial S_k} + \left[ \frac{\partial}{\partial r} R_{m5}^{(r)} \right]_{r=a} Y_m^{(5)} = (n, f^{(1)})_m, \\ & K_{\lambda_3} \left[ \left( 1 + r \frac{\partial}{\partial r} \right) R_{m3}(r) \right]_{r=a} \sum_{k=1}^3 \frac{\partial Y_{mk}^{(3)}}{\partial S_k} + \\ & + K_{\lambda_4} \left[ \left( 1 + r \frac{\partial}{\partial r} \right) R_{m4}(r) \right]_{r=a} \sum_{k=1}^3 \frac{\partial Y_{mk}^{(4)}}{\partial S_k} + \frac{m(m+1)}{a} Y_m^{(5)} = \\ & = \sum_{k=1}^3 \frac{\partial}{\partial S_k} [z, f^{(2)}]_{mk}, \end{aligned} \right. \quad (8)$$

$$\left. \begin{aligned} & \sum_{k=1}^3 \frac{\partial Y_{mk}^{(3)}}{\partial S_k} + \sum_{k=1}^3 \frac{\partial Y_{mk}^{(4)}}{\partial S_k} = \sum_{k=1}^3 \frac{\partial f_{mk}^{(1)}(z)}{\partial S_k(z)}, \\ & K_{\lambda_3} \sum_{k=1}^3 \frac{\partial Y_{mk}^{(3)}}{\partial S_k} + K_{\lambda_4} \sum_{k=1}^3 \frac{\partial Y_{mk}^{(4)}}{\partial S_k} + \left[ \frac{\partial}{\partial r} R_{m5}^{(r)} \right]_{r=a} Y_m^{(5)} = (n, f^{(1)})_m, \\ & K_{\lambda_3} \left[ \left( 1 + r \frac{\partial}{\partial r} \right) R_{m3}(r) \right]_{r=a} \sum_{k=1}^3 \frac{\partial Y_{mk}^{(3)}}{\partial S_k} + \\ & + K_{\lambda_4} \left[ \left( 1 + r \frac{\partial}{\partial r} \right) R_{m4}(r) \right]_{r=a} \sum_{k=1}^3 \frac{\partial Y_{mk}^{(4)}}{\partial S_k} + \frac{m(m+1)}{a} Y_m^{(5)} = \\ & = \sum_{k=1}^3 \frac{\partial}{\partial S_k} [z, f^{(2)}]_{mk}, \end{aligned} \right. \quad (9)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} Y_m^{(3)} + Y_m^{(4)} = F_m^{(1)}(\Theta, \varphi), \\ K_{\lambda_3} \left[ r \frac{\partial}{\partial r} R_{m3}(r) \right]_{r=a} Y_m^{(3)} + K_{\lambda_4} \left[ r \frac{\partial}{\partial r} R_{m4}(r) \right]_{r=a} Y_m^{(4)} - \\ - K_{\lambda_3} a M(\partial_z, n) Y_m^{(3)} - K_{\lambda_4} a M(\partial_z, n) Y_m^{(4)} = F_m^{(2)}(\Theta, \varphi), \end{array} \right. \quad (10)$$

где  $F_m^{(i)} = (F_m^{(i)}, F_m^{(i)}, F_m^{(i)})$  — сферическая функция порядка  $m$ ,

$$\sum_{m=0}^{\infty} F_m^{(1)} = f^{(1)}(z) - K_{\lambda_1} \operatorname{grad} \varphi^{(1)}(z) - K_{\lambda_2} \operatorname{grad} \varphi^{(2)}(z),$$

$$\sum_{m=0}^{\infty} F_m^{(2)} = [z, \operatorname{grad} \varphi^{(3)}(z)] - [z, f^{(2)}(z)].$$

Детерминанты систем (8) и (9) отличны от нуля, и из этих систем находим  $Y_m^{(1)}$ ,  $Y_m^{(2)}$ ,  $Y_m^{(5)}$ . Решение системы (10) относительно  $Y_m^{(3)}$  и  $Y_m^{(4)}$  дано в [2]. Подставим найденные из систем (8), (9), (10) значения  $Y_m^{(i)}$ ,  $i=1, 2, 3, 4, 5$  в (3). Тогда для полученного представление (2) дает искомое решение поставленной задачи. Обосновать указанную схему решения нам удалось в предположении, что граничные данные принадлежат классу  $C^{5,\alpha}(D^-)$ .

Тбилисский государственный университет  
 Институт прикладной математики

(Поступило 31.7.1975)

მათემატიკა

ა. აღნიაშვილი

თერმოელასტობის მომენტური თეორიის რხვის პირველი ძირითადი სასაზღვრო ამოცანის ეფექტური ამოხსნა სივრცისათვის სფერული სიღრმით

რეზიუმე

აგებულია თერმოელასტობის მომენტური თეორიის სტაციონარული რხვის პირველი ძირითადი სასაზღვრო ამოცანის ეფექტური ამოხსნა მწკრივების საშუალებით სფეროს გარე არეს შემთხვევაში.

MATHEMATICS

M. R. AGNIASHVILI

THE EFFECTIVE SOLUTION OF THE FIRST BASIC BOUNDARY  
 VALUE PROBLEM OF THE MOMENT THEORY OF  
 THERMOELASTICITY FOR THE SPACE WITH A BALL HOLE

Summary

The effective solution of the first basic boundary value problem of the moment theory of thermoelasticity for stationary vibrations for the case of the exterior domain of a ball with the help of series is built.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Д. Купрадзе, Т. Г. Гегелиа, М. О. Башелейшвили, Т. В. Бурчуладзе. Трехмерные задачи математической теории упругости и термоупругости. М., 1974.
2. Д. Г. Натрошвили. Труды Ин-та прикладной математики ТГУ, т. III, 1972.

А. Х. ГИОРГАДЗЕ, А. А. МАТЕВОСЯН

## К ВОПРОСУ ОБ УНИВЕРСАЛЬНОМ КЛЕТОЧНОМ ВЕРОЯТНОСТНОМ АВТОМАТЕ

(Представлено академиком В. В. Чарчанидзе 5.11.1975)

В основу настоящей работы положена работа [1], в которой изучается проблема реализации детерминированного автомата клеточным автоматом. Здесь мы предлагаем простой способ реализации вероятностного автомата (в. а.) на клеточном вероятностном автомате.

Клеточным автоматом называется плоская логическая сеть над множеством целочисленных точек, представляющих собой идентичные автоматы (ячейки), и при этом входные и выходные каналы каждой ячейки  $c$  с координатами  $(i, j)$  соединены с ячейками  $(i-1, j)$ ,  $(i+1, j)$ ,  $(i, j-1)$ ,  $(i, j+1)$ . Описание ячейки  $c$ , равно как и более подробное описание клеточного автомата, приводится в [1].

Определение клеточного вероятностного автомата аналогично определению детерминированного клеточного автомата и отличается лишь конструкцией ячейки. Преобразуем ячейку  $c$  в вероятностную ячейку  $a$  следующим образом. Множество состояний ячейки  $a$  увеличим на два состояния  $s_i$  и  $s_j$  и вероятности переходов между ними положим равными  $p_{s_i s_i} = p_{s_i s_j} = p_{s_j s_i} = p_{s_j s_j} = \frac{1}{2}$ . Переходы между остальными состояниями ячейки  $a$  совпадают с переходами между соответствующими состояниями в ячейке  $c$ . Выходные буквы, связанные с состояниями  $s_i$  и  $s_j$ , совпадают с теми выходными буквами ячейки  $c$ , которые используются в качестве входного алфавита всего детерминированного клеточного автомата.

Понятие моделирования в. а. на клеточном в. а. отличается от определения моделирования, приведенного в [1], лишь правилом введения входных букв, которое будет дано ниже.

Пусть задан в. а.  $A = (X, Y, S, \{H(x_i)\}, F)$ , где  $X = (x_1, x_2, \dots, x_k)$  — входной алфавит,  $Y = (y_1, y_2, \dots, y_m)$  — выходной алфавит,  $S$  — множество состояний мощности  $n$ ,  $\{H(x_i)\}$  — множество матриц переходных вероятностей,  $F$  — выходная функция, которую вначале положим детерминированной (ниже будет сказано несколько слов о том, как обобщить предлагаемый способ на случай вероятностной выходной функции).

Рассмотрим известное [2] разложение матриц  $H(x)$ :

$$H(x_j) = \sum_{i=1}^{r(j)} q_i(x_j) D_i(x_j), \quad 0 < q_i(x_j) < 1,$$

$$\sum_{i=1}^{r(j)} q_i(x_j) = 1, \quad r(j) = r(x_j) \leq n^2 - n + 1,$$

где  $D_i(x_j)$  — стохастические квадратные матрицы размерности  $n$  с элементами 0 и 1.

Введем обозначения:  $d = \sum_{j=1}^k r(x_j)$ ,  $l_i$  — общий знаменатель чисел  $q_1(x_i), \dots, q_{r(i)}(x_i)$  и  $l = \max_i l_i$ . Образует систему  $G$  параллельно функционирующих генераторов Бернулли с двумя равновероятными исходами в количестве  $b = \lceil \log_2 l \rceil$ . С каждым состоянием  $j$  системы  $G$  свяжем выходную букву  $z_j$ . Для каждой буквы  $x_i$  из числа  $f = 2^b$  букв  $z$  выделим первые  $l_i$  букв и введем разбиение

$$\pi_i = (\overline{1, 2, \dots, h_1(i)}; \overline{h_1(i) + 1, \dots, h_2(i)}; \dots; \overline{h_{r(i)-1}(i) + 1, \dots, h_{r(i)}(i)});$$

$$\overline{h_{r(i)}(i) + 1, \dots, f} = (B_1^i, B_2^i, \dots, B_{l_i}^i, B_\Lambda^i),$$

где  $h_j(i) = q_j(x_i)l_i$ ,  $j = 1, 2, \dots, r(i)$ . Блоки  $B_1^i, \dots, B_{l_i}^i$  назовем значащими. Построим детерминированный автомат  $D'$ , для которого входными буквами являются пары  $(x_i, z_j)$ ,  $i = \overline{1, k+1}$ ,  $j = \overline{1, f}$  и  $x_{k+1} = \Lambda$  — пустая буква. Метод реализации иллюстрируется рис. 1. Канал, на который по-

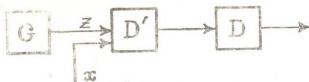


Рис. 1

даются буквы  $x_i$ , назовем основным. Выходной алфавит  $D'$  образуем буквами  $u_1, u_2, \dots, u_d, \Lambda$ . Автомат  $D'$  однозначно сопоставляет каждому значащему блоку из разбиений  $\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_k$  одну из букв  $u_i$ ,  $i = \overline{1, d}$  а всем блокам  $B_\Lambda^i$  — пустую букву  $\Lambda$ . Пусть на  $D'$  подана пара  $(x_i, z_j)$ , такая, что  $z_j$  принадлежит одному из значащих блоков  $\pi_i$ . В этом случае на выходе  $D'$  должна появиться буква, сопоставленная с этим блоком. Если же  $z_j$  не входит в значащие блоки  $\pi_i$ , на выходе  $D'$  должна появиться буква  $\Lambda$ . В этом случае на основной канал подается буква  $\Lambda$  до тех пор, пока на выходе  $D'$  не появится значащая буква. Таким образом, на выходе  $D'$  при подаче  $x_i$  будут появляться либо буквы  $u_{r(i-1)+1}, u_{r(i-1)+2}, \dots, u_{r(i)}$  с вероятностями  $q_1(x_i), q_2(x_i), \dots, q_{r(i)}(x_i)$ , либо буква  $\Lambda$ .

Построим теперь автомат  $D$  следующим образом. Входным алфавитом автомата  $D$  объявим буквы  $u_1, u_2, \dots, u_d, \Lambda$ . В качестве переходных матриц, связанных с буквами  $u_1, u_2, \dots, u_{r(i)}$  возьмем матрицы  $D_1(x_1), D_2(x_1), \dots, D_{r(i)}(x_1)$  разложения матрицы  $H(x_1)$ . С буквами  $u_{r(i)+1}, \dots, u_{r(i+1)}$  свяжем матрицы  $D_1(x_2), \dots, D_{r(i+1)}(x_2)$  и т. д. С буквой  $\Lambda$  свяжем диагональную матрицу.



Нетрудно видеть, что система  $G$  вместе с автоматами  $D'$  и  $D$  воспроизводит работу в. а.  $A$ . Кроме того, с помощью ячейки  $a$  несложно промоделировать все три автомата  $G$ ,  $D'$  и  $D$  на вероятностном клеточном автомате, используя приемы, приведенные в [1]. Ельшиме параметры автомата  $D'$ . Для него  $(k+1) \cdot 2^{\lceil \log_2 l \rceil}$  — число входных букв,  $k$  — число состояний,  $d+1$  — число выходных букв.  $d+1$ ,  $n$ ,  $m$  — соответствующие параметры автомата  $D$ . Согласно [1], сложность реализации автоматов  $D'$  и  $D$  есть

$$L(D', D) = k(k+1)2^{\lceil \log_2 l \rceil} \cdot \log_2 k(d+1) + (d+1)n \log_2 mn.$$

Поскольку число ячеек типа  $a$ , используемых при построении в. а.  $G$  есть  $\lceil \log_2 l \rceil$ , сложность  $L(A)$  реализации в. а.  $A$  на клеточном вероятностном автомате будет

$$L(A) = L(D', D) + \lceil \log_2 l \rceil.$$

Пусть  $t(D', D)$  — растяжение тактности, которое необходимо для реализации, согласно [1], системы в. а.  $D'$ ,  $D$  на клеточном автомате. Согласно [3], математическое ожидание поступления значащих букв в в. а.  $G$  равно 2. Тогда для растяжения тактности  $T(A)$  при реализации в. а. на клеточном в. а. предложенным способом справедливо

$$T(A) < 2t(D', D).$$

В случае, когда выходная функция автомата вероятностная, можно выходной вероятностный преобразователь (интерпретируя его как вероятностный автомат) заменить генератором Бернулли и последовательно соединенным с ним детерминированным автоматом так, как это было проделано для в. а.  $A$ , и далее следовать описанной выше процедуре реализации.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт кибернетики

(Поступило 14.11.1975)

ბიბლიოგრაფია

ბ. გომრეაძე, ა. მათეველიანი

შენიშვნასა და უკრძალავი ალბათური ავტომატის ავტომატის საკითხისათვის

რეზიუმე

განხილულია სასრულო ალბათური ავტომატების რეალიზაციის მეოთხე ალბათური ავტომატების სივრცეში.

მოცემულია რეალიზაციის დროისა და სირთულის შეფასებები.

A. Kh. GIORGADZE, A. A. MATEVOSIAN

TOWARDS THE UNIVERSAL CELLULAR PROBABILISTIC  
AUTOMATON

## Summary

The method of realization of an arbitrary final state probabilistic automaton in the cellular space is described. Time and complexity estimations are given.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Я. Макаревский. Кибернетика, 6, 1970, 39.
2. J. P. Cleave. *Cybernetica*, v. 5, 1962.
3. А. X. Гиоргадзе, Э. И. Кистаури. Сообщения АН ГССР, 79, № 1, 1975, 45.

М. Е. ПЕРЕЛЬМАН

## ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ КЛАССОВ ФУНКЦИЙ, ОПИСЫВАЮЩИХ СИСТЕМЫ, ЧЕРЕЗ АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ СВОЙСТВА ЭТИХ СИСТЕМ И ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 9.7.1975)

Альтернативные свойства (АС) систем [1, 2] характеризуются их полным наличием или отсутствием (причинность, строгие границы спектра пропускания прибора или границы отверстия в экране, предельная длительность события и т. п.). Наличие АС системы позволяет уточнить классы описывающих ее функций. Так, причинность приводит (в нерелятивистской теории) к аналитичности фурье-образа  $\tilde{f}(\omega)$  функции передачи  $f(t)$ , т. е. к тому, что причинная одномерная система может описываться лишь такими функциями, у которых (при задании числа и вида вычетов)  $\operatorname{Re} \tilde{f}(\omega)$  и  $\operatorname{Im} \tilde{f}(\omega)$  связываются преобразованием Гильберта (дисперсионные соотношения Крамерса — Кронига). Существование конечной полосы пропускания сигнала приводит к теоремам отсчета Котельникова—Шеннона, т. е. к представлению функций рядом по  $(\sin nx)/x$  и т. д. Таким образом, во всех этих случаях класс функций, в рамках которого возможно описание системы, задается интегральным представлением (ИП).

В настоящей статье методы построения ИП, предложенные в статьях [2—5], и определения соответствующих им классов функций исследуются в абстрактном виде для широкого класса АС (для упрощения записи ограничиваемся ИП в сильной топологии (ср. [4, 5]), заданными над  $R^m$ ).

В работах [2—4] был установлен следующий алгоритм построения ИП по АС. Если наличие АС означает, что некая функция системы  $f(x) \equiv 0$  при  $x \in S$ , то  $f(x)$  должно удовлетворять уравнению сдвига  $f(x) = S(x) f(x)$ , где  $S(x)$  — характеристическая функция (пресектор) носителя  $S$ . Свертка по Фурье (или другое преобразование [2]) уравнения ограничения и приводит к исходу ИП:  $\tilde{f}(\omega) = \tilde{S}(\omega) * \tilde{f}(\omega)$ . Этим устанавливается связь строгих изоморфизмов: АС — пресектор — уравнение сдвига — ИП.

Однако в [2—4] не уточнены классы функций, для которых установлены ИП. Сложность проблемы здесь в том, что, во-первых,  $S(x)$  разрывно на границе  $\partial S$  носителя  $S$  и поэтому необходимо переопределить  $f(x)$  или  $S(x)$  для существования произведения  $S(x) f(x)$ ,

а во-вторых, возможно наличие добавочных АС типа  $\tilde{f}(p) \equiv 0$  при  $p \in Q$  и необходимо установить правила подстановки соответствующего уравнения ограничения в правую сторону ИП (в [1] это сделано для одномерного случая). Отметим, что при этом приходится конструировать довольно сложные пространства; уже простейшие разветвленные процессы (устройства) могут быть описаны лишь в оснащенных гильбертовых пространствах  $H'$  (см. [5], а также [6]).

Классы функций определим так: запись  $f(x) \in \Phi^{n+1}[S, S'] \subset H'$  означает, что  $x = (x_1, \dots, x_m) \in R^m$ , носитель функции  $\text{supp } f(x) = S$ , носитель сингулярностей на границе  $\partial S$  равен  $\partial S'$ , а максимальная сингулярность в  $\partial S'$  не превышает  $\delta^{(n)}(x)$  или  $x^{-n}$  при  $x \rightarrow 0$ .

Для дальнейшего необходимы следующие леммы:

1°. Если  $f(x) \in \Phi^1[S_1, S_1]$  и  $\varphi(x) \in \Phi^k[S_2, S_2]$ , то  $f(x) * \varphi(x) \in \Phi^\alpha[S, S']$ , где  $S \subseteq S_1 \cup S_2$ ;  $\partial S' \subseteq \partial S'_1 \cup \partial S'_2$  и  $\alpha \leq n + k - m$ .

2°. Если область  $S$  содержит  $N$  бесконечно удаленных точек  $x_k$ , то  $\tilde{S}(p) \in \Phi^N[R^m]$ .

3°. Если  $\bar{S}$  — дополнение к  $S$ , то  $S(x) + \bar{S}(x) + \partial S(x) = 1$  и  $\partial S(x) \in \Phi^\alpha[U]$ , где  $\alpha \leq m$ ;  $U = S \cap \bar{S}$ .

Необходимость этого утверждения следует из того, что проектор не определен на конечной границе носителя (функция Хевисайда  $\theta(x)$  не определена в точке  $x=0$ ), достаточность — из того, что объем любой области  $R^m$  не превосходит  $x^m$  при  $x \rightarrow \infty$ .

4°. Если  $f(x) \in \Phi^1[S, S']$  и  $\varphi(x) \in \Phi^k[S_1, S'_1]$ , то  $f(x) \varphi(x) \in \Phi^\alpha[S_2, S'_2]$  где  $S_2 \subseteq S \cap S_1$ ,  $\partial S'_2 \subseteq \partial S' \cup \partial S'_1$  и  $\alpha \leq n + k$ .

Для достаточно гладких функций, которые локально, на границе носителя, не сингулярны, правила построения ИП по АС даются тремя теоремами.

**Теорема 1.** Если  $f(x) \in \Phi^1$  [5], то следующие предложения эквивалентны:

- 1)  $\text{supp } f(x) = S$ ;
- 2)  $f(x) = (S(x) + \partial S(x)) f(x)$ ;
- 3)  $\tilde{f}(p) = \tilde{S}(p) * \tilde{f}(p) + \sum a_k f^{(k)}(x \in \partial S)$ ,  $k = 1, 2, \dots, m$ .

Доказательство теоремы следует из лемм 1° и 3°. С этим результатом можно сравнить теорему 3.3 книги [7].

**Теорема 2.** Если  $f(x) \in \Phi^1[S]$  [5] и  $\tilde{f}(p) \in \Phi^0[Q]$ , то система

$$f(x) = [S(x) + \partial S(x)] f(x), \quad \tilde{f}(p) = [Q(p) + \partial Q(p)] \tilde{f}(p)$$

эквивалентна одному ИП

$$\tilde{f}(p) = Q(p) \{ \tilde{S}(p) * \tilde{Q}(p) \tilde{f}(p) \} + \sum_0^m A_k,$$

где

$$A_k = a_k f^{(k)}(x \in \partial S) + b_k \int dp \tilde{S}(p) \tilde{f}^{(k)}(p) + c_k \int dp \tilde{S}^{(k)}(p) Q(p) \tilde{f}(p).$$

Теорема 3. Если в условиях теоремы 2  $\text{supp } \tilde{S}(p) = Q$ , то

$$\tilde{f}(p) = \tilde{S}(p) * Q(p) \tilde{f}(p) + \sum B_k,$$

где  $B_k = A_k$  при  $c_k = 0$ .

Доказательства теорем 2 и 3 следуют из теоремы 1 и леммы 1° при комбинировании двух уравнений ограничения. Отметим, что ИП теоремы 3 имеет место и при произвольном  $\text{supp } \tilde{S}(p)$ , если  $\tilde{f}(p)$  аналитично ([3], стр. 40).

Вычеты во всех этих ИП определяются, независимо от АС, из условий физической осуществимости (в теории поля это массы, заряды частиц [2, 4], в теории цепей — емкости, индуктивности [5] и т. д.).

Если  $f(x) \in \Phi^n$ , то прямое построение уравнений ограничения невозможно, так как произведения  $\theta(x) \delta^{(n)}(x)$  не определены в  $H'$ . Эти сложности можно преодолеть, переопределив произведение функций, тремя способами (теоремы 4—6).

Теорема 4. 1) Если  $f(x) \in \Phi^n [S, S']$  и найдены такая функция  $G_1^n(x) \in \Phi^n [S, S'']$  и оператор  $L_1(D_x)$ , что  $\partial S' \cap \partial S'' = 0$  и  $L_1(D_x) G_1^n(x) = \delta(x)$ , то все такие  $f(x)$  описываются уравнением ограничения

$$f(x) = L_1(D_x) S(x) \{G_1^n(x) * f(x)\}$$

и их фурье-образы удовлетворяют ИП

$$\tilde{f}(p) = L_1(ip) \{\tilde{f}(p) \tilde{G}_1^n(p) * \tilde{S}(p)\}$$

(здесь и ниже вычитательные члены опущены).

2) Если, кроме того,  $f(p) \in \Phi^k [Q_1, Q_1']$  и  $\tilde{G}_1(p) \in \Phi^q [Q_2, Q_2']$  и найдется такая функция  $G_2(p) \in \Phi^{k+q} [Q, Q']$  и оператор  $L_2(D_p)$ , что  $Q = Q_1 \cap Q_2$ ,  $\partial Q' \cap \partial Q_1' \cap \partial Q_2' = 0$  и  $L_2(D_p) G_2(p) = \delta(p)$ , то существует ИП

$$\tilde{f}(p) = L_1(ip) L_2(D_p) Q(p) \{G_2(p) * Q(p) [\tilde{S}(p) * \tilde{G}_1(p) \tilde{f}(p)]\}.$$

Доказательство 1) проводится применением леммы 1° и теоремы 1 к функции  $\varphi(x) = G_1 * f(x)$  при условии  $L_1(D) \varphi = f$ , доказательство 2) — с помощью леммы 4°, теоремы 2 и пункта 1 теоремы 4, примененных к функции  $\tilde{G}_1(p) \tilde{f}(p)$ .

Отметим, что эта теорема обобщает в некотором смысле метод Пью и др. в квантовой теории поля (см. [8], § 4.4).

Теорема 5. Если  $f(x) \in \Phi^n [S, S']$  и задана функция  $\varphi(x) \in \Phi^n [S_1, S']$ , такая, что  $S_1 \subseteq S$  и  $\varphi(x) = f(x \in \partial S')$ , то функция  $f_1(x) = f(x) - \varphi(x)$  удовлетворяет ИП теоремы 1.

Эта вычитательная процедура требует много большей, не зависящей от АС информации — знания из моделей или эксперимента точной формы  $f(x)$  на границе носителя. Легко показать, что метод теоремы 5 соответствует канонической регуляризации функций [9].

Теорема 6. Если  $f(x) \in \Phi^n [S, S']$  и можно задать функцию  $\Phi(x)$ , такую, что  $\Phi(x \in \partial S') \sim x^n$ , то ИП теоремы 1 имеет место для  $\tilde{f}^{(n)}(p)$ .



Доказательство состоит в применении теоремы 1 к функции  $\Phi(x) f(x)$ . Отметим, что последующее интегрирование ИП для  $f^{(n)}(p)$  приводит к ИП теоремы 5, т. е. требует задания, априори, формы и величины всех особенностей на границе. (Сведение ИП друг к другу облегчается, если учесть, что  $\delta_{\epsilon}^{(n)}(x)$  инвариантны относительно преобразования Гильберта).

Академия наук Грузинской ССР  
Институт кибернетики

(Поступило 11.7.1975)

კიბერნეტიკა

ა. პერელმანი

სისტემების აღწერა ფუნქციონირებას კლასების განსაზღვრის შესახებ  
ამ სისტემების ალტერნატიული თვისებებისა და ინტეგრალური  
წარმოდგენების მეშვეობით

რეზიუმე

დადგენილია შემდეგი ეკვივალენტობა: 1) სისტემების ალტერნატიული თვისებათა წყებისა, 2) ამ თვისებათა პროექტორებისა, 3) ამ თვისებათა მქონე ფუნქციების შემოსაზღვრავი განტოლებებისა და 4) ამ ფუნქციონირებათა კლასების ინტეგრალური წარმოდგენების საზღვრებზე ინგულარულობებისა მოცემული ტიპებით.

CYBERNETICS

M. E. PEREL'MAN

ON THE DETERMINATION OF THE SET OF FUNCTIONS  
OUTLINING SYSTEMS VIA THE PROPERTIES OF THESE  
SYSTEMS AND THE INTEGRAL REPRESENTATIONS

Summary

The equivalence is determined between: 1) the set of a system of properties, 2) the projectors of these properties, 3) the equations of constraint for functions with such properties, and 4) the integral representations for sets of these functions with prescribed singularity on the borders.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. фон Нейман. Математические основы квантовой механики. М., 1964.
2. М. Е. Перельман. ДАН СССР, 187, 1969, 781.
3. М. Е. Перельман. Сб. «Кибернетические модели». Тбилиси, 1965.
4. М. Е. Перельман. Сообщения АН ГССР, 56, 1969, № 1, 61.
5. М. Е. Перельман. Сообщения АН ГССР, 61, 1971, № 1, 34.
6. M. Sablatash. Math. Rev., 47, № 10106, 1974.
7. E. Prugovečki. Quantum Mechanics in Hilbert Space. N.-Y., 1971, 200.
8. Н. Боголюбов, А. А. Логунов, И. Т. Годоров. Основы аксиоматического подхода в квантовой теории поля. М., 1969.
9. И. М. Гельфанд, Г. Е. Шилор. Обобщенные функции и действия над ними. М., 1959.



А. Г. ДУНДУА

## О КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ ПРИРОДЕ ИЛЛЮЗИИ ВОСПРИЯТИЯ

(Представлено академиком В. В. Чавчавадзе 26.11.1975)

В работах Д. Н. Узнадзе [1] обнаружен и изучен эффект фиксированной установки, которая выявляет себя в иллюзиях на количественные отношения. Если испытуемому несколько раз предлагалось количественно оценить различные раздражители, то в критическом опыте равные раздражители он воспринимал иллюзорно. Основой этих иллюзий является установка, фиксированная во время предварительных экспозиций.

В работах [2, 3] выдвинута гипотеза об идентичности механизмов выработки фиксированной установки и формирования понятия. Гипотеза в основном подтверждена в [4]. Показано, что фиксация понятия влечет за собой фиксацию установок на признаки, составляющие понятие.

Проведены исследования с целью изучения основных свойств, характеризующих фиксированную установку и фиксированное понятие (концепт [5]).

Для изучения иллюзий фиксированного концепта были поставлены специальные эксперименты [6]. Испытуемому через проектор показывали серию пар рисунков: слева — большой заяц, справа — маленькая утка. Цвета, позы, размеры на рисунках менялись произвольно, постоянными оставались только отношение размеров (классический установочный фактор) и содержание рисунков в парах (концептуально-установочный фактор). В контрольном кадре показывали два рисунка Джастроу — «Заяц» — «Утка» — одного размера и одного цвета. Время экспозиции одного кадра — 1 сек. Инструкция: «Покажем серию пар рисунков. Смотрите внимательно и в конце скажите, что видели».

В результате опроса испытуемых оказалось, что понятия «заяц» и «утка» зафиксировались у 100% испытуемых. При этом 10,7% восприняли левый контрольный рисунок как утку, а правый — как зайца (контрастная иллюзия понятия). Ассимилятивная иллюзия понятия была отмечена у 29%, а 60,3% испытуемых восприняли контрольные рисунки как две утки или два зайца.

Различие в размере как одной из компонент фиксируемого концепта способствовало возникновению классической иллюзии размера в таком соотношении: контрастной — 23,2%, ассимилятивной — 33,9%, адекватное восприятие — 42,9%.

Подобный эффект иллюзии был получен в эксперименте с рисунками, изображающими собак. Когда после серии пар собак разной породы показывали одного волка или игрушечную собаку, испытуемый относил их то к одной (31,2%), то к другой (49%) породе собак, остальные 19,8% испытуемых не смогли распознать контрольный рисунок, хотя он являлся знакомым объектом.

Интересны результаты эксперимента с более усложненными рисунками. Показывали попарно лица разных людей, выражающие разные эмоции: слева — печальное лицо, справа — веселое. Контрольная пара изображала одинаковые нейтральные лица.

Контрастная иллюзия понятия имела место в 20%, ассимилятивная — в 30%, а адекватное восприятие — в 50% случаев.

Результаты вышеизложенных опытов объясняются следующим образом. При многократном показе одного и того же объекта А в мозге фиксируются все существенные признаки данного объекта, активизируется соответствующий этому объекту понятийно-образующий материальный нейронный ансамбль или «концепт-ансамбль» нейронов (кан) [7, 8]. Поэтому при показе другого объекта, отличного от предыдущих, последний или ассимилируется сформированным каном, или же воспринимается как совсем отличный от него объект.

При фиксации двух объектов А и В в мозге соответственно выделяются два кана. Испытуемый во время эксперимента мыслит только этими двумя понятиями, поэтому контрольный раздражитель, хотя и резко отличается от фиксированных, воспринимается как один из них (как было в опыте с рисунками, изображающими собак).

Как же появляются разные иллюзии? Допустим, слева зафиксировано понятие объекта А, справа — В. В контрольном показе предлагаются два объекта С. Левый объект С под влиянием фиксированных понятий должен быть ассимилирован с каном, созданным объектом А, т. е. восприняться как А, а правый — как В (ассимилятивная иллюзия). Если испытуемый не уподобит левый С А из-за малого времени показа, то он естественно должен отнести его к классу В (контрастная иллюзия), поскольку у него нет больше выбора в экспериментально выделенном поле восприятия, или же воспринять контрольные С как одинаковые объекты (адекватное восприятие). При этом только некоторые воспринимают их как вообще отличные от А и В, в большинстве же случаев контрольная пара воспринимается как два А или два В, т. е. испытуемый все-таки не выходит из-под влияния фиксированных понятий. Если испытуемый воспринимает объекты С как отличные от А и В, то он не может назвать их («что-то было», «не могу назвать» и т. п.).

Нужно отметить, что иллюзия понятия не есть сумма иллюзий отдельных составных признаков. Это комплексное выявление, подтверждающее фиксацию (выработку) понятий о тех объектах, которые многократно демонстрируются в предварительных показах.

В вышеизложенных опытах имела место иллюзия концептуального восприятия, т. е. предъявляемый контрольный объект иллюзорно трансформировался в установочный «концепт» независимо от комплекса конкретных, в том числе несущественных, характеристик и параметров.

Эффект концептуальной иллюзии явно обобщает понятие обычной иллюзии.

Таким образом, подтвердилось существование патологии восприятия под влиянием ранее выработанного фиксированного концепта, а тем самым, и гипотеза о концептуальной природе механизмов установки.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт кибернетики

(Поступило 27.11.1975)



ა. დუნდუა

ალჰმის ილუზიის კონცეპტუალური ბუნების შესახებ

რეზიუმე

როდესაც ილუზიის მექანიზმის სპეციალური ექსპერიმენტების შედეგად შესწავლილია ცნების ილუზიის ეფექტი. განწყობითი ქცევის კონცეპტუალური თეორიის შუქზე ეს ილუზია წარმოგვიდგება როგორც წარდგენილი საკონტროლო ობიექტის საგანწყობო „კონცეპტად“ ტრანსფორმირება კონკრეტული მახასიათებლებისა და პარამეტრების კომპლექსისაგან დამოუკიდებლად.

CYBERNETICS

A. G. DUNDUA

ON THE CONCEPTUAL NATURE OF AN ILLUSION  
OF PERCEPTION

Summary

In the course of experimental verification of the hypothesis on the identity of the mechanism of the development of a fixed set and that of concept formation the effect of an illusion of set was observed and subjected to a special study. The control object presented to the S was illusorily transformed to a set-inducing "concept" independently of the complex of particular (i. e. irrelevant) characteristics and parameters. The nature of this illusion is successfully accounted for on the basis of the general theory of conceptual systems. The effect of conceptual illusion explicitly generalizes the concept of an ordinary illusion.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. Н. Узнадзе. Экспериментальные основы психологии установки. Тбилиси, 1961.
2. В. В. Чавчанидзе. Сообщения АН ГССР, 69, № 3, 1973.
3. V. V. Chavchanidze. Abstract Guide of XX-th international Congress of Psychology. Tokyo, 1972.
4. А. Г. Дундуа, М. Н. Кеца, Н. М. Бахтадзе, Л. Г. Кадагишвили, Н. И. Иремашвили. Материалы VI Всесоюзного симпозиума по кибернетике. Тбилиси, 1972.
5. В. В. Чавчанидзе. Материалы Коллоквиума по «Концептуальному анализу естественных и искусственных систем». Тбилиси, 1973.
6. А. Г. Дундуа. Материалы конференции молодых ученых, посвященной 250-летию образования АН СССР. Тбилиси, 1974.
7. В. В. Чавчанидзе. Extract from 6th International Congress on Cybernetics, Namur, 1972.
8. В. В. Чавчанидзе. Сообщения АН ГССР, 63, № 1, 1971.

О. Г. ПЕТРИАШВИЛИ

## ОБ УСЛОВНЫХ ЗАКОНАХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДИНАМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА «ПЕЧЬ-ПРОКАТНЫЙ СТАН»

(Представлено академиком В. В. Чавчавадзе 27.10.1975)

Производственный процесс горячей прокатки металла, как правило, протекает в условиях воздействия случайных факторов (температуры заготовки, длины и диаметра заготовки, времени транспортировки и обработки на каждом агрегате и т. д.). Законы распределения этих факторов чаще всего неизвестны, иногда их можно вычислить теоретически, чаще экспериментально. Сумев найти значения законов распределения основных случайных факторов [1, 2] и разыграв их конкретные значения, можно рассчитать (проимитировать) конкретную случайную реализацию производственного процесса горячей прокатки. Например, в работе [2] применяется метод Монте-Карло для имитации реального процесса — темпа выдачи металла из печи.

Целью данной работы является нахождение закона распределения сложной системы производственных процессов полного цикла горячей прокатки при условии наличия законов распределения отдельных случайных факторов. Излагается способ моделирования стохастически взаимозависимых основных случайных факторов, которые могут быть использованы для расчета регулирования времени между выдачами заготовок из печи. Способ основывается на применении метода Монте-Карло и реализуется на ЭЭВМ.

В процессе решения поставленной задачи используются три основных случайных факторов (величины):  $K$  — количество выданных заготовок из печи за один цикл обработки одной заготовки с плотностью вероятности  $f_2(x)$ , с математическим ожиданием  $a_K$  и со средним квадратичным отклонением  $\sigma_K$ ;  $T_0$  — общее время обработки заготовки на стане с  $f_1(x)$ ,  $a_{T_0}$  и  $\sigma_{T_0}$  соответственно;  $T_B$  — время, необходимое для выдачи  $K$ -заготовок из печи с  $f_3(x)$ ,  $a_{T_B}$  и  $\sigma_{T_B}$ .

Будем считать, что  $K$ ,  $T_0$  и  $T_B$  как случайные последовательности являются стационарной простой цепью Маркова, и поставим задачу следующим образом: необходимо построить трехмерный случайный стационарный процесс  $T_0(t)$ ,  $K(t)$  и  $T_B(t)$ , для которых даны: 1) значения автокорреляционной функции и корреляционной функции связи; 2) одномерные функции распределения  $F_1(x)$ ,  $F_2(x)$  и  $F_3(x)$ .

При моделировании упомянутого случайного процесса строится трехмерная плотность совместного распределения  $f(T_0, K, T_B)$ , которая удовлетворяет вышеприведенным условиям 1) и 2) [3].

Использование трехмерной функции распределения достаточно, потому, что случайные величины  $T_0(t)$ ,  $K(t)$ ,  $T_B(t)$ ,  $T_0(t+\tau_1)$ ,  $K(t+\tau_1)$ ,  $T_B(t+\tau_1)$ , исходя из физических соображений, можно моделировать по следующей схеме:

$$T_0(t), (K(t)/T_0(t)), (T_B(t)/K(t), T_0(t)), (T_0(t+\tau_1)/T_0(t)), \\ (K(t+\tau_1)/K(t), T_0(t+\tau_1)), (T_B(t+\tau_1)/T_B(t), K(t+\tau_1)).$$

Таким образом, мы получили адекватно описываемую модель изучаемых процессов и методику их моделирования, не применяя сложных математических вычислений, нужных при использовании шестимерной функции распределения [3].

Одномерные функции распределения  $F_1(x)$ ,  $F_2(x)$  и  $F_3(x)$  имеют следующий вид:

$$F_1(x) = \int_0^x y_0 \left(1 + \frac{t}{a_1}\right)^{m_1} \left(1 - \frac{t}{a_2}\right)^{m_2} dt,$$

$$F_2(x) = \int_0^x y'_0 \exp\left\{-\frac{t^2}{C^2}\right\} dt,$$

$$F_3(x) = \int_0^x y''_0 \left(1 + \frac{t}{a'_1}\right)^{m'_1} \left(1 - \frac{t}{a'_2}\right)^{m'_2} dt,$$

где плотности вероятностных функций выражаются первой и седьмой кривыми Пирсона [1].

В случае, когда функции распределения различны, при помощи несложного преобразования можно перейти к случайным величинам с одинаковым распределением [3]:

$$\xi_1 = F_1(T_0), \quad \eta_1 = F_2(K), \quad \zeta_1 = F_3(T_B).$$

Случайные величины  $\xi_1$ ,  $\eta_1$ ,  $\zeta_1$  равномерно распределены в интервале  $[0,1]$ . Совместная плотность распределения любых двух случайных величин, например  $\xi_1$ ,  $\eta_1$ , будет

$$\varphi(\xi_1, \eta_1) = 1 - r_{\xi_1\eta_1} + r_{\xi_1\eta_1} \delta(\xi_1 - \eta_1),$$

$$r_{\xi_1\eta_1} = \frac{r_{KT_0} \sigma_K \sigma_{T_0}}{\int_0^1 F_1^{-1}(t) F_2^{-1}(t) dt - a_K a_{T_0}}.$$

где  $\delta$  — функция Дирака,  $r_{KT_0}$  — коэффициент корреляции,  $a_K$ ,  $a_{T_0}$  — математические ожидания,  $F_1^{-1}$ ,  $F_2^{-1}$  — функции, обратные  $F_1$  и  $F_2$ .

Искомая двумерная плотность вероятностей представляется в виде

$$\begin{aligned} f(T_0, K) &= \varphi [F_1(T_0), F_2(K)] f_1(T_0) f_2(K) = \\ &= (1 - r_{\xi_1 \eta_1}) f_1(T_0) f_2(K) + r_{\xi_1 \eta_1} \delta(F_1(T_0) - F_2(K)) f_1(T_0) f_2(K), \end{aligned}$$

а условная плотность вероятностей —

$$f(K/T_0) = \frac{f(T_0, K)}{f_1(T_0)} = (1 - r_{\xi_1 \eta_1}) f_2(K) + r_{\xi_1 \eta_1} \delta(F_1(T_0) - F_2(K)) f_2(K).$$

Следовательно, условная функция распределения

$$\begin{aligned} F(K/T_0) &= \int_0^K f(t/T_0) dt = (1 - r_{\xi_1 \eta_1}) F_2(K) + r_{\xi_1 \eta_1} \int_0^1 \delta(F_1(T_0) - F_2(t)) dF_2(t) = \\ &= \begin{cases} (1 - r_{\xi_1 \eta_1}) F_2(K) + r_{\xi_1 \eta_1}, & K \geq F_1(T_0), \\ (1 - r_{\xi_1 \eta_1}) F_2(K), & K < F_1(T_0). \end{cases} \end{aligned} \quad (1)$$

Аналогично строится условная функция распределения

$$\begin{aligned} F(T_b/T_0, K) &= \int_0^{T_b} f(t/T_0, K) dt = \\ &= \frac{[1 - r_{\xi_1 \eta_1} - r_{\xi_1 \zeta_1} - r_{\eta_1 \xi_1} + r_{\xi_1 \eta_1} \delta(F_1(T_0) - F_2(K))] F(T_b) + \Delta}{1 - r_{\xi_1 \eta_1} + r_{\xi_1 \eta_1} \delta(F_1(T_0) - F_2(K))}, \end{aligned} \quad (2)$$

где

$$\Delta = \begin{cases} r_{\xi_1 \eta_1} + r_{\eta_1 \xi_1}, & F_3(T_b) \geq F_1(T_0), \quad F_3(T_b) \geq F_2(K), \\ 0, & F_3(T_b) < F_1(T_0), \quad F_3(T_b) < F_2(K), \\ r_{\xi_1 \eta_1}, & F_3(T_b) \geq F_1(T_0), \quad F_3(T_b) < F_2(K), \\ r_{\eta_1 \xi_1}, & F_3(T_b) < F_1(T_0), \quad F_3(T_b) \geq F_2(K). \end{cases}$$

Применяя функцию распределения в интервале [0,1]

$$F(\xi) = \begin{cases} 0, & \xi < 0, \\ \xi, & 0 \leq \xi < 1, \\ 1, & \xi \geq 1 \end{cases}$$

и формулы (1) и (2), сначала найдем случайные числа  $\xi_1, \eta_1, \zeta_1$ . Этими числами входим в графики  $F(T_0), F(K/T_0), F(T_b/T_0, K)$  и получаем случайные числа  $T_0(t), K(t), T_b(t)$ , коэффициенты корреляции между которыми являются данными. Случайные числа  $T_0(t + \tau_1), K(t + \tau_1), T_b(t + \tau_1)$  найдутся аналогично по вышеприведенной схеме моделирования.

Этот процесс можно продолжить и для получения  $T_0(t + \tau_2), K(t + \tau_2), T_b(t + \tau_2)$  и т. д.

В результате моделирования будем иметь значения параметров процесса трубопрокатного производства.

Полученные условные функции распределения  $F(K/T_0), F(T_b/T_0, K)$  позволяют осуществить в рассматриваемых системах производствен-

ных процессов эффективную обратную связь, регулирующую темп вы-  
 дачи заготовок из печи, чем достигается оптимальный режим работы  
 динамического комплекса «печь-прокатный стан».

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт кибернетики

(Поступило 31.10.1975)

კიბერნეტიკა

მ. კატრიავსკილი

დინამიური კომპლექსის „ღუმელი-საგლინი ღბანის“ პარამეტრების  
 განაწილების პირობითი კანონის შესახებ

რეზიუმე

წარმოდგენილია მიღების ცხელი გლინვის საწარმოო პროცესების რთულ-  
 ლა სისტემის განაწილების კანონის მონახვის მეთოდი იმ პირობებში, როცა  
 მოცემულია ცალკეული შემთხვევითი ფაქტორების განაწილების კანონები.  
 აღწერილია იმ სტოქასტური ურთიერთდაამოკიდებული ძირითადი შემთხვევი-  
 თი ფაქტორების მოდელირების ხერხები, რომლებიც შეიძლება გამოყენებულ  
 იქნენ ნაშადის ღუმელიდან გამოშვების დროის მომენტების რეგულირებისა-  
 თვის წარმოების გაზრდის მიზნით.

CYBERNETICS

O. G. PETRIASHVILI

### ON THE CONDITIONAL LAWS OF PARAMETER DISTRIBUTION IN THE DYNAMIC COMPLEX "FURNACE-ROLLING MILL"

Summary

The object of the present paper is to find the distribution law of a  
 complex system of production processes of the whole cycle of hot rolling  
 provided that the distribution laws of separate random factors are available.  
 A technique of modelling stochastically interdependent basic random factors,  
 which can be used for the calculation of the regulation between deliveries  
 of rolled billets, is described. The technique is based on the Monte-Carlo  
 method and realized by a controlling digital computer.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. З. Е. Круашиვილი и др. Сб. «Наука—производству». Тбилиси, 1975.
2. О. Г. Петриашвили. Сб. «Наука — производству». Тбилиси, 1975.
3. Г. Г. Сванидзе, З. А. Пиранашвили. Сообщения АН ГССР, т. XXX, № 6,  
 1963.



УДК 51:621.391

КИБЕРНЕТИКА

Р. П. МЕГРЕЛИШВИЛИ, Т. Г. НИКОЛАЙШВИЛИ, ФАМ ХОНГ ТХАН

КЛАСС  $(n, k)$ -КОДОВ, ИСПРАВЛЯЮЩИХ ПАКЕТЫ ОШИБОК

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 10.10.1975)

В последние годы в теории кодирования большое значение придается вопросам практического применения методов кодирования и декодирования, особенно при создании специализированных устройств и алгоритмов, предназначенных для универсальных вычислительных машин. Здесь решающую роль играет простота схемы декодирования, которая во многом зависит от свойств и структуры самих кодов.

С этой точки зрения значительный успех достигнут в работе [1], в которой рассмотрены эффективные коды, исправляющие пакеты ошибок. Эти коды отличаются относительно простой процедурой декодирования.

В настоящей статье предлагается класс линейных  $(n, k)$ -кодов, корректирующих пакеты ошибок, которые по эффективности сходны с кодами Ивадаре, однако существенно превосходят их по простоте декодирования.

Запишем проверочную матрицу кода в виде

$$H = \begin{pmatrix} J_m & 0 & \dots & 0 & J_m & 0 & \dots & 0 & \dots & J_m & 0 & \dots & 0 \\ 0 & J_m & \dots & 0 & 0 & J_m & \dots & 0 & \dots & 0 & J_m & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & J_m & 0 & 0 & \dots & J_m & \dots & 0 & 0 & \dots & J_m \\ J_m^{(0)} & 0 & \dots & 0 & J_m^{(1)} & 0 & \dots & 0 & \dots & J_m^{(m-1)} & 0 & \dots & 0 & J_{2lm} \\ 0 & J_m^{(0)} & \dots & 0 & 0 & J_m^{(1)} & \dots & 0 & \dots & 0 & J_m^{(m-1)} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & J_m^{(0)} & 0 & 0 & \dots & J_m^{(1)} & \dots & 0 & 0 & \dots & J_m^{(m-1)} \end{pmatrix},$$

где  $J_m$ —единичная матрица с размерами  $(m \times m)$ , 0—нулевая матрица с размерами  $(m \times m)$ ,  $J_m^{(i)}$  ( $i = 0, 1, \dots, m-1$ )—матрица, полученная циклическим сдвигом  $J_m$ , при котором  $v$ -я строка  $x^v$  ( $v = 0, 1, \dots, m-1$ ) матрицы  $J_m$  записывается в виде

$$f^{(i)}(x) = x^{v+i} \pmod{x^m - 1}.$$

Нетрудно показать, что если  $m$  — простое число, рассматриваемые коды исправляют пакеты ошибок длины  $\leq b$  (с тем несущественным ограничением, что для фиксированного  $v = 1, 2, \dots, l(m+2)$  не все 22. „მეცნიერება“, ტ. 81, № 2, 1976

компоненты  $\varepsilon_{(v-1)m}$ ,  $\varepsilon_{(v-1)m+1}$ ,  $\varepsilon_{vm-1}$  вектора ошибок  $\varepsilon$  могут быть одновременно отличны от нуля) и образуют класс кодов с параметрами

$$n = lm^2 + 2lm, \quad k = lm^2, \quad b = (l-1)m + 1.$$

Представим синдром в виде многочлена

$$s(x) = s_{(1)}(x) + s_{(2)}(x) + \dots + s_{(l)}(x), \quad (1)$$

где

$$s_{(j)}(x) = s_j(x) + s_{j+1}(x) \quad (j = 1, 2, \dots, l).$$

Для любого  $v = 1, 2, \dots, 2l$

$$s_v(x) = a_{(v-1)m} x^{(v-1)m} + a_{(v-1)m+1} x^{(v-1)m+1} + \dots + a_{vm-1} x^{vm-1}.$$

Ошибка определяется с помощью синдрома (1). Если в выражении (1)

$$s_j(x) = s_{j+1}^{(l)}(x) \pmod{x^m - 1}, \quad (2)$$

где  $s_{j+1}^{(l)}(x) = x^l s_{j+1}(x)$ , тогда многочлен ошибки  $\varepsilon(x)$  содержит в себе многочлен  $x^{lm} s_j(x)$  ( $i = 0, 1, \dots, m-1$ ;  $j = 1, \dots, l$ ).

В противном случае, если условие (2) не выполняется, ошибку необходимо искать в проверочной части кодового слова. Наличие ошибки в проверочной части кодового слова устанавливается при условии, когда одно из слагаемых  $s_j(x)$  или  $s_{j+1}(x)$  из системы (1) равно нулю. В этом случае считаем, что многочлен ошибки  $\varepsilon(x)$  содержит в себе многочлен  $x^{im^2} s_j(x)$ , если  $s_{j+1}(x) = 0$ , или  $-x^{im^2} s_{j+1}$ , если  $s_j(x) = 0$ .

Следует заметить, что представленные коды способны исправлять определенного вида  $l$ -кратные фазированные пакеты ошибок длины  $\leq m$  [2], на которые налагается следующее ограничение. Перенумеруем идущие подряд  $m$ -интервалы  $l(m+2)$  фазированных пакетов вектора ошибки числами  $0, 1, \dots, l(m+2)-1$ . Тогда можно говорить, что данный класс кодов исправляет комбинацию  $l$ -кратных пакетов, если последние принадлежат различным классам вычетов по  $\text{mod } l$ . Очевидно, что исправление пакетов ошибок длины  $\leq b$  представляет частный случай исправления фазированных ошибок.

Исследуемые коды асимптотически оптимальны, так как

$$R = \frac{m}{m+2} \rightarrow 1 \quad \text{и} \quad \frac{b}{r} = \frac{(l-1)m+1}{2lm} \rightarrow \frac{1}{2},$$

когда соответственно  $m \rightarrow \infty$  и  $l \rightarrow \infty$  [3].

Тбилисский государственный университет

(Поступило 16.10.1975)

კიბერნეტიკა

რ. მეგრელიშვილი, თ. ნიკოლაიშვილი, შამ ხონა თხაი

პაკეტური შეცდომების გამსწორებელი  $(n, k)$ -კოდების კლასი

რეზიუმე

განხილულია პაკეტური შეცდომების გამსწორებელი წრფივი  $(n, k)$ -კოდების კლასი, რომელიც ამავე სახის სხვა ცნობილი კოდებისაგან განსხვავდება დეკოდირების პროცედურის სიმარტივით. მისი პარამეტრებია:  $n = lm^2 + 2lm$ ,  $k = lm^2$ , პაკეტის სიგრძე —  $b = (l-1)m + 1$  ( $m, l > 0$  შესაბამისად მარტივი და მთელი რიცხვებია).

R. P. MEGRELISHVILI, T. G. NIKOLAISHVILI, FAM HONG THAI

A CLASS OF BURST-ERROR-CORRECTING  $(n, k)$ -CODES

## Summary

A class of linear burst-error-correcting  $(n, k)$ -codes is discussed. These codes differ from the known codes of such type by an easier procedure of decoding.

The parameters of the codes are:  $n = lm^2 + 2lm$ ,  $k = lm^2$ ; the length of burst is  $b = (l-1)m + 1$  ( $m$  is a simple number,  $l > 0$  is an integer).

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Y. Iwadare. A Class of High-Speed Decodable Burst-Correcting Codes. IEEE Trans. Inform. Theory, v. 18, n. 6, 1972.
2. D. Mandelbaum. Some Easily Decoded, Efficient, Burst Error Correcting Block Codes, Information and Control, v. 23, n. 3, 1973.
3. W. W. Peterson, E. J. Weldon. Error-Correcting-Codes, Cambridge, 1972, 110.





ФИЗИКА

Р. И. МИРИАНАШВИЛИ, О. В. НАЗАРОВА,  
 Т. И. САНАДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР)

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ЗНАКА ЛИГАНДНОГО СВЕРХТОНКОГО  
 ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕТОДОМ РАДИОЧАСТОТНОГО  
 ДИСКРЕТНОГО НАСЫЩЕНИЯ

В настоящей статье предлагается метод определения знака компонент тензора лигандного сверхтонкого взаимодействия (СТВ) радио-частотным дискретным насыщением (РЧДН) [1]. Знак СТВ не может быть определен в обычном эксперименте по двойному электронно-ядерному резонансу (ДЭЯР), если основное электронное состояние — дублет [2]. В этом случае для его определения применялся метод тройного электронно-ядер-ядерного резонанса [3], в котором релаксационные процессы играют большую роль, чем в ДЭЯР, и иногда ограничивают его возможности [4].

Рассмотрим определение знака лигандного СТВ методом РЧДН на простом примере. На рис. 1 приведена схема уровней для электрона и одного из ближайших ядер, для которого обычно выполняется условие дискретного насыщения (ДН) [5] (т. е. вероятность запрещенного перехода одного порядка с разрешенным), с учетом расщепления уровней вторым ядром, вероятность запрещенного перехода для которого мала или равна нулю. Насыщение определенной пары уровней, например, указанных стрелкой, узким СВЧ импульсом приводит к образованию спектра ДН в линии ЭПР, который в данном простом случае состоит из двух провалов, соответствующих указанным косыми стрелками переходам и отстоящих от центральной дыры на расстояния  $\epsilon_+$  и  $\epsilon_-$ . Воздействие РЧ поля на частотах  $\nu_{\pm}$  (рис. 1) приводит к избирательному ослаблению интенсивности одного из провалов спектра ДН, а именно,  $\nu_+$  вызывает ослабление провала  $\epsilon_-$ , а  $\nu_-$  — провала  $\epsilon_+$ . Таким образом можно определить принадлежность провалов спектра ДН электронному подсосостоянию, если известен знак СТВ для второго ядра. После этого легко связать любую частоту, соответствующую расщеплению уровней одним из окружающих ядер, с электронным подсосостоянием. Знак СТВ известен для ядра самого парамагнитного иона по знаку ядерного момента или для ядер второй и более далеких координационных сфер, т. к. СТВ для них близко к дипольному.

Приведенное рассмотрение справедливо и для более сложных случаев, когда ближайшее окружение парамагнитного центра состоит из нескольких групп эквивалентных ядер. Ослабление провалов ДН остается избирательным, упрощая идентификацию спектра РЧДН в

различных ориентациях магнитного поля и позволяя определить компоненты тензора СТВ с их знаками. Импульсное воздействие СВЧ и РЧ полей позволяет пренебречь релаксационными процессами в много-

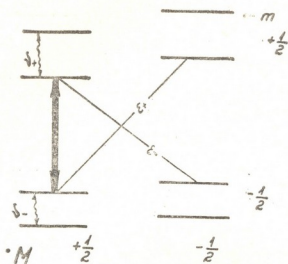


Рис. 1. Схема уровней для электрона и двух ядер с  $I = \frac{1}{2}$ :  $\epsilon_{\pm}$  — расщепление электронных уровней ядром, вероятность запрещенного перехода для которого одного порядка с разрешенным;  $\nu_{\pm}$  — расщепление электронных подуровней ядром, вероятность запрещенного перехода для которого мала или равна нулю

уровневой системе, и эффект радиочастотного возмущения спектра ДН достаточно сильный. Нами были определены знаки компонент тензоров СТВ ближайших ядер с парамагнитным центром для  $\text{SrF}_2$ ,  $\text{BaF}_2$  с примесями  $\text{U}^{3+}$ ,  $\text{Yb}^{3+}$ . Связь провалов ДН с электронным подсосостоянием устанавливалась по избирательности их ослабления на рассчитанных частотах от ядер фтора второй и третьей координационных сфер.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 6.11.1975)

ფიზიკა

რ. მირიანაშვილი, თ. ნაზაროვა, თ. სანაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი)

ლიგანდური ზენაზი ურთიერთქმედების ნიშნის განსაზღვრისათვის რადიოსიხშირული დისკრეტული გავრეების მეთოდით

რეზიუმე

მოცემულია რადიოსიხშირული დისკრეტული გავრეებით ლიგანდური ზენაზი ურთიერთქმედების ტენზორის კომპონენტების ნიშნის განსაზღვრის მეთოდი. არჩევითი რადიოსიხშირული ზემოქმედება დისკრეტული გავრეების ჩაყარდნებზე საშუალებას გვაძლევს დავაკავშიროთ გარემომცველი ბირთვებიდან ნებისმიერი სიხშირე ელექტრონულ ქვემდგომარეობასთან და განვსაზღვროთ ზენაზი ურთიერთქმედების ტენზორის კომპონენტები და მისი ნიშნები.

R. I. MIRIANASHVILI, O. V. NAZAROVA, T. I. SANADZE

ON THE DETERMINATION OF THE LIGAND HYPERFINE  
INTERACTION SIGN BY THE METHOD OF RADIOFREQUENCY  
DISCRETE SATURATION

## Summary

A method of determining ligand hyperfine interaction tensor components and their signs with the help of radiofrequency discrete saturation is suggested. The selective character of the radiofrequency effect on discrete saturation holes permits to relate any resonance frequency of the surrounding nuclei to the electronic substate and to determine the hyperfine interaction tensor components and their signs.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. А. Абрамовская, Б. Г. Борулава, Т. И. Санадзе. Письма в ЖЭТФ, 16, 1, 1972.
2. R. G. Bessent, W. Hayes. Proc. Roy. Soc. A. 285, 430, 1965.
3. B. J. Cook, D. H. Whiffen. Proc. Phys. Soc. 84, 845, 1964.
4. J. M. Baker, R. J. Blake. Phys. Lett. 31 A, 2, 1970.
5. П. И. Бекаури, Б. Г. Борулава, Т. И. Санадзе, О. Г. Хаханашвили, Г. Р. Хуцишвили. ЖЭТФ, 59, 8, 1970.



УДК 539.1+539.12

ФИЗИКА

М. П. ЧАВЛЕИШВИЛИ

## РЕГУЛЯРИЗОВАННЫЕ СПИРАЛЬНЫЕ АМПЛИТУДЫ И НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕОРЕМЫ ДЛЯ ФОТОРОЖДЕНИЯ $\pi$ -МЕЗОНА НА ФЕРМИОНЕ

(Представлено академиком А. Н. Тавхелидзе 19.9.1975)

Метод, основанный на использовании спиральных амплитуд, свободных от кинематических сингулярностей [1], применяется для получения низкоэнергетических теорем для фоторождения  $\pi$ -мезона на фермионе [2]. Рассматриваем процесс

$$j(k, \lambda_1) + N(p_1, \lambda_2) \rightarrow \pi(q, \lambda_3) + N(p_2, \lambda_4),$$

где в скобках указаны 4-импульс и спиральность соответствующей частицы. В системе центра масс  $S$ -канала процесс описывается восьмью спиральными амплитудами  $f_{\lambda_3 \lambda_4; \lambda_1 \lambda_2}(s, t)$ , где  $s = (k+p_1)^2$ ,  $t = (k-q)^2$  — переменные Мандельштама. Из-за сохранения четности независимыми являются четыре амплитуды.

В пределе, когда масса внешнего  $\pi$ -мезона стремится к нулю, величина импульса любой частицы  $p$  и угол рассеяния  $\theta$  связаны с  $s$  и  $t$  посредством соотношений

$$p = E = \frac{s - m^2}{2\sqrt{s}}, \quad \cos \frac{\theta}{2} = \frac{\sqrt{(s - m^2)^2 + st}}{s - m^2}, \quad \sin \frac{\theta}{2} = \frac{\sqrt{-st}}{s - m^2},$$

где  $m$  — масса фермиона, а  $E$  — энергия фотона. В низкоэнергетическом пределе, когда  $E \rightarrow 0$ ,  $s \rightarrow m^2$ .

Физические спиральные амплитуды, кроме динамических особенностей (которые даются дисперсионными соотношениями), содержат так называемые кинематические особенности. Кинематические особенности возникают из определения спиральных состояний и лишь в определенных точках [3], в том числе в порогах и псевдопорогах, т. е. в точках  $s = (m \pm \mu_\pi)^2$ .

Когда пренебрегаем массой  $\pi$ -мезона ( $\mu_\pi \stackrel{*}{=} 0$ ), кинематические особенности могут быть в точке  $s = m^2$ . Для амплитуд реакции с участием фотонов в точке  $s = m^2$  имеются как кинематические, так и динамические (полюсные) особенности.

В работе [4] было показано, что для реакции с участием фотонов, учитывая калибровочную инвариантность, можно выделить все кинематические особенности по обеим переменным  $s$  и  $t$  и определить

регуляризованные спиральные амплитуды, которые содержат только динамические особенности.

Рассмотрим две независимые спиральные амплитуды  $\hat{f}_{0\ 1/2; 1-1/2}(s, t)$  и  $\hat{f}_{0-1/2; 1-1/2}(s, t)$ . Соответствующие регуляризованные амплитуды  $F_+(s, t)$  и  $F_-(s, t)$  связаны с физическими амплитудами следующим образом (в пределе  $\mu_\pi = 0$ ):

$$F_+(s, t) = \frac{s}{(s-m^2)^2} \{ \hat{f}_{0\ 1/2; 1-1/2}(s, t) + \hat{f}_{0-1/2; 1-1/2}(s, t) \},$$

$$F_-(s, t) = \frac{s}{(s-m^2)^2} \{ \hat{f}_{0\ 1/2; 1-1/2}(s, t) - \hat{f}_{0-1/2; 1-1/2}(s, t) \},$$

где

$$\hat{f}_{0\ 1/2; 1-1/2}(s, t) = \frac{\hat{f}_{0\ 1/2; 1-1/2}(s, t)}{\sin^2 \frac{\theta}{2} \cos \frac{\theta}{2}},$$

$$\hat{f}_{0-1/2; 1-1/2}(s, t) = \frac{\hat{f}_{0-1/2; 1-1/2}(s, t)}{\sin \frac{\theta}{2} \cos^2 \frac{\theta}{2}}.$$

Как уже отмечалось, регуляризованные амплитуды  $F_+(s, t)$  и  $F_-(s, t)$  удовлетворяют дисперсионным соотношениям. Рассмотрим амплитуду  $F_+(s, t)$  и напишем для нее дисперсионное соотношение при фиксированном  $s$ :

$$F_+(s, t) = F_+^B(s, t) + \frac{1}{\pi} \left\{ \int_{4m^2}^{\infty} \frac{dt'}{t' - t} F_+^{(t)}(s, t') + \right. \\ \left. + \int_{u_0}^{\infty} \frac{du'}{u' - u} F_+^{(u)}(s, u') \right\} = F_+^B + R_+ \quad (s + t + u = 2m^2),$$

где  $F_+^{(t)}(s, t)$  и  $F_+^{(u)}(s, t)$  — абсорбционные части функции  $F_+(s, t)$  в каналах  $t$  и  $u$  соответственно. Выделен вклад одночастичного обмена  $F_+^B(s, t)$ .

Мы работаем в  $e^2$ -приближении по электромагнитному взаимодействию, поэтому  $u_0 = 4m^2$ . Одночастичный член известен (комбинация соответствующих борновских амплитуд). Он имеет полюс в точке  $s = m^2$ . Вклад от континуума  $R_+$  неизвестен, но является регулярной функцией от  $s$  в точке  $s = m^2$ : она свободна как от кинематических особенностей, поскольку содержит регуляризованные амплитуды, так и от динамических особенностей в точке  $s = m^2$  (динамический полюс выделен).

Аналогичное дисперсионное соотношение пишется для  $F_-(s, t)$ .

Для суммы спиральных амплитуд дисперсное соотношение имеет вид

$$\widehat{f}_{0\ 1/2; 1-1/2}(s, t) + \widehat{f}_{0-1/2; 1-1/2}(s, t) = \widehat{f}_+^B + \frac{(s-m^2)^2}{s} R_+$$

В низкоэнергетическом пределе, когда энергия фотона  $E$  стремится к нулю,  $s \rightarrow m^2$ , вклад от континуума стремится к нулю как  $E^2$ .

Для второй комбинации спиральных амплитуд получаем

$$\widehat{f}_{0\ 1/2; 1-1/2}(s, t) - \widehat{f}_{0-1/2; 1-1/2}(s, t) = \widehat{f}_-^B + \frac{(s-m^2)^2}{3} R_-$$

Здесь вклад от континуума подавляется множителем  $(s-m^2)^2$ . Физические амплитуды  $f_{(\lambda_i)}$  отличаются от  $\widehat{f}_{(\lambda_i)}$  множителями, которые зависят только от угла рассеяния и на низкоэнергетическое поведение амплитуд не влияют.

Таким образом, приходим к низкоэнергетическим теоремам: амплитуды  $\widehat{f}_{(\lambda_i)} \pm \widehat{f}_{(\lambda_i')}$  при фиксированном угле определяются полюсными (борновскими) членами в пределе безмассового внешнего пиона и в низшем приближении по электромагнитным взаимодействиям

$$\widehat{f}_{0\ 1/2; 1-1/2}(E, \theta) \pm \widehat{f}_{0-1/2; 1-1/2}(E, \theta) = \widehat{f}_\pm^B(E, \theta) + O(E^n)$$

При этом степень точности  $n$  имеет чисто кинематическую природу.

Низкоэнергетические теоремы для остальных двух амплитуд можно получить из рассмотрения спиральных амплитуд в  $t$ -канале и кросс-соотношений.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 9.10.1975)

ფიზიკა

მ. ჩავჭავჭავაძე

რეზუმე  
 რეზუმე რეგულირებული სპირალური ამპლიტუდები და დაბალი  
 ენერგიების თეორიები  $\pi$ -მეზონის ფერმიონზე  
 ფოტოდაბადებისათვის

რეზიუმე

დაბალ ენერგიებზე  $\pi$ -მეზონის ფერმიონზე ფოტოდაბადების შესასწავლად გამოყენებულია კინემატიკური განსაკუთრებულობებისაგან თავისუფალი რეგულარიზებული სპირალური ამპლიტუდები. ამ ამპლიტუდების დისპერსიული წარმოდგენიდან მიღებულია დაბალი ენერგიების თეორიები. ნაჩვენებია, რომ დაბალი ენერგიების ზღვარში ამპლიტუდა განისაზღვრება პოლუსური წევრით, რომლის სიზუსტეა  $E^n$ , სადაც  $n$  წმინდა კინემატიკური ბუნებისაა.

M. P. CHAVLEISHVILI

REGULARIZED HELICITY AMPLITUDES AND LOW-ENERGY  
THEOREMS FOR  $\pi$ -MESON PHOTOPRODUCTION ON THE FERMION

## Summary

A simple way of deduction of low-energy theorems is proposed for  $\pi$ -meson photoproduction on the fermion. The procedure is based on using regularized helicity amplitudes free of the kinematical singularities and satisfying dispersion relations. The kinematical nature of low-energy theorems is stressed.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. М. Мурадян, М. П. Чавлейшвили. ТМФ, 8, 1971, 16.
2. N. M. Kroll, M. A. Ruderman. Phys. Rev., 93, 1954, 233.
3. G. Cohen-Tannoudji, A. Morel, H. Navalet. Ann. Phys., 46, 1968, 239.
4. J. P. Ader, M. Capdeville, H. Navalet. Nuovo Cim., 56 A, 1968, 315.

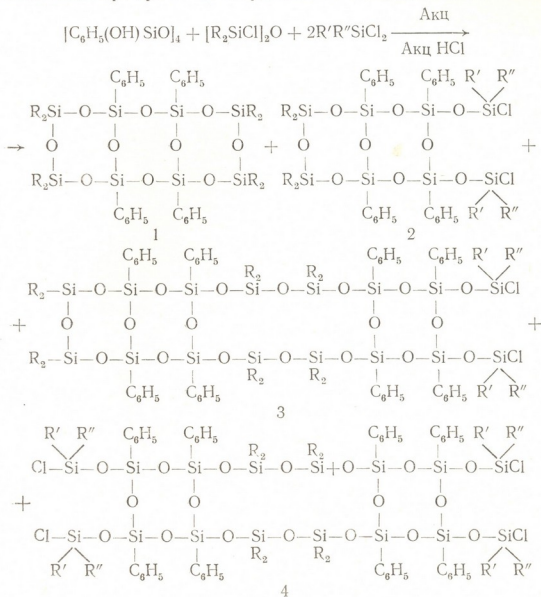
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

К. А. АНДРИАНОВ (академик АН СССР), А. И. НОГАИДЕЛИ,  
 Н. Н. МАКАРОВА, О. В. МУКБАНИАНИ

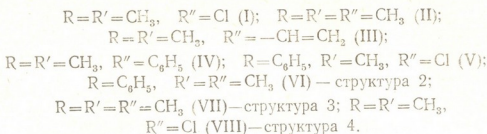
СИНТЕЗ БИЦИКЛИЧЕСКИХ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИХ  
 СОЕДИНЕНИЙ С ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ГРУППАМИ

(Представлено академиком Х. И. Арешидзе 5.11.1975)

В данной работе мы исследовали влияние частичной замены оргонохлорсиланов на 1,3-дихлортetraорганодисилоксаны при взаимодействии цис-1,3,5,7-тетрагидрокси-1,3,5,7-тетрафенилциклотетрасилоксана (тетрола) с оргонохлорсиланами на процесс внутри- и межмолекулярной циклизации, протекающий в промежуточных продуктах реакции. Было установлено, что реакция в разбавленных растворах в присутствии акцептора при 0–30°C протекает по следующей схеме:







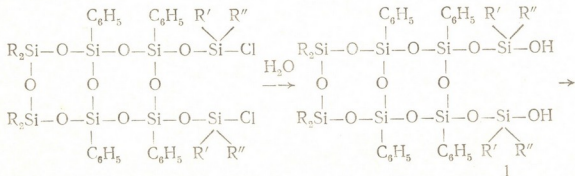
Для ограничения возможного образования полициклических систем с циклотрисилоксановыми кольцами в начале реакции вводили 1,3-дихлортетраорганодисилоксаны. Соединение I, которое образуется в незначительных количествах при взаимодействии тетрoла с 1,3-дихлортетрафенилдисилоксаном, легко отделяется от продуктов реакции, так как растворяется в используемых растворителях только в очень разбавленных растворах. Полученные продукты реакции разделены фракционной вакуумной перегонкой и идентифицированы на основании данных элементного анализа, молекулярного веса, ПМР- и ИК-спектров (см. таблицу).

Анализ продуктов реакции показал, что при взаимодействии тетрoла с 1,3-дихлортетраметилдисилоксаном и метилтрихлор-, диметилдихлор-, метилвинилдихлор- и метилфенилдихлорсиланами выход бициклических кремнийорганических соединений с функциональными группами составляет 50—60%. При конденсации тетрoла с 1,3-дихлортетрафенилдисилоксаном и метилтрихлор- и диметилдихлорсиланами выход бициклических соединений снижается до 20—25%.

При разгонке продуктов реакции, полученных при взаимодействии тетрoла с 1,3-дихлортетраметилдисилоксаном и метилтрихлор- и диметилдихлорсиланами выделены соединения VII и VIII, которые на основании данных элементного анализа, ЯМР- и ИК-спектров идентифицированы как органотетрациклооктадекасилоксаны.

Таким образом, процесс межмолекулярной конденсации в данной реакции идет через тетраорганосилоксановый фрагмент, в то время как при взаимодействии тетрoла с органохлорсиланами межмолекулярная конденсация проходит через хлорорганосилоксановые группы [2]. В ИК-спектрах продуктов, представленных в таблице, обнаружены полосы поглощения, характерные для связей Si—CH<sub>3</sub> и Si—C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>, для CH<sub>3</sub>-групп и бензольного кольца 1412, 1435, 2960, 1600 см<sup>-1</sup> соответственно. В области поглощения, характерной для валентных антисимметричных колебаний Si—O—Si-связи, обнаружена полоса при 1070—1120 см<sup>-1</sup>.

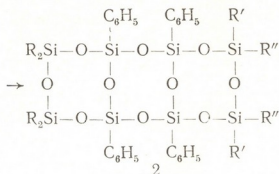
С целью подтверждения структуры бициклические соединения I—IV, VI с функциональными группами были подвергнуты реакции гидrolитической поликонденсации в эфирном или бензольном растворах:





Физико-химические свойства циклических кремнийорганических соединений

№	Т <sub>кип</sub> °С Т <sub>ер</sub> °С	Р мм рт. ст.	Мол. вес найд.	Мол. вес выч.	Вы- ход. %	Найдено, %				Вычислено, %				НСi <sub>3</sub> :НС <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	
						C	H	Si	Cl/OH	C	H	Si	C/OH	найд.	выч.
I	226—230	8·10 <sup>-3</sup>	30,0	309,1	62,7	39,06	4,35	24,67	14,90	39,64	4,21	24,71	15,60	1,00:1,11	1,00:1,11
II	220—225	1·10 <sup>-3</sup>	841,0	868,3	58,3	45,85	5,04	25,20	7,80	44,26	5,10	25,87	8,16	1,20:1,00	1,20:1,00
III	235—240	6—8·10 <sup>-3</sup>	863,0	892,3	50,0	47,06	5,12	25,21	6,06	45,77	4,7	25,18	7,95	3,00:3,45	3,00:3,33
IV	25—302	1·10 <sup>-3</sup>	170,0	192,4	36,3	50,96	4,15	22,0	6,47	50,83	4,87	22,64	7,14	1,00:1,55	1,00:1,66
V	315—320	1·10 <sup>-3</sup>	1103,0	1157,4	20,8	51,51	4,23	19,70	11,77	51,87	4,00	19,41	12,25	1,00:6,58	1,00:6,66
VI	310—320	1·10 <sup>-3</sup>	1070,0	1116,6	25,5	55,8	4,72	20,44	5,91	55,74	4,60	20,12	6,35	1,00:3,68	1,00:3,33
VII	348—352	1·10 <sup>-3</sup>	2414,0	2481,6	20,0	45,56	5,24	26,56	3,70	45,71	5,27	27,71	4,21	1,11:1,00	1,20:1,00
VIII	310—325	1·10 <sup>-3</sup>	174,0	1818,2	12,2	39,45	4,31	24,84	14,79	39,63	4,21	24,71	15,60	1,00:1,18	1,00:1,11
IX			814,0	831,4	83,1	47,45	5,55	26,45	3,50	46,23	5,58	27,02	4,08	1,20:1,00	1,20:1,00
X	75—78		871,0	817,3	90,1	44,35	5,08	26,13	3,12	44,08	4,93	27,49	4,15	1,00:1,16	1,00:1,16
XI			875,0	855,4	92,7	47,95	5,67	26,00	3,50	47,74	5,42	26,26	3,97	3,00:3,37	3,00:3,33
XII	235—240	1·10 <sup>-3</sup>	830,5	813,4	55,5	47,51	5,46	27,26	—	47,49	5,46	27,80	—	1,18:1,00	1,20:1,00
XIII	245—250	1·10 <sup>-3</sup>	810,3	837,4	62,2	48,62	5,50	27,07	—	48,76	5,29	26,83	—	3,05:3,35	3,00:3,33
XIV	300—310	1·10 <sup>-3</sup>	1090,0	1061,7	51,0	58,74	4,87	21,32	—	58,83	4,94	21,16	—	1,00:3,66	1,00:3,33



R=R'=R''=CH<sub>3</sub> (IX) 1; R=R'=CH<sub>3</sub>, R''=OH (X) 2; R=R'=CH<sub>3</sub>, R''=-CH=CH<sub>2</sub> (XI) 1; R=R'=R''=CH<sub>3</sub> XII 2; R=R'=CH<sub>3</sub>, R''=-CH=CH<sub>2</sub> (XIII) 2; R=C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>, R'=R''=CH<sub>3</sub> (XIV) 2.

При длительном кипячении в бензольном растворе продуктов IX—XI протекает дальнейшая конденсация с выделением воды. При разгонке продуктов реакции выделены соединения XII—XIV, которые идентифицированы как органотрициклодекасилоксаны с симметричным и несимметричным расположением заместителей. ПМР-спектры для соединений XII—XIII показывают, что соотношение протонов метильных и фенильных групп соответствует предлагаемой структурной формуле, два сигнала протонов метильных групп при 0,57 и 0,11 м. д. для соединения XII и при 0,55 и 0,75 м. д. для соединения XIII скорее всего возможны при образовании цис-син-цис-структуры.

Тбилисский государственный  
университет

Академия наук СССР  
Институт элементоорганических  
соединений

(Поступило 6.11.1975)

ორბანული ძიები

ა. ანდრიანოვი (სსრკ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი), ა. ნოღაიდელი, ნ. მაკაროვა,  
ო. მუკბანიანი

ბიციკლური სილიციუმორბანული ნაერთების სინთეზი

ფუნქციონალურ ჯგუფებითა

რეზიუმე

შესწავლილია ტეტროლის მოქმედება 1,3-დიქლორტეტრაორგანოსილოქსანთან და ორგანოქლორსილოქსანებთან. გამოყოფილია ახალი პოლიციკლური სილიციუმორბანული ნაერთები. დადგენილია, რომ მოლეკულათშორისი კონდენსაცია მიმდინარეობს უმთავრესად ტეტრაორგანოსილოქსანური ჯგუფით.

ORGANIC CHEMISTRY

K. A. ANDRIANOV, A. I. NOGAIDELI, N. N. MAKAROVA, O. V. MUKBANIANI  
THE SYNTHESIS OF BICYCLIC ORGANO-SILICON COMPOUNDS  
WITH FUNCTIONAL GROUPS

Summary

The condensation reaction of tetrole with 1,3-dichloro-tetraorganosiloxanes and organochlorosilanes has been studied. Some new polycyclosiloxanes have been isolated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

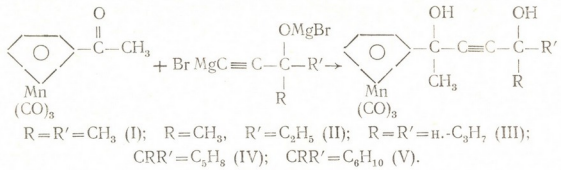
1. К. А. Андрианов, Н. Н. Макарова. Изв. АН СССР, сер. хим., 9, 1972, 2046.
2. К. А. Андрианов, А. И. Ногайдели, Н. Н. Макарова, О. В. Мукбаниани. ДАН СССР, 224, № 4, 1975, 825.

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

И. М. ГВЕРДЦИТЕЛИ (член-корреспондент АН ГССР),  
Л. П. АСАТИАНИ, А. А. ЦХВАРАДZE

КОНДЕНСАЦИЯ АЦЕТИЛЦИМАНТРЕНА С АЦЕТИЛЕНОВЫМИ  
КАРБИНОЛАМИ

Цимантреносодержащие двухатомные спирты ацетиленового ряда до настоящего времени не были получены. Для осуществления синтеза этих соединений нами была изучена реакция конденсации ацетилцимантрена с диагнийбромпроизводными ацетиленовых карбинолов. В результате проведенного исследования выяснилось, что ацетилцимантрен, в отличие от ацетилферроцена, хорошо конденсируется с диагнийбромпроизводными ацетиленовых спиртов в среде эфира. Ацетилферроцен, как мы установили раньше [1, 2], не вступает в реакции конденсации с диагнийбромпроизводными ацетиленовых карбинолов в среде эфира и тетрагидрофурана, но хорошо конденсируется в среде бензола. Такое различие в реакционной способности между ацетилферроценом и ацетилцимантреном, очевидно, обусловлено различными электронными свойствами этих соединений. Так, например, в ацетилферроцене карбонильная группа связана с двумя электродонорными радикалами (ферроценил и метил), в результате происходит смещение электронов из ферроценильного и метильного радикалов к карбонильной группе, вследствие чего увеличивается электронная плотность на углеродном атоме карбонильной группы и реакционная способность карбонильной группы в реакциях нуклеофильного присоединения понижается. Поэтому ацетилферроцен не вступает в реакции конденсации с диагнийбромпроизводными ацетиленовых карбинолов в среде эфира и тетрагидрофурана, которые благоприятствуют протеканию реакции присоединения по нуклеофильному механизму, а в бензоле, который не способствует протеканию реакции присоединения по нуклеофильному механизму, хорошо конденсируется. В ацетилцимантрена карбонильная группа, в отличие от карбонильной группы ацетилферроцена, вместо электродонорной ферроценильной группы связана с электроакцепторной цимантренильной группой, в нем не происходит сильного смещения электронов в сторону карбонильной группы, и реакционная способность этой группы в реакциях нуклеофильного присоединения не уменьшается. Поэтому ацетилцимантрен хорошо конденсируется с диагнийбромпроизводными ацетиленовых спиртов в среде эфира, который, как мы отмечали выше, способствует протеканию реакции присоединения по нуклеофильному механизму, и получают цимантреносодержащие двухатомные спирты ацетиленового ряда с хорошими выходами (70—90%):



На основании вышеизложенного можно предположить, что реакция конденсации между ацетилферроценом и димагнийбромпроизводными ацетиленовых карбинолов в бензоле протекает молекулярно по механизму «пуш-пулл», а между ацетилцимантреном и димагнийбромпроизводными ацетиленовых карбинолов — бимолекулярно по нуклеофильному механизму.

Строение полученных продуктов доказано методом ИК-спектроскопии. В ИК-спектрах (I—V) имеются полосы поглощения 3200—3600 см<sup>-1</sup> (νOH); 3160 см<sup>-1</sup> (νC—H цимантрена); 1960, 2030 см<sup>-1</sup> (νC=O цимантрена).

**1-Цимантренил-1,4-диметил-1,4-диоксигексин-2 (II).** К раствору реактива Гриньяра (из 1,2 г магния и 5,5 г этилбромиды) в 100 мл абсолютного эфира при перемешивании в атмосфере гелия добавляли раствор 2,5 г метилэтилацетиленилкарбиноля в 50 мл абсолютного эфира. Реакционную смесь перемешивали при комнатной температуре в течение 3 часов. После этого добавляли раствор 5 г ацетилцимантрена в 50 мл абсолютного эфира. Реакционную смесь нагревали при температуре 30—32° в течение 2 часов, продукт реакции гидролизовали выливанием на лед, экстрагировали эфиром, эфирную вытяжку промывали водой и сушили над Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. После отгонки растворителя (при пониженном давлении) осталось густое вещество, к которому добавляли гексан. После добавления гексана выпали желтоватые кристаллы. Полученные кристаллы промывали гексаном. Выход соединения (II) 4,9 г (70%), т. пл. 51°. Найдено, %: С 55,43; 55,70; Н 4,44; 4,01; Мп 15,77; 15,77; ОН 9,28; 9,16. С<sub>16</sub>Н<sub>17</sub>О<sub>5</sub> Мп. Вычислено, %: С 55,81; Н 4,94; Мп 15,98; ОН 9,52.

**1-Цимантренил-1,4-диметил-1,4-диоксипентин-2 (I).** Выход 88%, т. пл. 68—69°. Найдено, % С 53,98; 54,13; Н 3,87; 3,93; Мп 16,38; 16,66; ОН 10,08; 9,89. С<sub>15</sub>Н<sub>15</sub>О<sub>5</sub> Мп. Вычислено, %: С 54,54; Н 4,54; Мп 16,66; ОН 10,32.

**1-Цимантренил-1-метил-4-пропил-1,4-диоксигептин-2 (III).** Выход 80%, т. пл. 88—89°. Найдено, %: С 59,12; 58,82; Н 5,49; 5,63; Мп 14,78; 14,53; ОН 8,52; 9,20. С<sub>19</sub>Н<sub>23</sub>О<sub>5</sub> Мп. Вычислено, %: С 59,09; Н 5,96; Мп 14,24; ОН 8,85.

**1-Цимантренил-1-метил-3-(1-оксициклопентил)-1-оксипропин-2 (IV).** Выход 95%, т. пл. 62—64°. Найдено, %: С 57,39; 57,65; Н 4,25; 4,32; Мп 15,02; 15,26; ОН 8,87; 8,85. С<sub>17</sub>Н<sub>17</sub>О<sub>5</sub> Мп. Вычислено, %: С 57,30; Н 4,77; Мп 15,45; ОН 9,27.

**1-Цимантренил-1-метил-3-(1-оксициклогексил)-1-оксипропин-2 (V).** Выход 80%, т. пл. 100—101°. Найдено, %: С 58,74; 58,99; Н 5,67; 5,50; Мп 14,87; 15,55; ОН 9,30; 9,47. С<sub>18</sub>Н<sub>19</sub>О<sub>5</sub> Мп. Вычислено, %: С 58,38; Н 5,13; Мп 14,86; ОН 9,20.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 16.10 1975)

ი. გვერდციტიელი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ლ. ასათიანი,  
ა. ცხვარაძე

აქეტილციმანტრენის კონდენსაცია აქეტილენურ კარბინოლებთან

რეზიუმე

შესწავლილია აქეტილციმანტრენის კონდენსაციის რეაქციები აქეტილენურ კარბინოლებთან. რეაქციის შედეგად გამოყოფილია ციმანტრენშემცველი აქეტილენური  $\gamma$ -გლიკოლები. მიღებული ნაერთების აგებულება დადგენილია ფიზიკური და ქიმიური მეთოდებით.

ORGANIC CHEMISTRY

I. M. GVERDTSITELI, L. P. ASATIANI, A. A. TSKHVARADZE

THE CONDENSATION OF ACETYLCYMANTRENE WITH  
ACETYLENIC CARBINOLS

Summary

The paper deals with a study of the condensation reaction of acetylcymantrene with acetylenic carbinols. After condensation acetylenic  $\gamma$ -glycols of the cymantrene series were isolated. The structure of the substances obtained was established by physical and chemical methods of investigation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. М. Гвердцители, Л. П. Асатиани. Сообщения АН ГССР, 51, № 1, 1968.
2. И. М. Гвердцители, Л. П. Асатиани. Сообщения АН ГССР, 53, № 1, 1969.

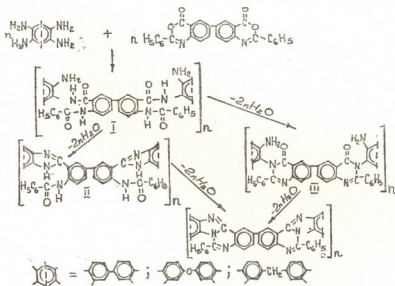
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

В. В. КОРШАК (член-корреспондент АН СССР), А. Л. РУСАНОВ,  
 С. Х. ФИДЛЕР

ОЛИГОМЕРНЫЕ ПРОДУКТЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ  
 ТЕТРААМИНОВ С БИС-БЕНЗОКСАЗИНОНАМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. М. Гвердцители 4.10.1975)

Продолжая ранее начатые исследования [1, 2], мы синтезировали полибензимидазолохиназолины (ПБИХ) путем взаимодействия бис-6,6'-(2-фенил)бензоксазинона с тетрааминами по следующей схеме:



Сложность осуществления подобной многостадийной поликонденсации заключается в низкой электрофильной реакционной способности 2-фенилбензоксазинонового цикла. Как следствие все реакции синтеза ПБИХ были проведены при высокой температуре.

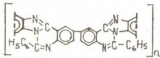
Бис-бензоксазинон и тетраамины были получены и очищены по методикам [3, 4].





Поликонденсация (0,005 моль бис-6,6'-(2-фенил)бензоксазинона, 0,005 моль тетраамина, 36 мл растворителя) была осуществлена в биполярных апротонных растворителях, наиболее приемлемым из которых оказался N-метил-2-пирролидон, при температуре 140°C, с последующей твердофазной циклогидратацией при 300—380°C 2 мм рт. ст., однако достичь высоких вязкостных характеристик нам не удалось. Кислотный катализ с использованием  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$  к успеху не привел. Полученные полимеры вплоть до последней стадии циклизации сохраняли ограниченную растворимость.

При проведении реакции в среде *m*-крезола полимер выпадал из реакционного раствора, что, естественно, привело к низким вязкостным характеристикам.

Данные о некоторых характеристиках полученных ПБИХ приведены в таблице.

НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПБИХ ОБЩЕЙ ФОРМУЛЫ



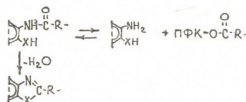
	η <sub>сп</sub> , дЛ/г	Температура 10% потери веса, °С	РАСТВОРИМОСТЬ						
			ΔМАА	ΔМФА	ΔМСО	N-МЕТИЛ-2-ПИРРОЛИДОН	М-КРЕЗОЛ	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	CF <sub>3</sub> COOH
	0,18	570	Тр	Тр	Тр	Тр	Тр	р	р
	0,14	520	—	—	—	—	—	—	—
	0,16	540	р	р	р	р	р	—	—

р - РАСТВОРИМ  
 Тр - ТРУДНО РАСТВОРИМ

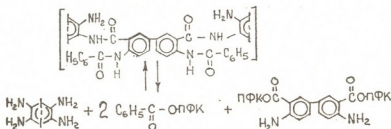
Судя по спектральным данным, в полученных нами форполимерах содержатся преимущественно звенья, отвечающие по строению *o*-амино-хиназолонам (валентные колебания  $\text{C}=\text{O}$  1690  $\text{cm}^{-1}$ ) и *o*-амидо-фенилбензимидазолам. «Разнозвенность» сохраняется и на конечной стадии. Трудность протекания твердофазной циклизации объясняется наличием низкого положительного заряда на карбонильном атоме углерода хиназолон.

Поликонденсация в полифосфорной кислоте (ПФК) также привела к ПБИХ низкого молекулярного веса, содержащим, согласно спектральным данным, наряду с бензимидазохиназолиновыми циклами, другие структурные фрагменты.

Полученные результаты могут быть объяснены тем, что, согласно [5], термодинамически движущей силой при реакциях в ПФК является образование стабильных гетероциклов. Это означает, что амидная связь, входящая в состав форполимера, находится в среде ПФК в равновесии с исходными соединениями:



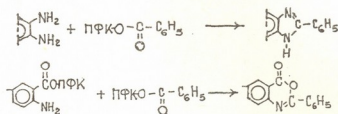
В соответствии с этой схемой продукт 1 в ПФК находится в равновесии с рядом соединений. При этом взаимодействие тетрааминнов



с эфирами бензойной кислоты и ПФК, а также бензидиндикарбоновой кислоты и ПФК может приводить не только к продукту 1 (с последую-



шей циклизацией), но и к продуктам взаимодействия эфира бензойной кислоты с тетраамином либо с эфиром бензидиндикарбоновой кислоты. Обе эти реакции, приводящие к получению бензимидазольных и бензоксазиновых циклов, могут обрывать полимерные цепи и сопровождаются уменьшением молекулярных весов полимеров согласно схеме



С целью доказательства протекания этих реакций было осуществлено взаимодействие 2-фенилбензоксазин-4-она с *o*-фенилендиамином в ПФК (0,01 моль бензоксазинона, 0,01 моль *o*-фенилендиамина, 30 г ПФК). Методом тонкослойной хроматографии, наряду с основным продуктом реакции — 6-фенилбензимидазоло[1, 2-*c*]хиназолином, был найден продукт, который по своему  $R_f$  полностью совпадает с 2-фенилбензимидазолом.

По данным динамического термогравиметрического анализа (ТГА), полученные ПБИХ теряют 10% веса при  $\sim 540^\circ\text{C}$ . Видимо, относительно невысокая термостойкость ПБИХ связана с «разнозвенностью» этих полимеров.

Академия наук СССР  
 Институт элементоорганических  
 соединений

Тбилисский государственный  
 университет

(Поступило 31.10.1975)

ორგანული ქიმია

3. კორშაკი (სსრკ მეცნ. აკად. წევრ-კორ.), ა. რუსანოვი, ს. ფიდლერი

ტეტრაამინების ბის-ბენზოქსაზინონებთან ურთიერთქმედების  
 ოლიგომერული ნაწარმები

რეზიუმე

ბის-6,6'-(2-ფენილ)ბენზოქსაზინონის ურთიერთქმედებით ტეტრაამინებთან მიღებულ იქნა პოლიბენზიმიდაზოლინების რიგი (პბიხ). შესწავლილ იქნა მათი ზოგიერთი თვისება. დინამიური თერმოგრავემეტრიული ანალიზის მონაცემების თანახმად პბიხ  $\sim 540^\circ\text{C}$ -ზე იკლებენ წონაში 10%.

ORGANIC CHEMISTRY

V. V. KORSHAK, A. L. RUSANOV, S. Kh. FIDLER

OLIGOMERIC PRODUCTS OF INTERACTION BETWEEN  
 TETRAAMINES AND BIS-BENZOXAZINONES

Summary

Interaction between bis-6,6'-(2-phenyl) benzoxazinones and tetraamines yielded a number of polybenzimidazolequinazolines (PBIQ) and enabled the study of some of their properties. According to the data of thermogravimetric analysis PBIQ lose 10% of weight at  $\sim 540^\circ\text{C}$ .

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. Saga, M. Nachihami, T. Shono. *J. Polymer Sci.*, A8, 1970.
2. В. В. Коршак, А. Л. Русанов. Авт. свид. СССР № 275389, 1970. Бюлл. изобр., 22, 1970.
3. H. Vogel, C. S. Marvel. *J. Polym. Sci.*, A1, 1963.
4. B. Sillion, G. de Gaudemaris. *C. R. Acad. Sci. (Paris)*, 1967.
5. G. F. D'Alelio, H. E. Kieffer. *J. Macromol. Sci. Chem.* A2 (6), 1968.

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

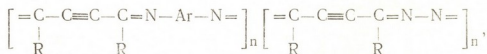
И. М. ГВЕРДЦИТЕЛИ (член-корреспондент АН ГССР),  
 Н. Н. ГОГЕСАШВИЛИ, Т. П. ДОКСОПУЛО, А. В. ВАННИКОВ

СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ПОЛИШИФОВЫХ  
 ОСНОВАНИЙ И ПОЛИАЗИНОВ НА ОСНОВЕ АЦЕТИЛЕНОВЫХ  
 ДИКЕТОНОВ

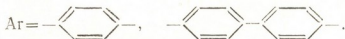
Д. Э. Давыдовым, Б. А. Кренцелем и сотр. [1, 2] были получены полишифовые основания поликонденсацией *p*-фенилендиаминна и гидразина с некоторыми дикарбонильными соединениями, в частности с диацетилом  $\text{O}=\text{C}-\text{C}=\text{O}$ , и было показано, что они обладают полупроводниковыми свойствами.

Представлялось интересным ввести в аналогичные реакции конденсации  $\alpha$ -ацетиленовые дикарбонильные соединения и исследовать влияние  $-\text{C}\equiv\text{C}-$  групп на электрические свойства полученных полишифовых соединений.

В настоящей работе были проведены реакции поликонденсации диацетилацетиленом  $\text{O}=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{C}\equiv\text{C}-(\text{CH}_3)\text{C}=\text{O}$  и дибензоилацетиленом  $\text{O}=\text{C}(\text{C}_6\text{H}_5)-\text{C}\equiv\text{C}-(\text{C}_6\text{H}_5)\text{C}=\text{O}$  с *p*-фенилендиамином, бензидином и гидразином, в результате чего были выделены соединения с системой сопряжения следующей структуры:



где везде  $\text{R}=\text{CH}_3, \text{C}_6\text{H}_5$ ,



В ИК-спектрах всех соединений имеются полосы поглощения сопряженных систем  $-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}=\text{N}-$  [ $1620$  и  $1680 \text{ см}^{-1}$ ] аминогрупп ( $3360$  и  $3470 \text{ см}^{-1}$ ) и бензольного ядра  $1600, 1580, 3000-3100 \text{ см}^{-1}$ .

Все полученные вещества — глубокоокрашенные соединения, которые не растворяются в бензоле и эфире, растворяются в хлороформе, диметилформамиде и минеральных кислотах.

Химический состав и физические свойства полученных соединений приведены в таблице.

Было проведено исследование спектров ЭПР для всех веществ. Соединения I, II дают узкий одиночный сигнал ЭПР, характерный для делокализованных электронов в системе сопряженных связей, а соединения IV, V, VI, VII дают слабые сигналы ЭПР (рис. 1, 2).



№ п/п	Вещество	Цвет	Т. пл. °С	Элементарный состав						Электропроводность ( $\text{ом}^{-1}\cdot\text{см}^{-1}$ )	Энергия активации E (эВ)
				Вычислено, %			Найдено, %				
				С	Н	N	С	Н	N		
1	$\left[ \begin{array}{c} \text{—C—C}\equiv\text{C—C=N—} \\   \quad   \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array} \text{—} \langle \text{C}_6\text{H}_4 \rangle \text{—N=} \right]_n$	Черный	Не плавится до 320°	79,12	5,49	15,38	80,01	5,85	15,92	$2,5 \cdot 10^{-11}$	1,4
2	$\left[ \begin{array}{c} \text{—C—C}\equiv\text{C—C=N—} \\   \quad   \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array} \text{—} \langle \text{C}_6\text{H}_4 \rangle \text{—} \langle \text{C}_6\text{H}_4 \rangle \text{—N=} \right]_n$	Черно-коричневый	Не плавится до 320°	83,12	5,42	10,85	83,92	5,65	12,01	$5 \cdot 10^{-9}$	1,26
3	$\left[ \begin{array}{c} \text{—C—C}\equiv\text{C—C=N—N=} \\   \quad   \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$	Коричневый	108—110	67,91	5,66	26,41	68,27	5,96	26,53	$1,6 \cdot 10^{-7}$	0,68
4	$\left[ \begin{array}{c} \text{—C—C}\equiv\text{C—C=N—N=} \\   \quad   \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array} \right]_m$	Беже-коричневый	95—99	67,91	5,66	26,41	68,04	5,84	26,68	$0,3 \cdot 10^{-12}$	1,44
5	$\left[ \begin{array}{c} \text{—C—C}\equiv\text{C—C=N—} \\   \quad   \\ \text{C}_6\text{H}_5 \quad \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} \text{—} \langle \text{C}_6\text{H}_4 \rangle \text{—N=} \right]_n$	Темно-красный	143—145	86,27	4,57	9,15	86,66	4,96	9,80	$3 \cdot 10^{-11}$	0,87
6	$\left[ \begin{array}{c} \text{—C—C}\equiv\text{C—C=N—} \\   \quad   \\ \text{C}_6\text{H}_5 \quad \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} \text{—} \langle \text{C}_6\text{H}_4 \rangle \text{—} \langle \text{C}_6\text{H}_4 \rangle \text{—N=} \right]_n$	Ярко-оранжевый	198—200	87,95	4,71	7,32	88,15	4,99	7,95	$1 \cdot 10^{-12}$	0,96
7	$\left[ \begin{array}{c} \text{—C—C}\equiv\text{C—C=N—N=} \\   \quad   \\ \text{C}_6\text{H}_5 \quad \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} \right]_n$	Оранжевый	175—177	83,47	4,34	12,17	83,61	4,47	13,72	$2 \cdot 10^{-12}$	1,1
8	$\left[ \begin{array}{c} \text{—C—C}\equiv\text{C—C=N—N=} \\   \quad   \\ \text{C}_6\text{H}_5 \quad \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} \right]_m$	Коричневый	69—71	83,47	4,34	12,17	83,53	4,84	12,98	$6 \cdot 10^{-11}$	0,75

Исследование электрических свойств полученных соединений (результаты приведены в таблице) показывает, что они обладают полупроводниковыми свойствами. На рис. 3 представлена зависимость электропроводности веществ 1—4 от температуры.

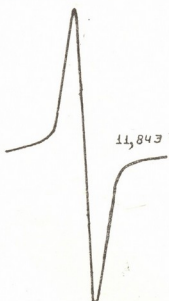


Рис. 1



Рис. 2

При сопоставлении наших результатов с данными работы [1] становится очевидным, что введение в цепь сопряжения  $—C\equiv C—$  группировок повышает электропроводность на два порядка и соответственно снижает энергию активации.

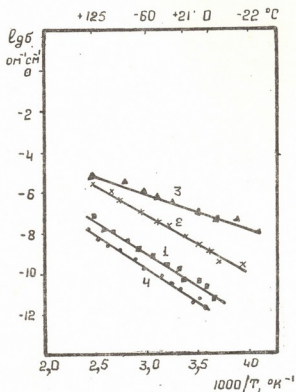


Рис. 3

Поликонденсация диацетилацетиленна с ПФДА. В круглодонную колбу с капельной воронкой и насадкой загружали 350 мл безводного бензола и нагревали до кипения. В кипящий бензол

вводили 2,16 г (0,02 моля) ПФДА и в течение часа по каплям добавляли 2,22 г (0,02 моля) диацетилацетилен, растворенного в 150 мл безводного бензола. Одновременно с подачей diketone происходила отгонка азеотропной смеси бензола с водой, после добавления диацетилацетилен смесь нагревали еще 20 часов. Выпавший черный осадок отфильтровывали, многократно промывали горячим толуолом и высушивали в вакууме при 60°C. Выход продукта 3,15 г, 57% от теоретического. Таким же способом были получены продукт поликонденсации ПФДА с дибензоилацетиленом и продукты поликонденсации бензидина с диацетилацетиленом и дибензоилацетиленом.

Поликонденсация диацетилацетилен с гидразином. В трехгорлую колбу, снабженную обратным холодильником, механической мешалкой и капельной воронкой, вливали 0,64 г (0,02 моля) гидразина и по каплям добавляли 2,22 г (0,02 моля) диацетилацетилен. После добавления смесь нагревали еще 10 часов и перенесли в вакууме. В колбе оставался коричневый полимер. Выход продукта 1,56 г, 73,9% от теоретического.

Поликонденсацию диацетилацетилен и дибензоилацетилен с гидразином проводили также в среде бензола аналогично вышеописанному.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 6.11.1975)

ორგანული ქიმია

ი. გვირგვინთელი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი),  
 ბ. გობეასაშვილი, თ. დოქოპულო, ა. ვანნიკოვი

ჟორბირთი პოლიზიფური ფუძისა და პოლიაზინის სინთეზი და  
 შესწავლა აცეტილენური დიკეტონების საფუძველზე

რეზიუმე

აცეტილენური დიკეტონების დიაცეტილაცეტილენისა და დიბენზოილაცეტილენის პოლიკონდენსაციით პ-არილენურ დიამინებთან და პირაზინთან მიღებულია პოლიზიფური ფუძეები და პოლიაზინები.

შესწავლილია მიღებულ ნერთთა ელექტროგამტარობა, იწ და მპრ სპექტრები.

ORGANIC CHEMISTRY

I. M. GVERDTSITELI, N. N. GOGESASHVILI, T. P. DOXOPULO,  
 A. V. VANNIKOV

SYNTHESIS AND STUDY OF SOME POLYSCHIFF-BASES AND  
 POLYAZINES, BASED ON ACETYLENE DIKETONES

Summary

By polycondensation of acetylene diketones, diacetylacetylene and dibenzoylacetylene with *p*-aryldiamines and hydrazine, polyschiff-bases and polyazines have been obtained.

The electrical conductivity, IR- and EPR- spectra of corresponding compounds have been investigated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. Э. Давыдов, Б. А. Кренцель, Ю. А. Понов, Л. В. Прокофьева. Высокомолекулярное соед., 3, 321, 1963.
2. Б. Э. Давыдов, И. А. Дрabbкин, Ю. В. Коршак, Л. Д. Розенштейн. Изв. АН СССР, сер. хим., 9, 1963, 1664.

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Г. В. ЦИЦИШВИЛИ (академик АН ГССР), Ш. И. СИДАМОНИДZE,  
Д. М. ШАВЛАДZE, З. П. ЦИЦКАЛАДZE

ИССЛЕДОВАНИЕ АДсорбЦИИ АММИАКА И ПИРИДИНА  
НА КАТИОНЗАМЕЩЕННЫХ ФОРМАХ СИНТЕТИЧЕСКОГО  
ЦЕОЛИТА ТИПА X и Y

В результате изучения адсорбции молекул разной электронной структуры на синтетических цеолитах получается интересная информация о процессе адсорбции. Молекулы адсорбата можно применить в качестве молекулярных зондов для характеристики природы адсорбционных центров. По многочисленным литературным данным, адсорбция на синтетических цеолитах обуславливается типом цеолита, отношением  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ , природой входящих в его состав катионов и другими факторами. Целью нашего исследования являлось изучение адсорбции полярных молекул пиридина и аммиака на катионзамещенных формах цеолита фожазитовой структуры и установление количественной характеристики адсорбции в широком интервале температур. Полученные данные позволили нам сделать некоторые выводы о характере взаимодействия адсорбент—адсорбат.

Механизм адсорбции пиридина и аммиака на катионзамещенных цеолитах подробно изучен методом ИК-спектроскопии и другими физическими методами. Нам не удалось найти данных об изотермах, описывающих адсорбцию пиридина на катионзамещенных цеолитах.

Адсорбция пиридина изучалась на высоковакуумной весовой установке при помощи весов Мак-Бена. Чувствительность кварцевых спиралей была 2—3 мг/мм. Отсчет осуществлялся катетометром КМ-6, термостатирование адсорбционных трубок проводилось с точностью  $\pm 1,0^\circ\text{C}$ , а всей установки  $\pm 2,0^\circ\text{C}$ . Адсорбция аммиака изучалась объемным методом. В качестве исходных цеолитов были взяты NaX (ГОБ ВНИИ НП ц-202—661),  $x = \frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3} = 2,3$ ; NaX (Linde Division of Carbide Corp.),  $x = 2,44$  и NaY (ГОБ ВНИИ НП ц-202—773),  $x = 4,16$ . Степень замещения натрия другими катионами устанавливалась по разности содержания натрия на пламенном фотометре. Предварительная высоковакуумная термическая обработка цеолитов проводилась при 563—573°K для водородных форм и при 723—743°K для других катионных форм в течение 50 часов. Изотермы адсорбции пиридина на синтетических цеолитах 0,31 LiNaX, 0,25 NiNaX и 0,46 NiNaX показывают, что замещение катионов натрия катионами лития повышает адсорбцию пиридина (рис. 1).

Росту адсорбции, по-видимому, способствует сосредоточение положительного заряда на катионах малых размеров, а также то, что катионы лития в кристалле занимают сравнительно мало экранированные, доступные для молекул пиридина позиции (вероятно,  $S_{II}$  и  $S_{III}$ ).

По данным ИК-спектроскопии, в цеолитах, содержащих катионы щелочных металлов, адсорбция пиридина осуществляется главным образом посредством координационной связи с катионами, прочность связи с цеолитами увеличивается с уменьшением радиуса обменного катиона [1]. Это специфическое взаимодействие пиридина с катионом можно приписать существованию неподеленной электронной пары атома азота пиридина. Адсорбция пиридина на цеолитах, содержащих никелевые катионы, характеризуется несколько иной картиной: замещение 25% натрия на никель почти не меняет адсорбционную способность цеолита. Увеличение степени замещения ( $\alpha$ ) до 46% заметно уменьшает активность цеолита. Для объяснения наших данных целесообразно допустить, что катионы никеля (до  $\alpha=0,25$ ) замещают ионы натрия, не вносящие существенный вклад в адсорбцию ( $S_1$ ). Последующее замещение ионов натрия ионами никеля протекает на малозащищенных позициях [2]. Однако при этом следует иметь в виду, что два одновалентных катиона натрия замещаются одним двухвалентным катионом никеля. Таким образом, уменьшение количества катионов в цеолите должно существенно уменьшать адсорбционную способность цеолита  $0,46 \text{ NiNaX}$ .

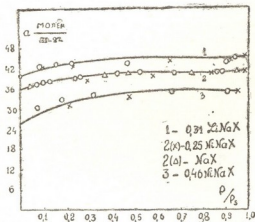


Рис. 1. Изотермы адсорбции пиридина на катионзамещенных синтетических цеолитах типа X ( $30^\circ\text{C}$ )

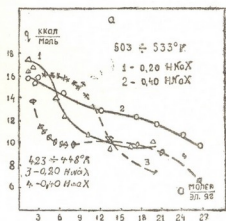
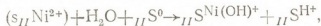


Рис. 2. Зависимость изостерических теплот адсорбции аммиака от величины адсорбции

При замене натрия двухвалентным никелем последний несимметрично располагается между вакансиями положительных зарядов — катион никеля преимущественно локализован у одной из вакансий. Ряд авторов отмечает, что такая катионная вакансия может быть компенсирована за счет диссоциации молекул воды:



т. е. образуется два центра положительного заряда. По нашим данным, при введении никелевых катионов такая диссоциация осуществляется или в незначительной степени, или один из образующих центров проявляет пониженную адсорбционную способность. По [3], цеолиты, содержащие катионы переходных элементов, характеризуются брэнстедовскими кислотными центрами. На цеолитах, прокаленных ниже  $723^\circ\text{K}$ , образуются ионы пиридина  $\text{Py}^+$  (идентифицирована полоса поглощения  $1545 \text{ cm}^{-1}$ ) и фиксируются координационно связанные



молекулы пиридина ( $1440-1455 \text{ см}^{-1}$ ). По [4], гидроксильные  $\text{Me}-\text{OH}^+$  проявляют основной характер, что препятствует адсорбции на этих центрах молекул основного характера.

Исследование адсорбции на водородных формах цеолитов типа X и Y при температурах  $20-30^\circ\text{C}$  показывает, что последовательность расположения изотерм адсорбции в зависимости от температуры не меняется. Во всем интервале давлений изотермы располагаются следующим образом:

$$\text{NaX} \geq 0,38 \text{ HN aX} > 0,20 \text{ HN aX} \quad (30^\circ\text{C}),$$

$$\text{NaY} \geq 0,47 \text{ HN aY} > 0,30 \text{ HN aY} \quad (30^\circ\text{C}).$$

Результаты вычислений изостерических теплот адсорбции аммиака для температур  $423-448$ ;  $448-473$  и  $473-503^\circ\text{K}$  показывают (рис. 2), что по мере повышения температур теплоты адсорбции аммиака на различных образцах цеолита изменяются неодинаково: последовательность расположения кривых зависимости  $Q_{st} = f(a)$  меняется, т. е. по мере повышения температуры изменяется механизм адсорбции, одно из возможных взаимодействий становится доминирующим.

По [5], при высоких температурах ( $523-600^\circ\text{K}$ ) взаимодействие аммиака с брэнстедовскими центрами практически исключено, адсорбция в основном обусловлена координационным взаимодействием с алюминием. Приведенные на рисунке результаты позволяют предположить, что при соответствующих температурах для низких заполнений координационное взаимодействие молекул аммиака с алюминием слабее, чем «диполь-катионное» взаимодействие.

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

Тбилисский государственный университет

(Поступило 25.9.1975)

ფიზიკური ქიმია

ბ. ციციშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), შ. სიღამონიძე, ღ. შავლაძე,  
 ზ. ჟინვალაძე

პირიდინის და ამიაკის ადსორბციის გამოკვლევა X და Y ტიპის  
 კათიონჩანაცვლებულ სინთეზურ ცეოლითებზე

რ ე ზ ი ე მ ე

ექსპერიმენტული შედეგების საფუძველზე ნაჩვენებია, რომ ლითიუმისა და ნიკელის კათიონებით ნატრიუმის კათიონების ჩანაცვლება მნიშვნელოვნად მოქმედებს X და Y ცეოლითების ადსორბციულ უნარზე. გამოთქმულია მოსაზრება წყალბადური ფორმის X ტიპის სინთეზურ ცეოლითზე ამიაკისა და პირიდინის ადსორბციის მექანიზმის შესახებ.

G. V. TSITSISHVILI, Sh. I. SIDAMONIDZE, D. M. SHAVLADZE,  
Z. P. TSINTSKALADZE

STUDY OF THE PYRIDINE AND AMMONIUM ADSORPTION IN  
X AND Y TYPE CATION-EXCHANGED SYNTHETIC ZEOLITES

Summary

On the basis of the experimental results it is shown that replacement of sodium cations by lithium and nickel ones has a considerable influence on the adsorptive nature of X and Y type zeolites. A suggestion is made on the ammonium and pyridine adsorption mechanism in hydrogen X type synthetic zeolites.

შიგნებები — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. I. W. Ward. J. Catal. 10, 1968, 34.
2. Г. В. Цицишвили. Адсорбционные, хроматографические и каталитические свойства цеолитов. Тбилиси, 1972, 15.
3. I. W. Ward. J. Catal. 9, 1967, 225.
4. J. B. Uetterhoeven, R. Schouheydt, B. V. Leingme, W. K. Hall. J. Catal., 13, 1969, 425.
5. С. П. Жданов, А. В. Киселев, В. И. Лыгин, М. Е. Овсепян, Т. Т. Титов. ЖФХ, XXXIV, № 10, 1965, 2554.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Г. В. ЦИЦИШВИЛИ (академик АН ГССР), С. Л. УРОТАЛЗЕ,  
В. Д. ЛУКИН, Р. М. БАГИРОВ

ОСУШКА И ОЧИСТКА ПРИРОДНОГО ГАЗА  
КЛИНОПТИЛОЛИТОМ НА ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННОЙ  
УСТАНОВКЕ

Осушка природного газа имеет большое значение при проведении низкотемпературного процесса отбензинивания газа, а также при транспортировке его по трубопроводам [1]. Однако часто бывает очень важным одновременно с парами воды удалить и другие примеси, например двуокись углерода. Для решения вопросов, связанных с проблемой современной адсорбции этих компонентов, надо знать условия их адсорбции различными типами адсорбентов [2]. Применение в качестве адсорбентов цеолита имеет ряд преимуществ перед другими адсорбентами, такими, например, как силикагель или окись алюминия. во-первых, цеолиты при малом влагосодержании газа способны поглощать воду в гораздо больших количествах, чем другие адсорбенты, во-вторых, по мере повышения температуры их адсорбционная способность по отношению к воде уменьшается не так резко, как у силикагеля или окиси алюминия, в-третьих, они создают низкое гидравлическое сопротивление адсорбера при движении газового потока через слой цеолита и, в-четвертых, цеолиты обладают резко выраженной

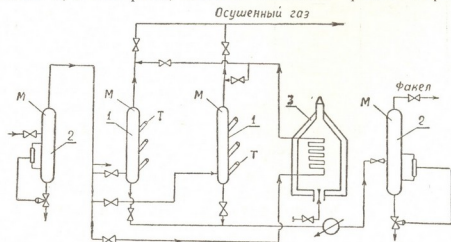


Рис. 1. Схема опытно-промышленной установки

селективностью к определенным соединениям (так, например, цеолит CaA не сорбирует углеводороды C<sub>3</sub> и выше). Кроме того, цеолиты успешно могут одновременно с влагой поглощать и другие соединения, например двуокись углерода.

Нами были проведены исследования с целью выявления возможности применения природного цеолита — клиноптилолита (месторождения Хекордула ГССР) для осушки и очистки природного газа от

двуокиси углерода в условиях промысла. Клиноптилолит зернением 1-2 мм в количестве 5,5 кг был загружен в адсорбер опытно-промышленной установки [3] в условиях промысла Нефтедобывающего управления им. Серебровского АзССР. Технологическая схема установки представлена на рис. 1. Природный газ перед входом в адсорбер проходил предварительную очистку от механических примесей и капельной жидкости в сепараторе 2. Клиноптилолит после отработки подвергался термической дегидратации при температуре 300—350°C в течение 2—3 часов в потоке природного газа. Нагревание продувочного газа осуществлялось в аппарате 3. Исследование процессов осушки газа и очистки его от двуокиси углерода проводилось при температуре 20—25°C и давлении 40—45 кг/см<sup>2</sup>. Влагосодержание в исходном (сыром) природном газе в среднем составляло 0,9—1,2 г/м<sup>3</sup>, а концентрации CO<sub>2</sub> в газе изменялись в диапазоне 0,5—3% (объемн.). Скорость газового потока, рассчитанная на свободное сечение аппарата, находилась в пределах 0,1—0,15 м/сек.

Результаты опытно-промышленных испытаний клиноптилолита месторождения Хекордзула приведены в таблице.

№ п/п	Концентрация CO <sub>2</sub> в газовом потоке, % (объемн.)		Влагосодержание газа, г/м <sup>3</sup>		Динамическая актив- ность клиноптилолита, % (вес.)	
	до очистки	после очистки	до осушки	после осушки	по CO <sub>2</sub>	по влаге
1	0,5	—	0,9	0,024	2,8	9,8
2	1,0	—	1,0	0,025	2,9	10,0
3	1,5	—	1,2	0,027	3,0	10,2
4	2,0	—	1,2	0,027	3,2	10,3
5	2,5	—	1,2	0,027	3,4	10,5
6	3,0	—	1,2	0,027	3,5	10,5

Данные опытно-промышленных испытаний показали, что использование клиноптилолита в качестве адсорбента позволяет одновременно проводить очистку газа от CO<sub>2</sub> и осушку газа до точки росы минус 54—60°C.

Динамическая активность по воде природного клиноптилолита в изученных условиях не уступает синтетическому цеолиту CaA [3].

Кроме того, клиноптилолит отличается большой механической прочностью, по сравнению с синтетическими цеолитами [4], и, имея входные окна около 4 Å [5], по всей вероятности, будет в меньшей степени поглощать углеводородные газы, чем CaA или NaX, что в свою очередь, определит увеличение срока его эксплуатации.

Академия наук Грузинской ССР

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

(Поступило 23.10.1975)

ქიმიური ტექნოლოგია

ბ. ციციშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი), ს. უროტაძე, ვ. ლუკინი, რ. ბაგიროვი

საცდელ საწარმოო დანადგარზე კლინოპტილოლიტით ბუნებრივი  
გაზის გაწმენდა და გაწმენდა

რეზიუმე

საცდელ-საწარმოო დანადგარზე შესწავლილია ბუნებრივი გაზის კლინოპტილოლიტით გაწმენდის და ნახშირორჟანგისაგან გაწმენდის პროცესები. მიღებული მონაცემების საფუძველზე გამოთვლილია ხსენებული ადსორბენტის დინამიური აქტივობა წყლისა და ნახშირორჟანგის მიმართ.

CHEMICAL TECHNOLOGY

G. V. TSITSISHVILI, S. L. UROTADZE, V. D. LUKIN, R. M. BAGIROV

DRYING AND TREATMENT OF NATURAL GAS BY CLINOPTILOLITE  
ON AN EXPERIMENTAL PILOT PLANT

Summary

The paper deals with the process of the drying and treatment of natural gas from  $\text{CO}_2$  on an experimental pilot plant using the natural zeolite-clinoptilolite. On the basis of the obtained data the dynamic activity of clinoptilolite against water and  $\text{CO}_2$  has been calculated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. С. Петренко, Г. С. Стучков, М. А. Пионтковская, И. Е. Неймарк, Г. М. Пашелок-Лобачева. Цеолиты и их применение. Киев, 1971.
2. В. А. Соколов, Н. С. Торочешников, Н. В. Кельцев. Молекулярные сита и их применение. М., 1964.
3. Р. А. Багиров, Э. Т. Али-Заде, Т. С. Фархадов. Газовая промышленность, № 9, 31, 1974.
4. Н. Ф. Челищев, Б. Г. Беренштейн. Клиноптилолит. М., 1974.
5. Г. В. Цицишвили, Ш. Д. Сабелашвили, З. И. Коридзе, Е. К. Кванталиани, Т. Г. Андроникашвили. Неорганические материалы, 9, № 8, 1973.



УДК 66.01

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Т. Д. КОПАЛЕРШВИЛИ, А. И. МЕТЕЛКИН, Н. И. КОЛЕСНИКОВА,  
Ц. В. УРОТАДЗЕ

ВЛИЯНИЕ ТИТАНОВОГО И ЦИРКОНИЕВОГО ДУБИТЕЛЕЙ  
НА ТОНКУЮ СТРУКТУРУ КОЛЛАГЕНА

(Представлено академиком П. А. Кометаши 7.5.1975)

Овечье кожевенное сырье, заготавливаемое в Грузинской ССР, из-за особенностей гистологического строения характеризуется малой прочностью на разрыв и не удовлетворяет требованиям, предъявляемые обувной промышленностью.

С целью улучшения качества шеврета нами разработана методика титаноциркониевого дубления, приводящая к значительному упрочнению кож и улучшению ряда других показателей качества, по сравнению с кожами хромового дубления [1, 2]. Для дубления применялись выпускаемые в Советском Союзе дубители: двойной сульфат титанила и аммония и сульфатоцирконат натрия. Объектом исследования служила овчина, заготавливаемая в Грузинской ССР.

С целью выяснения характера изменений тонкой структуры кож, полученных с применением новых дубителей, проведено электронно-микроскопическое исследование кож различных методов дубления (титанового, циркониевого, титаноциркониевого и хромового).

Предварительно, в качестве контрольного, было изучено голье (недубленный полуфабрикат) ацетоновой сушки.

Исследование проводилось на ультрамикротомных срезах. Объекты для исследования подготавливались согласно методике [3] следующим образом: кусочки кожи размером приблизительно 0,1—0,2 мм<sup>3</sup> фиксировались в течение 4 часов в 1% растворе четырехоксида осмия, затем образцы обезживались в спиртах. Высушенные образцы пропитывались метилбутилметакрилатом с добавлением катализатора. Капсулы выдерживались в термостате при температуре 60°C до окончательной полимеризации.

Ультратонкие срезы получались на ультрамикротоме ЛКВ-8800 с помощью стеклянного ножа. Полученные срезы толщиной 300—500 Å наносились на сетки с формоваровой подложкой, и проводилось дополнительное контрастирование насыщенным раствором уранилацетата в течение 20 минут.

В работах [4, 5] показано, что коллагеновые волокна состоят из фибрилл, имеющих принципиально одинаковую структуру. Поперечная исчерченность, возникающая в результате кристаллической перестройки молекул, является основным морфологическим показателем характера коллагенового волокна.

Исследование образца голье показало (рис. 1), что фибриллы коллагена состоят из серии осмиофильных дисков, различной толщины, образующих поперечную исчерченность с размером макропериодов примерно 640—690 Å (см. таблицу).

Электронномикроскопическое исследование кожи титанового дубления показало (рис. 2), что частицы дубящих веществ располагаются между фибриллами. Это особенно хорошо заметно на поперечном

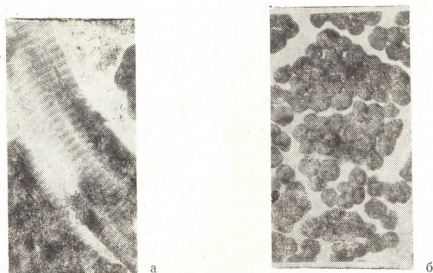


Рис. 1. Голье ( $\times 56000$ ): а — продольный срез, б — поперечный срез

срезе. Дубящие соединения титана окружают фибриллярные волокна, не вызывая морфологической перестройки в их структуре. Но, по всей вероятности, титановый дубитель оказывает влияние на молекулярные

Влияние различных методов дубления на размеры макропериодов фибрилл коллагена

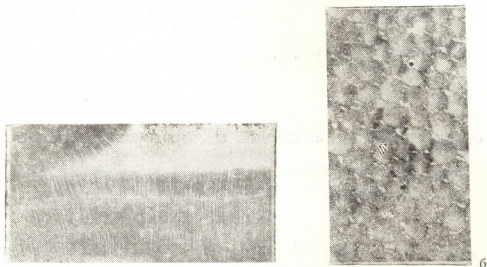
Наименование объектов	Голье ацетоновой сушки	Кожа титанового дубления	Кожа циркониевого дубления	Кожа титаноциркониевого дубления	Кожа хромового дубления
Размеры макропериодов, Å	640—670	480—500	500—540	490—520	650—680

связи междискового пространства, в результате чего осуществляется сжатие волокна с изменением расстояния между субъединицами. Фибриллы ровные, без видимых изъязнов, с ярко выраженной поперечной исчерченностью. Размеры макропериодов коллагеновых фибрилл уменьшаются с 640 до 480—500 Å.

При исследовании кожи циркониевого дубления также наблюдаются частицы дубящих веществ в межфибриллярных зонах (рис. 3). Как и при титановом дублении, в данном случае отмечается сжатие междискового расстояния. Размеры макропериодов составляют 500—540 Å.

Данные, полученные в результате исследования кожи титаноциркониевого дубления (рис. 4), также указывают на то, что дубящие вещества накапливаются в межфибриллярных зонах. Характер отло-

жения дубителей аналогичен характеру отложения при титановом и циркониевом дублениях. В данном случае также наблюдается снижение размеров макропериодов до 490–520 Å.



а

Рис. 2. Кожа титанового дубления (ув.  $\times 100\,000$ ): а — продольный срез, б — поперечный срез

При исследовании кож хромового дубления отложения хрома в межфибриллярных зонах не отмечается (рис. 5). Размеры макропе-



Рис. 3. Кожа циркониевого дубления (ув. 73000)



Рис. 4. Кожа титаноциркониевого дубления (ув.  $\times 60\,000$ )



Рис. 5. Кожа хромового дубления (ув.  $\times 47\,000$ )

риодов коллагеновых фибрилл значительно выше, чем при титановом, циркониевом и титаноциркониевом дублении, что указывает на большую плотность структурных элементов опытных кож.



Таким образом, проведенные электронномикроскопические исследования показывают значительное влияние метода дубления на тонкую структуру кож.

თბილისის სახელმწიფო  
 უნივერსიტეტი

ცენტრალური მეცნიერებათა  
 ინსტიტუტი კოჟენო-ობუვნი  
 პრომისლენოსტი

(Поступило 6.6.1975)

კიბიურის ტექნოლოგია

თ. კოპალეიშვილი, ა. მებოლკინი, ნ. კოლესნიკოვა, ვ. უროტაძე

ტიტანისა და ცირკონიუმის მთრმლაჲი მასალეზის ჲავლენა  
 • კოლაგენის ნატიფ სტრუქტურაზე

რეზიუმე

ელექტრონული მიკროსკოპის საშუალებით კოლაგენის ნატიფ სტრუქტურაზე ტიტანისა და ცირკონიუმის მთრმლაჲი მასალეზის ჲავლენის ჲამოკვლევისას დადგენილია, რომ ტიტანის, ცირკონიუმის და ტიტან-ცირკონიუმის შეთოდებით დათრმლვისას ადგილი აქვს კოლაგენის მაკროპერიოდების ჲომების შემცირებას და მთრმლაჲი მასალეზის ნაწილაკების დაგროვებას ფიბრილთა-მორისო ჲონებში. აღნიშნული მოვლენები არ შეიმჩნევა ქრომის შენაერთებით დათრმლვის შემთხვევაში.

CHEMICAL TECHNOLOGY

T. D. KOPALEISHVILI, A. I. METELKIN, N. I. KOLESNIKOVA, Ts. V. UROTADZE

### THE EFFECT OF TITANIUM AND ZIRCONIUM TANNERS ON THE FINE STRUCTURE OF COLLAGEN

#### Summary

The effect of the following new tanning compounds: binary titanium sulfate and ammonium sulfate and sodium zirconium sulfate on the fibrillar structure of collagen has been studied by the method of electron microscope.

In contrast to chrome tanning, size reduction of macroperiods of collagen during zirconic-titanium and titanium-zirconic tanning was found to occur. Simultaneously deposition of particles of tanning agents is observed in interfibrillar areas.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. Д. Копалейшвили, А. И. Метелкин. Применение титаноциркониевого дубления для повышения качества шеврета. М., 1973.
2. Т. Д. Копалейшвили, А. И. Метелкин. Сб. «Кожевенная промышленность», 5, М., 1973.
3. Д. Пиз. Гистологическая техника в электронной микроскопии. М., 1963.
4. А. Н. Михайлов. Коллаген кожного покрова и основы его переработки. М., 1972.
5. Г. Райх. Коллаген. М., 1973.

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

В. П. ЗЕНКОВИЧ, Д. М. ДУБМАН, А. Г. КИКНАДЗЕ,  
В. Л. МЕНШИКОВ, В. М. ПЕШКОВ

НАБЛЮДЕНИЯ В ПОДВОДНЫХ КАНЬОНАХ АДЛЕРСКОГО  
РАЙОНА

(Представлено академиком Ф. Ф. Давитая 10.4.1975)

Летом 1974 г. объединенной экспедицией Института географии АН СССР и АН ГССР было произведено четыре глубоководных погружения в подводные каньоны Адлерского района с использованием автономного аппарата. В погружениях, кроме авторов, участвовали П. Каплин, В. Ромашин и В. Ажажа.

В 1973 г. была произведена предварительная эхолотная съемка района в масштабе 1:10000 до глубин 400—500 м. На протяжении 6,5 км обнаружено восемь узких и крутосклонных ложбин, которые условно названы каньонами. Им присвоены номера в порядке с СВ на ЮЗ. Три из них, тяготеющие к устью р. Мзымта, имеют сильно разветвленные вершины. Выход вершин каньонов № 5 («Новый») и № 7 («Константиновский») на мелководье (10 м и менее) заставляет предполагать их вредное влияние на устойчивость берега, как это известно для каньона «Акула» в Пицундском районе [1, 2]. Поэтому одной из задач работы были поиски гальки на дне и возможных источников ее происхождения.

В массовых количествах галька обнаружена аквалангистами в вершинах двух упомянутых каньонов до глубины 30 м. Ими же установлено, что размываемой породой дна здесь являются плотные тонкослоистые илы.

Из автономного аппарата обследовано пять каньонов и в двух выявлены единичные пересечения.

Во всех каньонах встречены обнажения темных, синеватых слоистых глин на глубинах от 43 м до более 300 м. В ложе приустьевых каньонов (№ 1—3) гальки не наблюдалось. В каньонах № 5 и 7 она весьма обильна: в первом на глубинах 100—190 м и во втором 60—210 м.

Обнажения древних конгломератов встречены на глубинах 190 м (№ 2) и 225 м (№ 5, 6 и 7). В каньоне № 4 на глубине 200 м обнаружены вкрапления гальки в крутом глинистом слое. В каньоне № 5 («Новый») на глубинах более 225 м обнаружена своеобразная порода: глины с многочисленными включенными в них караваяобразными валунами диаметром 20—50 см. Подобные же валуны в большом количестве встречены непосредственно в ложе каньона № 6 на глубинах 280—290 м. В целом каменный материал здесь распространен значительно меньше, чем в районе Пицунды, если не считать каньонов «Новый» и «Константиновский», которые в этом отношении аналогичны пицундской «Акуле».

Сравнивая между собой два указанных района, важно отметить следующие черты их сходства и отличий. Так, в обоих грунт на глу-

бинах более 150 м имеет почти белый цвет и агрегатное строение. Следы «стекания» поверхностных слоев в виде своеобразной морщинистости распространены в Адлерском районе шире, чем на Пицунде. Больше здесь также ярко выраженных циркообразных ступенчатых оползней, иногда с валами выпираний у подножья.

В связи с оползаниями ложе каньонов в ряде мест имеет пологую волнистость продольного профиля. Повсеместно развиты в очень большом количестве широкие полосы — следы качения или сползания комков глины. Остающиеся за ними борозды имеют ширину 10—30 см и длину, иногда превышающую 20 м. Окраска этих полос черная, в отличие от Пицунды, где она светлая, синеватая.

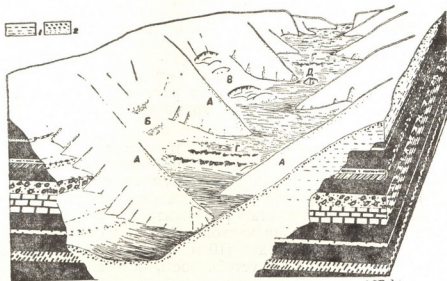


Рис. 1. Изображение наблюдавшихся форм рельефа в виде обобщенной блокдиаграммы: А — кулисные гряды, Б — морщины стекания, В — циркообразные оползни, Г — коренные породы в ложе каньона, Д — пирамидальный останец размыта кулисной гряды: 1 — ил, 2 — белые агрегатные комочки из ила

Наиболее яркой чертой рельефа адлерских каньонов является почти повсеместное распространение боковых «кулисных» хребтов с острыми гребнями (рис. 1) и с уклоном к ложу каньона порядка 20—40°. Относительная высота хребтов составляет более 10 м, взаимные расстояния — от 15 до 40 м, оконечности хребтов выдаются на неодинаковую длину в ложе каньонов, отчего их тальвег имеет извилистый характер. Склоны вторичных хребтов, в свою очередь, расчленены поперечной ребристостью, напоминающей гигантские знаки яриби, которые во многих местах нарушены черными бороздами сползания грунта. Аналогичные формы наблюдаются и в пицундских каньонах, но там они выражены менее отчетливо и не так часты.

В Адлерском районе мы видели несколько хребтов, имеющих снизу фасетообразный срез, а в трех местах у подножья хребты разорваны желобами (на уровне ложа каньона). Бывшие оконечности таких хребтов возвышаются со дна в виде пирамид высотой 2—5 м.

В целом адлерские каньоны выражены более четко, чем пицундские. Относительный врез у них больше (местами до 150 м). Однако к глубинам 400—500 м они также заметно нивелируются. В обоих районах наибольшее расчленение дна на мелководье (до глубин око-



ლო 100 მ) приурочено к предустьевым районам. Встречаемость отвесных обрывов и обнажений, параллельных берегу, в Адлерском районе меньше. Ступенчатость ложа и боковых стенок каньонов примерно одинакова. В Адлерском районе почти повсеместно на крутых склонах из-под белого грунта выходит бугристая поверхность глин, явно обработанная уже в подводных условиях движущимся по ним матерьялом наносов. В ложе депрессий очень часты комки глины размером от картофелины до глыб более 1 м величиной. Заиленность дна на глубинах до 100 м в Адлерском районе, очевидно, связана с большим взвешенным твердым стоком рек рр. Мзымта и Псоу.

Одним из результатов проведенных исследований является константность вредного влияния вершин каньонов № 5 и 7 на устойчивость берегов. Это обстоятельство необходимо принимать во внимание при освоении побережья.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт географии  
им. Вахушти

(Поступило 8.5.1975)

ფიზიკური გეოგრაფია

ვ. ზენკოვიჩი, დ. დუბმანი, ა. კიკნაძე, ვ. მენშიკოვი, ვ. პეშკოვი

დაკვირვებები ადლერის რაიონის წყალქვეშა კანიონებში

რეზიუმე

დაკვირვებები ჩატარებულია 1974 წელს ავტონომური წყალქვეშა აპარატით. 300 მ სიღრმემდე შესწავლილია 7 წყალქვეშა კანიონი. ორი კანიონის სათავე იჭრება სანაპირო ზონაში და მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს სანაპირო ზონის დინამიკაში. მათში საკმაო რაოდენობით იკარგება პლიაქის ამგებელი მასალა. ქვიშა და ხრეში ნაპოვნია 200 მეტრის სიღრმეზე. ჩატარებულია შედარებები ბიჭვინთის კანიონებში 1973 წელს შესრულებულ დაკვირვებებთან.

PHYSICAL GEOGRAPHY

V. P. ZENKOVICH, D. M. DUBMAN, A. G. KIKNADZE, V. L. MENSHIKOV,  
V. M. PESHKOV

OBSERVATIONS IN THE SUBMARINE CANYONS OF THE ADLER  
AREA

Summary

Observations were carried out in 1974 using an autonomous submarine apparatus. There are seven canyons traced to the depths of more than 300 m. The heads of two canyons enter the near-shore zone, influencing the coastal dynamics. The beach shingle losses are perceptible. Shingles and boulders have been found on the canyon beds to the depth of 200 m. Some comparisons are made with the previous observation results of 1973 in the Pitsunda area.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. П. Зенкович. Наука и жизнь, № 3, 1970.
2. В. М. Пешков. Геоморфология, № 3, 1974.



ГЕОЛОГИЯ

З. А. КОКРАШВИЛИ

К СТРАТИГРАФИИ ВЕРХНЕЮРСКО-НИЖНЕМЕЛОВОГО  
 КАРБОНАТНОГО ФЛИША РАЙОНА ВОЕННО-ГРУЗИНСКОЙ  
 ДОРОГИ, ЮГО-ОСЕТИИ И РАЧИ

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 18.11.1975)

Стратиграфическая схема В. П. Ренгартена [1] района Военно-Грузинской дороги (ущелья рр. Арагви и Терека), которая много лет считалась опорной для флишевых отложений Южного склона Большого Кавказа, претерпела значительные изменения в результате исследований П. Г. Вашакидзе и О. Н. Шириашвили [2, 3]. Они же уточнили стратиграфическую схему П. Г. Кузнецова [4] района Юго-Осетии (ущелья рр. Большой и Малой Лиахви и Ардона) и составили единую стратиграфическую схему верхнеюрско-нижнемеловых флишевых отложений центрального участка флишевого бассейна.

Вопросы сопоставления сводных разрезов Верхней Рачи с разрезами Военно-Грузинской дороги частично затрагивались и ранее [5—8]. В настоящей статье приводятся новые материалы, позволяющие уточнить возраст отдельных свит верхнеюрско-нижнемелового карбонатного флиша в районах Военно-Грузинской дороги и Юго-Осетии.

Над среднеюрскими отложениями в ущельях рр. Нарван-дон и Артхмосцкали (бассейн р. Терек) согласно следует сланцево-песчаная свита, возраст которой раньше определялся как келловей-ранний оксфорд [2, 3]. Нами эта свита названа нарванской и возраст ее условно определен как келловейский. Вышеследующая касарская свита темных мергелей и мергелистых сланцев, ранее датированная [2, 3] как поздний оксфорд, нами относится к раннему оксфорду. Условно определенный возраст этих двух свит вытекает из возраста фаунистически охарактеризованной вышеследующей свиты думацхо.

Среди выделенных литостратиграфических свит маркирующей является свита брекчиевых известняков — свита думацхо, возраст которой И. Г. Вашакидзе и О. И. Шириашвили [2, 3] считают киме-риджским.

Из нижней части самых крайних северных выходов этой свиты в ущелье р. Закка (правый приток р. Ардона) в слое брекчии-конгломерата нами были найдены единичные формы кораллов: позднеоксфордско-кимеридджский *Heliocoenia coralina* Kobu и позднеоксфордский (арговый-порак) *Cryptocoenia cf. thiessingi* Kobu. Восточнее, в верховьях р. Артхмосцкали в низах этой же свиты найден позднеоксфордский *Stylosmilium cf. michelini* M. Edwards et Haime (определения Н. С. Бендукидзе). Эта фауна указывает на верхнеоксфордский возраст низов свиты думацхо.

Свита думацхо хорошо прослеживается и увязывается со свитой брекчиевых известняков северного крыла флишевого синклиория

Верхней Рачи. В мамисонском разрезе в этой свите найдены поздне-титонский *Berriasella cf. delphinensis* Kil., титон-берриасский *Berriasella* sp. Как в этом, так и в западных разрезах из этой же свиты определены позднеюрская микрофауна (определения Т. Д. Кутателадзе) и фауна тинтинид (определения Л. В. Линецкой) титон-неокомского возраста [6, 8, 9]. В этой свите также найдены морские лилии *Pentacrinus cf. crista-galli* Quenst. и *Pentacrinus cf. amblyscalaris* Thurm., известные с титона (определения К. Ш. Нуцубидзе). В южном крыле флишевого синклинория аналогом свиты брекчиевых известняков по стратиграфическому положению и литологическому составу является лухумская свита, содержащая коралловые биогермы [7, 8, 10]. Из этой свиты определены позднеоксфордско-кимериджские кораллы (определения Н. С. Бендукидзе), а также титон-берриасский *Haploceras* sp. и титонский *Spondylus cf. moravicus* Boehm. Приведенная фауна позволяет определить возраст лухунской свиты и свиты брекчиевых известняков как позднеоксфордско-титонский. Так как свита брекчиевых известняков хорошо увязывается со свитой думаццо, то с уверенностью можно определить возраст последней как позднеоксфордско-титонский.

Выше свиты думаццо во всех разрезах района Военно-Грузинской дороги и Юго-Осетии следует нижняя известняковая свита ципори, возраст которой определялся как титонский [2, 3]. По нашим данным, эта свита в западном направлении хорошо увязывается со свитой известняков и мергелей, следующей за свитой брекчиевых известняков позднеоксфордско-титонского возраста. В мамисонском разрезе свита содержит берриасский *Spiticeras ex gr. orientale* Kil. и ранневаланжинско-готеривский *Pseudobelus* sp. В южном крыле флишевого синклинория Верхней Рачи выше лухунской свиты следует свита песчанистых известняков и конгломератов, содержащая фауну тинтинид берриасского возраста (определения Л. В. Линецкой). Ципорская свита, по данным Н. Г. Вашакидзе [3], содержит *Himalayites ex gr. seideli* Opp. и *Berriasella subrichteri* Ret., на основе чего возраст свиты автор определяет как титонский. Учитывая вышесказанное, по нашему мнению, самые низы ципорской свиты (переходящие в свиту думаццо), возможно, являются титонскими. В основном же возраст свиты, принимая во внимание комплекс приведенной фауны, следует считать берриасским.

В восходящем разрезе выше свиты ципори следует черная мергелистая млетская свита. По мнению И. Г. Вашакидзе [3], по всей вероятности, из этой свиты происходит валанжинский *Pseudobelus cf. bipartitus* Blainv., найденный П. Г. Кузнецовым в делювии в истоках р. Рук-дон. На основе этого возраст свиты им определяется как ранний валанжин. В западных разрезах, в районе Верхней Рачи, в северном крыле флишевого синклинория, за фаунистически охарактеризованной свитой известняков и мергелей берриасского возраста следует свита черных мергелей, аналогичная по литологическому составу млетской свите. Возраст ее можно считать ранневаланжинским.

Выше млетской свиты следуют верхняя известняковая свита (свита эдиси) и мергелисто-сланцевая свита (свита бахани). Возраст свит по стратиграфическому положению условно определяется соответствен-

ნო კაკ პოზდნიი ვალანჯინი და რანნიი გოტერვი. სვითა ბახანი იაქვლია პერეოდნიი მეჟუ კარბონატნიი და ტერიგენნიი ფლიშე.

Вышеследующая пасанаурская свита (терригенный флиш) содержит фауну [2, 3], убедительно датирующую ее поздним готеривом-барремом.

Академия наук Грузинской ССР  
Геологический институт

(Поступило 20.11.1975)

გეოლოგია

ზ. კოკრაშვილი

ზედაიურულ-ქვედაცარცული კარბონატული ფლიშური ნალექების  
სტრატობრაფია საქართველოს სამხედრო გზის, სამხრეთ ოსეთის  
და რაჭის ფარგლებში

რეზიუმე

ახალი ფაუნისტური მონაცემების საფუძველზე და ზემო რაჭის სინქრო-  
ნულ ნალექებთან კორელაციით დაზუსტებულია სამხედრო გზის და სამხრეთ  
ოსეთის ფარგლებში ზედაიურულ-ქვედაცარცული ფლიშური ნალექების ცალ-  
კეული წყებების ასაკი: დუმაცხოს წყებისა — ზედაოქსფორდულ-ტიტონური,  
წიფორის წყებისა — ბერიასული და მლეთის წყებისა — ქვედა ვალანჯინური.

GEOLOGY

Z. A. KOKRASHVILI

ON THE STRATIGRAPHY OF THE UPPER JURASSIC-LOWER  
CRETACEOUS CARBONACEOUS FLYSCH OF THE REGIONS OF  
THE GEORGIAN MILITARY ROAD, SOUTH OSSETIA AND RACHA

Summary

On the basis of paleontological data and correlation of the Upper Ju-  
rassic-Lower Cretaceous carbonaceous flysch sediments developed along the  
Georgian Military Road, in South Ossetia and Racha the age of the separate  
suites has been established: the Dumatskho suite as Upper Oxfordian—Ti-  
thonian, the Tsipori suite as Berriasian and the Mlet'i suite as Lower Va-  
languinian.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. П. Ренгартен. Труды ВГРО, вып. 148, 1932.
2. П. Г. Вашакидзе. Труды КИМСа, вып. VI (8), 1965.
3. О. И. Ширнашвили, И. Г. Вашакидзе, Ш. А. Адамия. Путеводитель  
экскурсии Международного коллоквиума по тектонике Альпийской складчатой  
области Европы и Малой Азии. Участок Пассанаури—Казбеги. Тбилиси, 1965.

4. И. Г. Кузнецов. Труды ВГРО, вып. 161, 1932.
5. З. А. Кокрашвили, Р. А. Гамбашидзе. Путеводитель экскурсии Международного коллоквиума по тектонике Альпийской складчатой области Европы и Малой Азии. Участок Уцера—Шови. Тбилиси, 1965.
6. Р. А. Гамбашидзе. Сообщения АН ГССР, XL, № 2, 1965.
7. З. А. Кокрашвили. Сообщения АН ГССР, XLI, № 3, 1966.
8. З. А. Кокрашвили. Тектоника полосы верхнеюрско-нижнемеловых флишевых отложений Рачи и Сванетии. Автореферат, Тбилиси, 1969.
9. Н. Д. Чечелашвили, А. Д. Копалейшвили, Э. В. Варсимашвили. Сообщения АН ГССР, XLI, № 3, 1966.
10. Н. С. Бендукидзе, А. А. Чиковани. Труды Геол. ин-та АН ГССР, нов. сер., вып. 47, 1975.



Р. А. ГАМБАШИДЗЕ, Д. Г. АХВЛЕДИАНИ

## О ПРИСУТСТВИИ ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В ВЕРХОВЬЯХ р. АГЕПСТА (бассейн р. Бзыби, Западная Абхазия)

(Представлено академиком Л. К. Габуния 26.9.1975)

Геосинклинальные отложения так называемого Западного флишевого бассейна [1] играют существенную роль в геологическом строении Главного Кавказского хребта. В пределах всей площади своего развития их литофациальный характер в целом достаточно выдержан (аспидно-сланцевая и глинисто-песчанистая серия нижней и средней юры, карбонатно- и карбонатно-терригенная флишевая формация верхней юры-палеогена).

Полные разрезы меловых отложений этого типа наблюдаются западнее водораздела Псоу-Мзымта, где устанавливается ряд подразделений нижнего и верхнего мела [2]. Что касается территории, расположенной восточнее этого рубежа, до окончания Западного флишевого бассейна (Абхазско-Сванетское поднятие), то здесь картина несколько иная: представленные в неполных разрезах подразделения верхнего мела в ряде случаев выклиниваются и выпадают из разреза. В то же время спорным является их возраст. В 40-х гг. В. И. Курочкин, по аналогии с разрезами Восточного флишевого бассейна, предположил присутствие сеноманского, туронского и более молодых ярусов верхнего мела на Гагрском хребте (бассейн р. Агепста). Позднее С. Г. Букия предположил для данных отложений верхнеюрский возраст, обосновав свое предположение общерегиональными соображениями.

В период 1971—1974 гг. нами составлены послойные разрезы в пределах урочищ Камыш (верховья левых притоков р. Агепста) и Озерцо (водораздел Псоу-Бзыби). В первом пункте, на южном крыле синклинали, на высоте с отметкой 2333,9 м среднеюрские отложения перекрываются толщей известняковых мергелей неокома (60—70 м), на которых согласно залегают слабокарбонатные алевролиты и мергели пестрой (бордовой, зеленой и желтой) окраски, мощностью до 15 м. Последняя пачка по своему литолого-фациальному характеру проявляет много общего с отложениями медовеевской свиты ущелья р. Арква [3].

В районе урочища Озерцо в аналогичных отложениях Р. А. Гамбашидзе была обнаружена фауна беллемнитов и аммонитов, содержащая *Mesohibolites uhligi* (Schw.), *Neohibolites minimus* List., *N. pinguis* (Stoll.), указывающих на апт-среднеальбский возраст содержащих слоев.

Вышеследующая часть разреза складывается известняками, их мергелистыми и песчанистыми разностями, а также мергелями серой окраски. Примерно на высоте 30—40 м от подошвы наблюдается некоторое окремнение пород. Верхи этой 250-метровой толщи характеризуются возрастанием содержания песчанистого компонента, а также наличием нескольких прослоев конгломератов и брекчий-конгломерата-

тов, мощность пластов которых колеблется в пределах 0,6—1 м. В нижней (40 м) части толщи встречены *Gyroidinoides mauretanicus* (Carb.), *Cibicides praeriksdalesensis* Vass. (нижний и средний сеноман), Выше, в интервале 40—240 м, обнаружен средне- и верхнесеноманский комплекс фораминифер в составе *Rotalipora globotruncanoides* (Sig.), *R. appenninica* Renz, *R. cushmani turonica* Brotz., *R. reicheli* Merpod. (сборы и определения микрофауны здесь и ниже принадлежат Д. Г. Ахвледзиани).

Таким образом, принадлежность рассматриваемой толщи к сеноманскому ярусу не вызывает сомнений.

Наблюдаемое в разрезе толщи окремнение пород позволяет провести определенную параллель с ананурской свитой Восточного флишевого бассейна, как это в свое время предлагал В. И. Курочкин.

Наши находки средне- и верхнесеноманской микрофауны подвели палеонтологическую основу под отмеченную параллелизацию. Следовательно, нижнюю часть разреза можно сопоставить с укугмартской свитой Восточного флишевого бассейна или же со свитой паук Северо-Западного Кавказа. По-видимому, верхняя часть ананурской свиты в разрезе урочища Камыш размыта трансгрессией верхнего сенона. Появление грубообломочного материала в отложениях ананурской свиты является показателем ее общей регрессивности, что увязывается с австрийской фазой горообразования.

Вышеследующая трансгрессивная толща белых известняков (300 м) начинается 10-метровой пачкой брекчий-конгломератов, сложенной из достаточно хорошо окатанных обломков верхнеюрских зоогенных известняков, зеленых мергелей апта-альба, белых известняков и темных кремней сеноманской части разреза. В низах этой толщи еще присутствуют песчанности и гравелитовые разности известняков (20—30 м), постепенно сменяющиеся известняками, местами литографско-го типа и их рассланцованными мергелистыми разностями. Описанная толща лишена каких-либо макрофаунистических остатков, не принимая во внимание единственной находки обломков белемнитид. Но восточнее, в разрезе Ацута (истоки левых притоков р. Агепста) на этом же уровне отмечается комплекс микрофораминифер верхнесеноманского возраста. Здесь толща белых известняков налегает на терригенные образования (возраст которых до настоящего времени не установлен) с базальным конгломератом из обломков порфиритов байоса, зоогенных известняков верхней юры, глинистых пород нижнего мела и кремней. Заметна рассортировка обломков снизу вверх. Гальки известняков содержат верхнетитонско-берниасский комплекс: *Galpionella alpina* Lor., *C. elliptica* Cad., *Tintinnopsella carpathica* (Murg. et Fil.), *Praetintinnopsella andrusovi* Bor. (опр. В. А. Тодриа). В цементе конгломератов оказались верхнесеноманские *Globigerinelloides aspera* (Erh.), *Gyroidina turgiga obliquaseptata* Mjail., *Globotruncana fornicata* Plum., *Gl. lapparenti* Brotz., а также обломки неопределимых белемнитид.

Выше по размеру следуют разнослоистые желтовато-серые и темные известняки (25—28 м) с примесью грубозернистого материала и

прослоями конгломератов, содержащими фауну микрофораминифер кампан-маастрихтского возраста: *Globotruncana arca* Cusl.m., *Gl. contusa* Cusl.m., *Gl. conica* White, *Abathomphalus intermedia* Bolli, *A. mayaroensis* Bolli, *Gümbelina globulosa* Ehr., *Planoglobulina glabrata* Cusl.m.

Разрез венчается тонко- и среднеслоистыми литографского типа известняками белого цвета с прослоями гравелитов (20 м).

Судя по приведенному разрезу, можно заключить, что трансгрессивная толща белых известняков датируется верхним сеноманом, и притом отчетливо наблюдается мелководный характер отложений. Литологический и фаунистический состав этих отложений допускает их параллелизацию с серией Котх Северо-Западного Кавказа, с одной стороны, и сабуеской свитой междуречья Лиахви-Алазани (Восточная Грузия), с другой стороны.

Таким образом, на восточном окончании Западного флишевого бассейна (Североагенстинская синклиналь), кроме общего сокращения мощностей флишевых отложений, наблюдается наличие перерывов в разрезе, что выражается в отсутствии нижнесенонской части разреза и наличии частых прослоев конгломератов.

Анализируя вышесказанное, можно прийти к выводу, что в Западном флишевом бассейне наблюдается постепенное омеление моря в сторону Абхазско-Сванетского поднятия. Это обстоятельство обуславливает замену типично флишевых образований флишоидными.

Таким образом, изложенный нами фактический материал позволяет констатировать факт первичного выклинивания отложений верхнего мела на стыке с Абхазско-Сванетским поднятием, аналогично Восточному флишевому бассейну, и присоединиться к мнению И. Р. Кахадзе [1] о существовании суши в пределах Верхней Сванетии и Абхазии, сформировавшейся в результате предкелловейской (чегемской) фазы горообразования.

Академия наук Грузинской ССР  
Геологический институт

(Поступило 2.10.1975)

გეოლოგია

რ. ლაგაზიძე, დ. ახვლედიანი

მდინარე აგეფსტის სათავეებში (დასავლეთი აფხაზეთი, მდ. ბზიფის აუზი) ზედაცარცული ნალექების არსებობის შესახებ

რეზიუმე

ახალმა მიკროპალეონტოლოგიურმა მონაპოვებმა საშუალება მოგვცა დაგვედგინა საკვლევ რაიონში გავრცელებული ნალექების ზედაცარცული ასაკი. კერძოდ, მდ. აგეფსტის სათავეებში გამოყოფილ იქნა სენონური და მასზე ტრანსგრესიულად განლაგებული ზედა სენონური სართულები.

R. A. GHAMBASHIDZE, D. G. AKHVLEDIANI

ON THE OCCURRENCE OF THE UPPER CRETACEOUS SEDIMENTS  
IN THE SOURCE OF THE AGEPOSTA RIVER (WESTERN ABKHAZIA,  
THE BZYB BASIN)

## Summary

New paleontological data permit to establish the Upper Cretaceous age for certain sediments. In the source of the Agepsta river the Cenomanian stage has been distinguished, overlain by the Upper Senonian sediments.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Р. Кахадзе. Труды Геол. ин-та АН ГССР, сер. геол., т. III (VIII), 1947.
2. Геология СССР, т. IX, Северный Кавказ. М., 1968.
3. Ш. А. Адамия и др. Вопросы геологии северо-западной части Абхазии. Тбилиси, 1972.



ПЕТРОЛОГИЯ

В. И. ГУГУШВИЛИ

**ОСОБЕННОСТИ МЕТАСОМАТОЗА В ПРИКОНТАКТОВЫХ  
 ЗОНАХ ПАЛЕОГЕНОВЫХ МАЛЫХ ИНТРУЗИВНЫХ ТЕЛ  
 АДЖАРО-ТРИАЛЕТИИ**

(Представлено академиком Г. С. Дзодендзе 17.11.1975)

Термины «пропилит», «грейзен», «скарн», «вторичный кварцит», «щелочной метасоматит», «гидротермальный аргиллит» и др. давно применяются в геологии для обозначения различных генетических типов гидротермальных метасоматитов. Все они характеризуются определенным минеральным составом и петрохимической природой. Их формирование происходит в определенных геологических условиях и физико-химической среде. Они состоят из устойчивых типоморфных парагенезисов, определяющих сущность той или иной минерализации и физико-химические условия ее формирования.

В палеогеновом вулканическом комплексе Аджаро-Триалетской складчатой зоны были выделены вышеназванные типы гидротермальных метасоматитов [1], вполне соответствующие родственным образованиям из различных районов земного шара. Каждый генетический тип метасоматитов возникал на определенной стадии эволюции гидротермального раствора.

Как известно, одним из наиболее важных факторов эволюции раствора является его температура. Ювенильные растворы имеют в основном щелочно-хлоридный и карбонатный состав [2, 3]. Кислотность-щелочность раствора и активность в нем тех или иных компонентов зависят главным образом от температуры. В высокотемпературных условиях (400°) раствор имеет щелочную реакцию. С остыванием раствор из щелочной стадии переходит в стадию возрастающей кислотности, которая, в свою очередь, с дальнейшим остыванием сменяется поздней щелочной и заключительной нейтральной [3, 4]. Каждая из стадий выражается в формировании соответственного типа поствулканических метасоматитов.

Известно также, что когда мы имеем дело с мощной гидротермальной системой и интенсивной циркулирующей медленно остывающих растворов, гидротермальный раствор по пути следования от источника проходит все стадии эволюции и формирует довольно четко разобщенные в пространстве генетические типы гидротермальных метасоматитов [4]. Однако, когда по тем или иным причинам происходит быстрое остывание гидротермального раствора, на более высокотемпературные образования регрессивно накладывается более низкотемпературная минерализация и формируются метасоматиты с остаточными высокотемпературными минеральными парагенезисами и регрессивно наложенными парагенезисами низкотемпературных фаз.

Подобные явления наблюдались нами в приконтактных зонах изменения малых интрузий в Аджаро-Триалетском палеогеновом вулканическом комплексе. Эти тела прорывают верхнеэоценовую трахи-

андезитовую вулканическую толщу в бассейне р. Аджарисцкали (Аджария). Они формируют жилы и штоки сненит-диоритового и диоритового состава. Мощность жил не превышает 80 м. Площадь выхода штоков равна 0,2—0,5 км<sup>2</sup>. Эти тела обнажены в ущельях притоков р. Аджарисцкали: Схалта, Чирухисцкали, Горджомула, Диокнисис-геле, Табахмелас-геле и др.

Верхнеэоценовую вулканическую толщу прорывает также довольно крупное интрузивное тело, по составу аналогичное малым интрузиям, известное под названием Мерисского интрузива. Как отмеченные малые интрузивные тела, так и крупная Мерисская интрузия обрамлены значительными ореолами (0,2—0,5 км) приконтактовых метасоматитов. В контактах Мерисского интрузива развиты щелочные метасоматиты. Они состоят из калишпатитов, кварц-серицитовых метасоматитов и приуроченных к зонам дробления альбититов. Формирование этих пород происходило при высокой активности щелочных металлов в растворе [1].

Иные явления наблюдаются в приконтактовых зонах малых интрузивных тел. Приконтактовые метасоматиты Схалтинской малой интрузии были описаны как вторичные кварциты с кварц-каолинит-серицитовая минерализацией [5, 6], но, в виду превалирующей роли каолинитизации, эти породы были отнесены к гидротермальной аргиллитам [1]. Однако, наряду с интенсивной гидротермальной аргиллитизацией, они характеризуются значительной остаточной минерализацией щелочного метасоматоза. На приконтактовых роговики Схалтинской малой интрузии наложена постмагматическая калишпатизация, в зонах дробления и здесь наблюдаются альбититы, а в интенсивно каолинитизированных приконтактовых породах значительную роль играет остаточный серицит. В аргиллитах встречаются останцы кварц-серицитовых метасоматитов. Формирование альбититов и кварц-серицитовых метасоматитов приконтактовых ореолов малых интрузивных тел, подобно мерисским, происходило при высокой активности щелочных металлов.

Итак, для осветленных зон малых интрузий вместе с остаточной минерализацией щелочного метасоматоза характерна интенсивная аргиллитизация, выраженная в каолинитизации замещения гидрослюдой, некоторой алунификации. Следовательно, здесь пространственно сопряжены два различных генетических типа гидротермальных метасоматитов: щелочные метасоматиты и гидротермальные аргиллиты.

Интенсивная каолинитизация кварц-серицитовых метасоматитов в приконтактовых зонах малых интрузий, по-видимому, явилась следствием быстрого остывания растворов. По данным эксперимента Дж. Хемли [7], с падением температуры падает активность калия в растворах и калишпат замещается мусковитом (серицитом) и далее каолинитом. Постмагматический процесс в контактах малых интрузивных тел начинался со щелочного метасоматоза и проявился в калишпатизации, в кварц-серицициновом метасоматозе и в формировании альбититовых зон. Однако, ввиду малой теплоемкости этих тел, растворы быстро остывали и, раскисляясь, производили каолинитизацию. Каолинит регрессивно накладывается на кварц-серицициновые зоны, и типичные кварц-серицициновые метасоматиты уцелели лишь на отдельных участках. Уцелели также зоны альбититов, которые были, по-видимому, менее проницаемы.

Выше отмечалось, что Мерисская интрузия характеризуется приконтактовыми щелочными метасоматитами и лишь очень слабой наложенной каолинитизацией. В отличие от аналогичных ей по составу ма-



рых интрузий, это довольно крупное тело, обладающее высокой теплоемкостью. Поэтому в процессе его медленного остывания обеспечивались высокотемпературные условия в продолжение всего гидротермального цикла, что и обусловило формирование приконтактных щелочных метасоматитов.

Щелочные метасоматиты и гидротермальные аргиллиты относятся к разным стадиям гидротермального цикла. Первые формируются при высокой активности щелочей в растворе (ранняя щелочная стадия), вторые являются продуктами кислотного выщелачивания. Когда имеется мощная медленно остывающая гидротермальная система, продукты этих стадий пространственно разобщены. Примером могут служить приконтактные метасоматиты Вакиджварской группы интрузивных тел, где в удалении от контактов щелочные метасоматиты (калишпатиты, альбититы, серицитолиты) переходят в гидротермальные аргиллиты [8]. Когда же мы имеем дело с быстро остывающей гидротермальной системой, продукты ранней щелочной стадии сопряжены в пространстве с продуктами кислотного выщелачивания, что и наблюдается в рассматриваемых нами случаях.

Еще один пример пространственно сопряженных двух разных генетических типов метасоматитов наблюдается в приконтактной зоне изменения небольшого сиенит-монцитового тела, прорывающего среднезоценовые базальтовые туфы в окрестностях с. Земо-Суреби. Здесь пространственно сопряжены среднетемпературные пропилиты и гидротермальные аргиллиты. Приконтактный метасоматоз более крупных интрузивных тел в базальтовых сериях выражается в высокотемпературной пропилитизации актинолитовой и эпидот-хлоритовой фаций. В данном случае, ввиду малой теплоемкости тела, приконтактная пропилитизация имела среднетемпературный характер — она относится к хлорит-альбитовой фации. Однако, ввиду быстрого остывания и раскисления раствора, на пропилиты, представленные хлорит-альбит-карбонат-пиритовой минерализацией, накладывались значительная каолинизация и окварцевание. Экспериментально установлено, что растворимость кремнезема, главным образом зависит от температуры раствора [9]. Следовательно, выпадению последнего способствует остывание раствора. Среднетемпературная пропилитизация характеризуется выносом кремния, и хлорит-альбитовые пропилиты, по существу, являются бескварцевыми образованиями [1]. Поэтому, можно полагать, что окварцевание в рассматриваемом случае относится к стадии наложенной аргиллитизации.

Итак, пространственное сопряжение метасоматитов разных генетических типов в приконтактной зоне интрузивных тел обусловлено быстрым остыванием раствора и регрессивным замещением более высокотемпературных образований низкотемпературными.

Академия наук Грузинской ССР  
Геологический институт

(Поступило 20.11.1975)

## 3. ბუბუშვილი

მეტასომატოზის მოვლენათა თავისებურებანი აჯარა-თრიალეთის პალეოგენური მცირე ინტრუზული სხეულების კონტაქტომიჯნე ზონებში

რეზიუმე

მცირე ინტრუზული სხეულების კონტაქტომიჯნე ზონებში შეიმჩნევა ჰიდროთერმული პროცესის სხვადასხვა სტადიისათვის დამახასიათებელი მეტასომატების გენეტური ტიპების სივრცობლივი ურთიერთდამთხვევა. ეს მოვლენა გაპირობებულია სხეულების მცირე თბოტევადობის მიზეზით, მათ კონტაქტომიჯნე ზონებში ჰიდროთერმალური ხსნარების სწრაფი გაციებით.

PETROLOGY

V. I. GUGUSHVILI

PECULIARITIES OF HYDROTHERMAL ALTERATION IN THE CONTACT ZONES OF PALEOGENE MINOR INTRUSIVES OF AJARA-TRIALETI

Summary

In the contact zones of minor intrusives various genetic types of hydrothermal metasomatites are spatially conjugated. This phenomenon is due to the rapid cooling of the solution in the contact zones of minor intrusives characterised by low heat capacity.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Гугушвили. Сб. «Вопросы геохимии и петрологии». Тбилиси, 1973.
2. Х. Л. Барнс, У. Дж. Эрист. Сб. «Термодинамика постмагматических процессов». М., 1968.
3. Г. Б. Наумов, В. А. Дорофеева. Геохимия, № 2, 1975.
4. Д. С. Коржинский. Сб. «Метасоматические изменения боковых пород и их роль в рудообразовании». М., 1966.
5. Г. С. Дзоценддзе. Сб. «Магматизм и связь с ним полезных ископаемых». М., 1960.
6. Т. В. Иванецкий и др. Геохимия и металлогеническая специализация интрузивов Аджарии. Тбилиси, 1969.
7. J. J. Hemly. Am. J. Sci., 257, 1959, 241-247.
8. В. И. Гугушвили. Сб. «Проблемы геологии Аджаро-Триалетии». Тбилиси, 1974.
9. G. G. Kennedy. Econ. Geol., 45, 1950, 629—653.





ПЕТРОЛОГИЯ

А. И. СУЛАДZE

К ПЕТРОГРАФИЧЕСКОМУ ИЗУЧЕНИЮ ООЛИТОВ  
 ЕВПАТОРИЙСКОГО ГОРИЗОНТА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. М. Заридзе 6.10.1975)

Материалом для настоящего сообщения послужили результаты микроскопического исследования оолитовых известняков из окрестностей г. Евпатория.

Макроскопически порода светло-желтого цвета. Она слагает однородную по внешнему виду толщу небольшой мощности, известную под названием евпаторийского горизонта и характеризующуюся трубчатыми пустотами.

Микроскопическое изучение шлифов образцов пород, взятых по всему разрезу, не показало каких-либо существенных различий между ними, а отмечаемые в шлифах отдельные особенности относятся к постседиментационным явлениям.

Ниже приводятся результаты микроскопического изучения шлифов.



Рис. 1. Стебельчатые и брусковидные образования (ув. 30X)

Порода состоит из оолитов, псевдоолитов и микрофауны. Под псевдоолитами нами понимаются оолитоподобные тела, но без центра затравки. В шлифах наблюдаются образования, похожие на растительные остатки. Они обнаруживают стебельчатые и брусковидные контуры (рис. 1). По форме эти образования бывают вытянуты в длину, а некоторые из них изогнуты и состоят из пелитоморфного кальцита, в центральной же части — мелкозернистого кристаллического кальцита. Центрами оолитов служат фораминиферы, остракоды, ядра молодки

брюхоногих из рода *Theodoxus*, кристаллический кальцит, а сами оолиты имеют радиально-лучистое строение. Высказывается соображение о связи радиальной структуры оолитов с деятельностью сверлящих водорослей [1]; к тому же отмечается необязательность наличия инородных тел в центрах оолитов [2]. Существующее мнение о том, что радиально-лучистое строение может получиться «лишь в результате перекристаллизации известковых оолитов» [3], в нашем случае не находит подтверждения. Некоторые оолиты обнаруживают скорлуповато-концентрическую структуру. Иногда же оолиты бесструктурны, хотя и оторочка (обрамляющая кайма) бывает инкрустирована мелкозернистым кальцитом. Цемент микрокристаллический кальцитовый; его количество значительно уступает количеству оолитов. Оолиты и псевдооолиты местами лимонитизированы. Это считается обычным для них явлением; иногда они включают в себя зерна рудного минерала. Форма оолитов ярко выраженная — округлая с диаметром порядка 0,2—1,0 мм. Нередко встречаются оолиты и эллипсоидальной формы. При изучении оолитов под микроскопом нами замечено, что форма оолитов в основном, видимо, зависит от центра его затравки. Так, например, оолиты, образованные вокруг фораминифер, бывают эллипсоидальной формы, тогда как образованные вокруг кальцита — округлой (рис. 2). В шлифах попадаются скопления оолитов, фораминифер



Рис. 2. Эллипсоидальный оолит с фораминиферой в центре (ув. 30×)

и ядер брюхоногих, имеющие округлую форму. Эти скопления как бы напоминают оолиты. Их цемент частично мелкокристаллический кальцит, частично нелитоморфный. Некоторые из скоплений имеют более определенную форму (эллипсоидальную) с односторонней корочкой кальцита — каймой. Иногда эта корочка составляет 2/3 окружности, т. е. она не полностью замкнута. Нам представляется, что эти тела сформированы по принципу оолитообразования. Следует обратить внимание на то, что некоторые мелкие оолиты деформированы. Наблюдается явление сдавливания одних оолитов другими, рядом лежащими (рис. 3).

Такое явление в литературе считается показателем роста оолитов в неподвижном осадке [4]. Отметим, что порой оолиты оставляют вне-

чатление их обработанности — наружная оболочка цела, внутренняя же изъедена.



Рис. 3. Славливание оолитов рядом лежащими оолигами (ув. 20X)

Коснемся еще одной особенности, наблюдаемой в шлифах оолитов, преимущественно из верхней части толщи. Это спаренные оолиты, составляющие цепочку (рис. 4). Возможно, что процесс оолитообразования тут еще не завершен.



Рис. 4. Спаренные оолиты, составляющие цепь (ув. 30X)

В заключение отметим важность детального исследования микроstructures оолитов, проливающего свет на механизм их образования, что, в свою очередь, необходимо для палеоэкологических реконструкций, особенно там, где толщи горных пород бедны органическими остатками.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт палеобиологии

(Поступило 9.10 1975)

ა. სულაძე

 ევპატორიული პორიზონტის ოოლითების კატროგრაფიული  
 შესწავლისათვის

რეზიუმე

ჩვენ მიკროსკოპიულად შევისწავლეთ ქვედა პონტურის ევპატორიული პორიზონტის ოოლითური კირქვების შლიფები, რის შედეგადაც დადგენილია მათი აგებულების გარკვეული თავისებურებანი და გამოთქმულია მოსაზრება ოოლითების პალეოეკოლოგიური რეკონსტრუქციებისათვის გამოყენების შესახებ.

PETROLOGY

A. I. SULADZE

 ON THE PETROGRAPHIC STUDY OF THE OOLITES OF THE  
 EUPATORIAN HORIZON

Summary

Oolitic limestones of the Lower Pontian age have been studied in sections under the microscope. A number of peculiarities of their structure are noted. It is suggested that the oolites may be of value in paleoecologic reconstructions.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. П. Маслов. Изв. АН СССР, сер. геол., № 10, 1960, 82.
2. Г. В. Тиррель. Основы петрологии. М.—Л., 1932, 220.
3. Ф. Ю. Левинсон-Лессинг. Петрография. Л., 1931, 100.
4. Д. В. Наливкин. Учение о фациях, т. 1. М.—Л., 1956, 125.



УДК 631.4:549.905.8

МИНЕРАЛОГИЯ

А. В. БОБРОВИЦКИЙ

ТРАНСФОРМАЦИЯ ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ В ПОЧВАХ  
 КОЛХИДСКОЙ НИЗМЕННОСТИ В ПРОЦЕССЕ ЗАБОЛАЧИВАНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. М. Рубинштейном 24.10.1975)

Особенностью заболоченных подзолисто-глеевых почв Колхидской низменности является высокое (до 80%) содержание в них тонкодисперсных фракций, в составе которых 50—70% илстых и коллоидных фракций находится в подвижной форме [1]. Воднопептизированные подвижные (А) и агрегированные (Б) фракции 2—0,4 и <0,4 мк разделялись нами на центрифугах S-70 без применения пептизаторов в водных суспензиях свежеотобранных в поле естественно влажных образцов. Качественно-количественные рентген-дифрактометрические характеристики (рис. 1, II) подвижных и прочносвязанных глинистых минералов могут служить одним из критерием оподзоленности изученных нами оглеенных почв.

П о ч в ы	Глинистые минералы (в убывающем порядке)
Кольматационные	Гидрослюда, монтмориллонит, слюда-монтмориллонит, каолинит, хлорит, вермикулит, цеолит-клиноптилолит
Аллювиальные	Гидрослюда, монтмориллонит, хлорит, хлорит-монтмориллонит (вермикулит), каолинит
Лугово-заболоченные (иловато-глеевые)	Монтмориллонит, гидрослюда, вермикулит, каолинит, дефектный хлорит, хлорит-вермикулит
Подзолисто-глеевые заболоченные	Монтмориллонит, вермикулит, хлорит-вермикулит, слюда-монтмориллонит, гидрослюда, каолинит, галлуазит, во фракции 10—2 мк—гидрослюда, дефектный хлорит, слюда-монтмориллонит, монтмориллонит, хлорит-вермикулит, каолинит, галлуазит

Особенно важным представляется сходство (табл. 1) ассоциации глинистых минералов фракций 10—2 мк с составом тонкодисперсных фракций взвесей, кольматационных и аллювиальных почв [1, 2] бассейна р. Риони, что свидетельствует о дегралации дисперсного материала аллювия в процессе педогенеза заболоченных почв Колхидской низменности в двух параллельных и взаимосвязанных направлениях, характерных [3] для почв подзолистого ряда: I хлорит→хлорит-вермикулит→вермикулит, II гидрослюда→слюда — монтмориллонит→монтмориллонит.

Внутрипочвенное выветривание в ряду аллювиальных — подзолисто-глеевых почв сопровождается в начальной стадии частой сменой окислительно-восстановительных процессов в нижних оглеенных горизонтах, а в заключительной — господством восстановительных про-

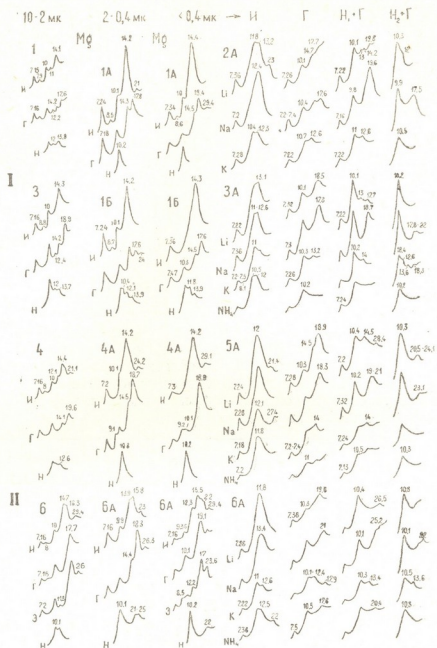


Рис. 1. II. Рентген-дифрактограммы различных по пептизации Mg, Li, Na, K, NH<sub>4</sub>-катионзаменяемых фракций 10—2, 2—0,4 и <0,4 мк подзолисто-глиеых почв. I — с/х «Гантнадз», среднезаболоченная почва: 1 — гор. А<sub>1</sub>—0—8 см, 2 — гор. А<sub>2</sub>—25—34 см, 3 — гор. В<sub>10</sub>—34—47 см; II — с. Хорга, сильнозаболоченная почва: 4—гор. А<sub>1</sub>—0—12 см, 5—гор. А<sub>2</sub>—12—28 см, 6—гор. В<sub>10</sub>—28—44 см; А — воднопептизированный ил, Б — агрегированный ил, И — исходные ориентированные осадением катионзаменяемые воздушно-сухие образцы, Г — насыщенные глицерином, Э — насыщенные этиленгликолем, И — нагретые при 550°; И<sub>1</sub>+Г — нагретые при 300° и насыщенные глицерином, И<sub>2</sub>+Г — нагретые при 500° и насыщенные глицерином

цессов при наличии оглеения в сильнозаболоченных почвах с поверхности. Следствием таких интенсивных факторов почвообразования явилось выщелачивание калия гидрослюд от 3—2 до <1%, увеличение количества набухающих глинистых минералов слюда-монтмориллонитового и хлорит-вермикулитового ряда, галлуазита и аллофанов.

Монтмориллонитовые минералы в заболоченных почвах содержат (рис. 1, 11) слоистые пакеты, в связи с чем  $\frac{d}{n}$  базальных рефлексов их после сольватации глицерином изменяется в пределах 17,6—20 Å. Слода-монтмориллонитовые смешаннослойные образования при тенденции к упорядочиванию пакетов образуют на дифрактограммах воздушно-сухих образцов рефлексы 22—25 и 11—13 Å, смещающиеся после обработки глицерином в малоугловую область [4].

Хлорит с дефектной кристаллической решеткой обнаружен по рефлексам 14,2 Å насыщенных глицерином образцов, усиленным со сдвигом к 13,7—13,8 Å после нагревания во фракциях 10—2 мк и со сдвигом к 13,9 Å во фракциях 2—0,4 и <0,4 мк агрегированного ила среднезаболоченной почвы (рис. 1, 1—3, 1 Б). Переслаивающиеся вермикулитом хлоритовые пакеты образуют на тех же дифрактограммах нагретых при 550° образцов рефлексы 12 Å, которые указывают на их соотношение (в процентах) 50:50 [5]. В сильнозаболоченной почве хлорит-вермикулитовые смешаннослойные образования более лабильны и после нагревания сокращаются до 11,3—10,4 Å. Вермикулит идентифицирован на рентген-дифрактограммах насыщенных глицерином образцов по рефлексам 14,3—14,5 Å, сокращающимся после нагревания при 500—550° в область 10 Å. При тенденции к упорядоченному переслаиванию пакетов хлорита и вермикулита на дифрактограммах исходных и сольватированных глицерином образцов фиксируются рефлексы в диапазоне 23—29,4 Å, усиливающиеся при обработке этиленгликолем с несколько меньшим значением  $\frac{d}{n}$ . Упорядоченные хлорит-вермикулитовые минералы образуют, кроме того, на рентген-дифрактограммах нагретых образцов серию рефлексов в пределах 21—25 Å.

В среднезаболоченной почве совхоза «Гантиадн» монтмориллонит преобладает в подвижном иле 2—0,4 мк, а смешаннослойные хлорит-вермикулитовые образования — в агрегированном иле и коллоиде (рис. 1, 1 А—1 Б). Сильнозаболоченная почва с. Хорга отличается господством минералов монтмориллонитовой группы по всему профилю, но наиболее значительным присутствием слюда-монтмориллонитовых и хлорит-вермикулитовых образований упорядоченного типа выделяются илестые и коллоидные фракции оглеенных горизонтов (рис. 11, 5 А—6 А).

После нагревания различных катионзамещенных фракций <0,4 мк при 300 и 500° с последующей сольватацией глицерином кристаллическая решетка смешаннослойных образований способна расширяться в широком диапазоне 13—28,4 Å, особенно при замещении натрием. Интенсивные базальные рефлексы в области 17,5—25,2 Å Li-замещенных коллоидов, кроме признака смешаннослойности, свидетельствуют, по Грин—Келли, о размещении отрицательного заряда в тетраэдрической сетке набухающих минералов, что свойственно вермикулитам и нонтронит-бейделлитовым минералам монтмориллонитовой груп-

пы [4]. Серия рефлексов 10,1—20,4 Å в К- и NH<sub>4</sub>-замещенных образцах указывает, по Уиверу, на высокий отрицательный заряд лабильных промежутков смешаннослоистых образований [4].

Гидрослюды идентифицированы по рефлексам 10—10,1 Å, в коллоидных фракциях их значительно меньше и они гидратированы.

Минералы каолинит-галлуазитовой группы образуют широкие рефлексы 7,15—7,5 Å в исходных и насыщенных глицерином образцах, а отражения наиболее гидратированного галлуазита смещаются в область 7,9—9,9 Å.

Наши исследования показали, что изменения физико-химических свойств аллювиальных почв в условиях избыточного увлажнения субтропиков происходит вследствие трансформации почвенного минерального скелета в тонкодисперсные компоненты, среди которых значительно преобладают глинистые минералы с лабильной кристаллической решеткой — монтмориллонит, смешаннослоистые образования и вермикулит.

ИИИ почвоведения, агрохимии и мелиорации

(Поступило 20.10.1975)

მინერალოგია

ა. ბობროვიცკი

კოლხეთის დაბლობის ნიადაგების თიხა მინერალთა ტრანსფორმაციის  
დაკავშირების პროცესში

რეზიუმე

ალუვიურიდან დაქობებული ნიადაგების პედოგენეზისას დადგინდა, რომ თიხა მინერალები ტრანსფორმირდებიან ორი პარალელურად მოქმედი ურთიერთდაკავშირებული პროცესებით: I. ქლორიტი → ქლორიტი-ვერმიკულიტი → ვერმიკულიტი, II. ჰიდრომიკა → ქარსები-მონტმორილონიტი → მონტმორილონიტი. კაოლინის, ჰალუაზიტის, კვარცის და მინდრის შპატების მონაწილეობა დაქვემდებარებულია.

MINERALOGY

A. V. BOBROVITSKY

## TRANSFORMATION OF CLAYEY MINERALS IN THE SOILS OF THE KOLKHETI LOWLAND IN THE PROCESS OF SWAMPING

Summary

In pedogenesis from alluvial to swampy soils clay minerals have been found to transform in two parallel interconnected directions: I. Chlorite → chlorite-vermiculite → vermiculite. II. Hydromica → mica-montmorillonite → montmorillonite. Kaolinite, halloysite, quartz, and feldspar have been found in lesser amounts.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. В. Бобровицкий. Почвоведение, № 7, 1974.
2. А. В. Бобровицкий. Почвоведение, № 3, 1973.
3. Ж. Милло. Геология глин. Л., 1968.
4. Сб. «Рентгеновские методы изучения и структура глинистых минералов». М., 1965.
5. Н. И. Горбунов, А. В. Бобровицкий. Почвоведение, № 11, 1973.





СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Г. Ш. БАЗГАДЗЕ

О РАСЧЕТЕ ОТКРЫТЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК,  
 НАХОДЯЩИХСЯ ПОД ДЕЙСТВИЕМ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВДОЛЬ  
 ОБРАЗУЮЩИХ СОСРЕДОТОЧЕННЫХ МОМЕНТОВ И СИЛ

(Представлено академиком Ш. Е. Микеладзе 11.9.1975)

Рассмотрим открытую цилиндрическую оболочку, которая подвергается действию распределенных вдоль образующих сосредоточенных моментов и сил. Последние обуславливают скачкообразное изменение некоторых величин в соответствующих продольных сечениях.

Предполагая, что рассматриваемая оболочка достаточно длинная для применения полубезмоментной теории, попытаемся исследовать ее на основе работы [1].

С учетом характера нагрузки и предположений [1] уравнения упругого равновесия цилиндрической оболочки и соотношения, которые вытекают из них, принимают следующий вид:

$$\frac{\partial T_1}{\partial \xi} + \frac{\partial S}{\partial \theta} = 0, \quad \frac{\partial N_2}{\partial \theta} - T_2 = 0,$$

$$\frac{\partial S}{\partial \xi} + \frac{\partial T_2}{\partial \theta} = 0, \quad \frac{\partial M_2}{\partial \theta} - aN_2 = 0, \tag{1}$$

$$T_2 = \frac{1}{a} \frac{\partial^2 M_2}{\partial \theta^2}, \tag{2}$$

$$\frac{\partial^2 T_1}{\partial \xi^2} - \frac{1}{a} \frac{\partial^4 M_2}{\partial \theta^4} = 0, \tag{3}$$

$$M_2 = -\frac{Eh^3}{12a^2} \frac{\partial^2 w}{\partial \theta^2}, \tag{4}$$

$$T_1 = \frac{Eh}{a} \frac{\partial u}{\partial \xi}, \tag{5}$$

где  $\xi = x/a$  представляет собой отношение расстояния, отсчитанного от центра тяжести оболочки вдоль образующей, к радиусу  $a$  срединной поверхности,  $\theta$ —центральный угол,  $h$ —толщина оболочки,  $E$ —модуль упругости,  $w$ —упругий прогиб,  $u$ —продольное перемещение,  $T_1$  и  $T_2$ —нормальные усилия,  $S$ —сдвигающая сила, а  $M_2$  и  $N_2$ —поперечный изгибающий момент и перерезывающая сила.

Вслед за прогибом  $w$  интенсивность действующих вдоль образующих ( $\theta = \theta_s$ ,  $s = 1, 2, \dots, r$ ) сосредоточенных моментов и сил представим в виде произведений

$$w(\xi, \theta) = W(\theta) \cos \frac{\pi a \xi}{l}, \quad M_s^0 = m_s \cos \frac{\pi a \xi}{l}, \quad P_s = p_s \cos \frac{\pi a \xi}{l}, \quad (6)$$

где  $l$ —длина оболочки, а  $m_s$  и  $p_s$ —значения  $M_s^0$  и  $P_s$  при  $\xi = 0$ .

Разрешающее дифференциальное уравнение задачи в отличие от [1] будет однородным:

$$\frac{d^8 W}{d\theta^8} + \frac{12 \pi^4 a^6}{h^2 l^4} W = 0. \quad (7)$$

При решении уравнения (7) возникает необходимость исследования функции  $W$  и ее производных. Проанализируем эти производные.

$\frac{dW}{d\theta}$  представляет собой непрерывную функцию, что следует из непрерывности угла поворота. Что касается  $\frac{d^2 W}{d\theta^2}$ ,  $\frac{d^3 W}{d\theta^3}$  и  $\frac{d^4 W}{d\theta^4}$ , то они являются кусочно-непрерывными функциями с разрывами первого рода в местах приложения сосредоточенных моментов и сил. При этом разрывы последних двух производных обусловлены соответственно составляющими сосредоточенных сил на направления нормали и касательной вдоль  $\theta = \theta_s$ .

В соответствии с (1), (2), (4) и (6) интересующие нас скачки выражаются согласно формулам

$$\delta_s^2 = \pm \frac{12 a^2}{E h^3} m_s, \quad \delta_s^3 = \pm \frac{12 a^3}{E h^3} p_s \cos \theta_s, \quad \delta_s^4 = \pm \frac{12 a^3}{E h^3} p_s \sin \theta_s,$$

где выбор знака зависит от направления  $M_s^0$  и  $P_s$ .

Предполагая вслед за  $S$  непрерывной  $\frac{\partial S}{\partial \xi}$ , убеждаемся в непрерывности  $\frac{d^5 W}{d\theta^5}$ , как это следует из (1), (2) и (4). Аналогично непрерывность  $u$  и  $\frac{\partial u}{\partial \xi}$  обеспечит, согласно (5), непрерывность  $T_1$  и всех его производных по  $\xi$ , что, в свою очередь, в соответствии с (3) и (4), обуславливает непрерывность  $\frac{d^6 W}{d\theta^6}$ .

Наконец, считая непрерывными не только поперечный компонент перемещения  $v$ , но и его производную  $\frac{\partial v}{\partial \xi}$ , в силу равенства нулю деформации сдвига  $\left( \frac{\partial v}{\partial \xi} + \frac{\partial u}{\partial \theta} = 0 \right)$  непрерывными окажутся  $\frac{\partial u}{\partial \theta}$ ,  $\frac{\partial^4 u}{\partial \theta \partial \xi^3} = \frac{\partial^3 T_1}{\partial \theta \partial \xi^2}$  и, следовательно,  $\frac{d^7 W}{d\theta^7}$  (см. формулы (3) и (4)).

Располагая скачками функции  $W$  в точках разрыва, решение уравнения (7), следуя [2], запишем следующим образом:

$$W(\theta) = \sum_{k=0}^7 W^{(k)}(0) Y_{k+1}(\theta) + \sum_{k=0}^7 \sum_{s=1}^r Y_{k+1}(\theta - \theta_s) \delta_s^k,$$

где  $Y_1(\theta), Y_2(\theta), \dots, Y_8(\theta)$  обозначают нормальные фундаментальные решения, а  $\delta_s^0, \delta_s^1, \dots, \delta_s^7$  — скачки функции и ее производных в промежутке  $(0, \theta)$ .

Для определения неизвестных параметров  $W(0), W^{(1)}(0), \dots, W^{(7)}(0)$  мы располагаем четырьмя условиями вдоль среднего продольного сечения ( $\theta=0$ ) и четырьмя условиями вдоль прямолинейного края оболочки ( $\theta=\alpha/2$ ), вид которых зависит от характера закрепления краев оболочки.

В качестве примера была рассмотрена оболочка с шарнирно закрепленными прямолинейными краями ( $l=50$  м;  $a=5,942$  м;  $h=0,06$  м;  $\alpha/2=1$ ), подверженная действию распределенных сосредоточенных сил вдоль образующих  $\theta=0$  и  $\theta_1=\pm 0,5$  и моментов вдоль  $\theta_1=\pm 0,5$ .

Соответствующие граничные условия имеют вид

$$W^{(1)}(0) = 0, \quad W^{(3)}(0) = -\frac{6a^3}{Eh^3} p, \quad W^{(5)}(0) = 0, \quad W^{(7)}(0) = 0,$$

$$W(\alpha/2) = 0, \quad W^{(2)}(\alpha/2) = 0, \quad W^{(5)}(\alpha/2) = 0, \quad W^{(7)}(\alpha/2) = 0.$$

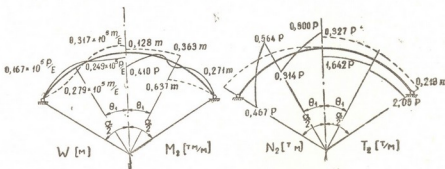


Рис. 1

Характерные эпюры, соответствующие сосредоточенным силам (сплошная линия) и моментам (прерывистая линия), изображены на рис. 1.

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

(Поступило 18.9.1975)

საბუნებისმეტყველო მეცნიერება

ბ. ბაზაძე

მასხველთა განსწავრების განყოფილებაში შემუშავებული მომენტებითა და ძალებით დატვირთული ღია ცილინდრული გარსების განსწავრების შესახებ

რეზიუმე

ნახევარდუმიმენტო თეორიის [1] საფუძველზე შესწავლილია ღრუკადი წონასწორობა ისეთი ღია ცილინდრული გარსებისა, რომლებიც განიცდიან

მსახველთა გასწვრივ განაწილებული შეყურსული მომენტებისა და ძალების ქმედებას.

შესაბამისი დიფერენციალური განტოლების წყვეტილი ამონახსნის აგება ხდება ნორმალური ფონდამენტალური ფუნქციების დახმარებით [2], რასაც წინ უსწრებს ჩაღუნვისა და მისი წარმოებულების ანალიზი.

## STRUCTURAL MECHANICS

G. Sh. BAZGADZE

### ON THE ANALYSIS OF OPEN CYLINDRICAL SHELLS SUBJECTED TO THE ACTION OF CONCENTRATED MOMENTA AND FORCES DISTRIBUTED ALONG THE GENERATORS

#### Summary

The elastic equilibrium of open cylindrical shells subjected to the action of concentrated momenta and forces distributed along the generators is studied according to the semi-momentless theory [1].

In order to obtain a discontinuous solution of the appropriate differential equation normal fundamental functions are used [2], which is preceded by investigation of the function of deflection and its derivatives.

#### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Ш. Микеладзе. Сообщения АН ГССР, 74, № 1, 1974.
2. Ш. Е. Микеладзе. Некоторые задачи строительной механики. М.—Л., 1948.

Н. П. БУЛИЯ

ПРИМЕНЕНИЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ  
 В ВИДОИЗМЕНЕННОМ ВИДЕ В ЗАДАЧАХ ИЗГИБА ПОЛОГИХ  
 ОБОЛОЧЕК В ОДНОМ ЧАСТНОМ ГРАНИЧНОМ УСЛОВИИ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 11.10.1975)

Рассмотрим прямоугольную в плане пологую оболочку двоякой кривизны под действием сосредоточенной силы  $P$ .

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

$$\frac{1}{Eh} \nabla^2 \nabla^2 \varphi - \nabla_k^2 W = 0,$$

$$\nabla_k^2 \varphi + D \nabla^2 \nabla^2 W - Z = 0.$$

Здесь  $\nabla^2$  и  $\nabla_k^2$  — дифференциальные операторы второго порядка:

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}, \quad \nabla_k^2 = k_2 \frac{\partial^2}{\partial x^2} + k_1 \frac{\partial^2}{\partial y^2};$$

$\varphi = \varphi(x, y)$  — функция напряжений;  $W = W(x, y)$  — функция перемещений;  $Z = Z(x, y)$  — интенсивность поверхностной нагрузки;  $E$  — модуль Юнга;  $h$  — толщина оболочки;  $k_1$  и  $k_2$  — главные кривизны.

Функцию напряжений и прогиб представим в форме рядов [1]:

$$\varphi = \sum_m \sum_n A_{mn} \varphi_{mn} = \sum_m \sum_n A_{mn} \Phi_m(x) Y_n(y),$$

$$W = \sum_m \sum_n B_{mn} W_{mn} = \sum_m \sum_n B_{mn} W_m(x) \Psi_n(y). \quad (2)$$

Функции  $\Phi_m(x)$ ,  $Y_n(y)$ ,  $W_m(x)$ ,  $\Psi_n(y)$  выбираются так, чтобы каждая из  $\varphi_{mn}$  и  $W_{mn}$  удовлетворяла всем граничным условиям.

Постоянные  $A_{mn}$  и  $B_{mn}$  определяются из системы вариационных уравнений, имеющих вид

$$\int_0^a \int_0^b \left( \sum_m \sum_n \frac{A_{mn}}{Eh} \nabla^2 \nabla^2 \varphi_{mn} - \sum_m \sum_n B_{mn} \nabla_k^2 W_{mn} \right) \varphi_{mn} dx dy = 0, \quad (3)$$

$$\int_0^a \int_0^b \left( \sum_m \sum_n A_{mn} \nabla_k^2 \varphi_{mn} + \sum_m \sum_n D B_{mn} \nabla^2 \nabla^2 W_{mn} - Z \right) W_{mn} dx dy = 0.$$

Применением функции Дирака [2], учитывая свойства ортогональности и квазиортогональности фундаментальных функций, получаем более простую систему уравнений [3]:

$$\begin{aligned} A_{mn} L_1 - B_{mn} L_2 &= 0, \\ A_{mn} L_3 + B_{mn} L_4 &= L_5. \end{aligned} \quad (4)$$

Из этой системы уравнений легко определить искомые коэффициенты  $A_{mn}$  и  $B_{mn}$ :

$$\begin{aligned} A_{mn} &= \frac{PW_m(c) Y_n(d) L_2}{L_2 L_3 + L_1 L_4}, \\ B_{mn} &= \frac{PW_m(c) Y_n(d) L_1}{L_2 L_3 + L_1 L_4}, \end{aligned} \quad (5)$$

где

$$\begin{aligned} L_1 &= \int_0^a \int_0^b \frac{1}{Eh} [\Phi_n^{IV}(x) \Phi_m(x) Y_n^2(y) + 2\Phi_m''(x) \Phi_m(x) Y_n''(y) Y_n(y) + \\ &\quad + \Phi_m^2(x) Y_n^{IV}(y) Y_n(y)] dx dy, \\ L_2 &= \int_0^a \int_0^b [k_2 W_m''(x) \Phi_m(x) \Psi_n(y) Y_n(y) + k_1 W_m(x) \Phi_m(x) \Psi_n''(y) Y_n(y)] dx dy, \\ L_3 &= \int_0^a \int_0^b D [W_m^{IV}(x) W_m(x) \Psi_n^2(y) + 2W_m''(x) W_m(x) \Psi_n''(y) \Psi_n(y) + \\ &\quad + W_m^2(x) \Psi_n^{IV}(y) \Psi_n(y)] dx dy, \\ L_4 &= \int_0^a \int_0^b [k_2 \Phi_m''(x) W_m(x) Y_n(y) \Psi_n(y) + k_1 \Phi_m(x) W_m(x) Y_n''(y) \Phi_n(y)] dx dy. \end{aligned} \quad (6)$$

Рассмотрим оболочку с полной заделкой краев по всему контуру:

$$\begin{aligned} \text{при } x=0, \quad x=a \quad U=V=W = \frac{\partial W}{\partial x} = 0, \\ \text{при } y=0, \quad y=b \quad U=V=W = \frac{\partial W}{\partial y} = 0. \end{aligned} \quad (7)$$

Для удовлетворения этих условий необходимо, чтобы при  $x=0, x=a$

$$\begin{aligned} \varphi_n''(x) = \varphi_n'''(x) = 0, \\ W_m(x) = W_m'(x) = 0, \end{aligned} \quad (8)$$

при  $y=0, y=b$

$$\begin{aligned} Y_n''(y) = Y_n'''(y) = 0, \\ \Psi_n(y) = \Psi_n'(y) = 0. \end{aligned} \quad (9)$$

Соответственно этому [3]

$$\begin{aligned} W_m(x) = \sin \frac{2m+1}{2a} \pi x + \operatorname{sh} \frac{2m+1}{2a} \pi x - \mu_m \cos \frac{2m+1}{2a} \pi x - \\ - \mu_m \operatorname{ch} \frac{2m+1}{2a} \pi x; \end{aligned}$$

$$\Psi_n(y) = \sin \frac{2n+1}{2b} \pi y + \operatorname{sh} \frac{2n+1}{2b} \pi y - \mu_n \cos \frac{2n+1}{2b} \pi y - \mu_n \operatorname{ch} \frac{2n+1}{2b} \pi y, \quad (10)$$

$$\Phi_m(x) = \sin \frac{2m+1}{2a} \pi x - \operatorname{sh} \frac{2m+1}{2a} \pi x - \mu_m \cos \frac{2m+1}{2a} \pi x + \mu_m \operatorname{ch} \frac{2m+1}{2a} \pi x,$$

$$Y_n(y) = \sin \frac{2n+1}{2b} \pi y - \operatorname{sh} \frac{2n+1}{2b} \pi y - \mu_n \cos \frac{2n+1}{2b} \pi y + \mu_n \operatorname{ch} \frac{2n+1}{2b} \pi y,$$

где  $\mu_m$  и  $\mu_n$  — коэффициенты.

Так как в формулах (10) содержится разность

$$\mu_m \operatorname{ch} \frac{2m+1}{2a} \pi x - \operatorname{sh} \frac{2m+1}{2a} \pi x \text{ и } \mu_n \operatorname{ch} \frac{2n+1}{2b} \pi y - \operatorname{sh} \frac{2n+1}{2b} \pi y,$$

при значении  $m > 3$  ( $n > 3$ ) громоздкость вычислений значительно возрастала, получалась малая разность больших чисел. Из-за большого порядка полученных чисел становилось невозможным использование ЭЦВМ. Для облегчения задачи заменяем  $\operatorname{sh}$  и  $\operatorname{ch}$  соответственно  $\sin$  и  $\cos$ .

$$\operatorname{sh} \frac{2m+1}{2a} \pi x = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} b_k \sin \frac{2\pi k}{a} x, \quad 0 \leq x \leq a, \quad (11)$$

где

$$a_0 = \frac{1}{a} \int_{-a}^a \operatorname{sh} \frac{2m+1}{2a} \pi x dx = 0; \quad (12)$$

$$b_k = \frac{1}{a} \int_{-a}^a \operatorname{sh} \frac{2m+1}{2a} \pi x \sin \frac{2\pi k}{a} x dx = \frac{2}{a} \int_0^a \operatorname{sh} \frac{2m+1}{2a} \pi x \sin \frac{2\pi k}{a} x dx = -\frac{16}{\pi [(2m+1)^2 + 16k^2]} \operatorname{sh} \frac{2m+1}{2} \pi. \quad (13)$$

Согласно (12) и (13), формула (11) получит вид

$$\operatorname{sh} \frac{2m+1}{2a} \pi x = -\frac{16}{\pi} \operatorname{sh} \frac{2m+1}{2} \pi \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{[(2m+1)^2 + 16k^2]} \sin \frac{2\pi k}{a} x \quad (14)$$

или

$$\operatorname{sh} \frac{2m+1}{2a} \pi x = -\frac{16}{\pi} \operatorname{sh} \frac{2m+1}{2} \pi \sum_{k=1}^N \frac{1}{[(2m+1)^2 + 16k^2]} \sin \frac{2\pi k}{a} x \quad (15)$$

Допустим, что  $k=1$  и введем обозначение

$$\xi_m = \frac{16}{\pi [(2m+1)^2 + 16]} \operatorname{sh} \frac{2m+1}{2} \pi.$$

Тогда получим

$$\operatorname{sh} \frac{2m+1}{2a} \pi x = -\xi_m \sin \frac{2\pi x}{a}. \quad (16)$$

Аналогично получим

$$\operatorname{ch} \frac{2m+1}{2a} \pi x = \eta_m + \zeta_m \cos \frac{2\pi x}{a}, \quad (17)$$

где

$$\eta_m = \frac{4}{2m+1} \operatorname{sh} \frac{2m+1}{2} \pi \quad \text{и} \quad \zeta_m = \frac{4(2m+1)}{\pi[(2m+1)^2+16]} \operatorname{sh} \frac{2m+1}{2} \pi.$$

Грузинский политехнический институт  
 им. В. И. Ленина

(Поступило 16.10.1975)

საშენობლო მეცნიერება

ბ. ბულია

სახეშეცვლილი ფუნდამენტური ფუნქციების გამოყენება დამრეცი  
 ბარსების ღუნვის ამოცანებში კერძო სასაზღვრო პირობების დროს

რეზიუმე

მოცემულია დამრეცი გარსის ღუნვის ამოცანა, როდესაც გარსი მთლიან  
 კონტურზე ხისტად არის ჩამაგრებული. გამოყენებულია ვლასოვის ფუნდამენტ-  
 ტური ფუნქციები სახეშეცვლილად, რაც ამარტივებს ამოცანას.

STRUCTURAL MECHANICS

N. P. BULIA

USE OF MODIFIED FUNDAMENTAL FUNCTIONS IN THE  
 PROBLEMS OF SLOPING SHELL BENDING UNDER ONE  
 PRIVATE BOUNDARY CONDITION

Summary

The article discusses the problem of sloping shell bending, when the  
 shell is rigidly fixed on the entire contour. Vlasov's fundamental functions  
 are used in a modified manner, this considerably simplifying the problem.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. З. Власов. Общая теория оболочек. Л.—М., 1949.
2. П. Дирак. Основы квантовой механики. Л.—М., 1937.
3. Н. В. Колкунов. Основы расчета упругих оболочек. М., 1963.



В. Г. АЛКАЗ, Н. И. ОНОФРАШ, А. И. ПЕРЕЛЬБЕРГ, Н. И. ФРОЛОВА

## ИЗУЧЕНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ВОЛНОВОГО ПОЛЯ УСКОРЕНИЙ НЕКОТОРЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ПОЛЯРИЗАЦИОННОГО АНАЛИЗАТОРА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Налетваридзе 19.8.1975)

При решении многих задач инженерной сейсмологии, таких как изучение прохождения сейсмических волн в различных средах; определение скоростей прохождения разных по типу поляризации волн; определение коэффициентов затухания колебаний по отдельным поляризационным компонентам; определение кажущихся углов подхода различных типов волн; использование поляризационного анализа для построения синтетических сейсмограмм; изучение поляризационного анализа микросейсм и др., применение поляризационного анализатора позволяет решить их на качественно новом уровне.

Принцип построения анализатора, алгоритм и программа его работы, составленная на языке «Алгол-60» достаточно подробно изложены в работе [1]. С помощью указанной программы был проведен анализ акселерограмм двух землетрясений [2]: от 10.03.1933 г. при магнитуде 6,3 и эпицентрального расстоянии около 40 км; от 21.12.1954 г. при магнитуде 6,5 и эпицентрального расстоянии около 800 км.

Акселерограммы этих землетрясений представлены на рис. 1, 2.

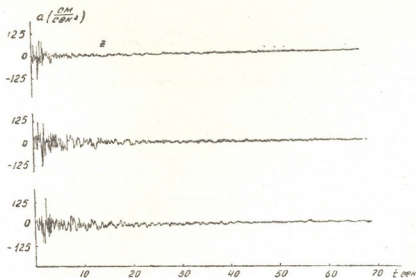


Рис. 1

Целью настоящей работы явилось выяснение принципиальной возможности выделения из акселерограмм продольных и поперечных волн по характеру их поляризации. С этой точки зрения интерпретация полученных данных представляет чисто методологический интерес и не претендует на полноту и точность.

На рис. 3, 4 представлены результаты поляризационного анализа этих акселерограмм. Исследовались наиболее интересные участки акселерограмм (первые 30 сек). В начале анализатор использовался в

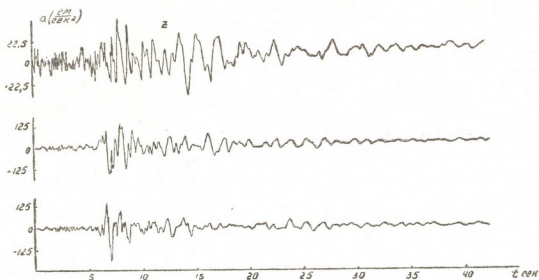


Рис. 2

режиме локатора (поиск направления на гипоцентр), т. е. в режиме поиска таких значений азимута  $\alpha$  и угла подхода  $\beta$ , при которых амплитуды первых вступлений (трасса 1 на рис. 3, 4) достигают мак-

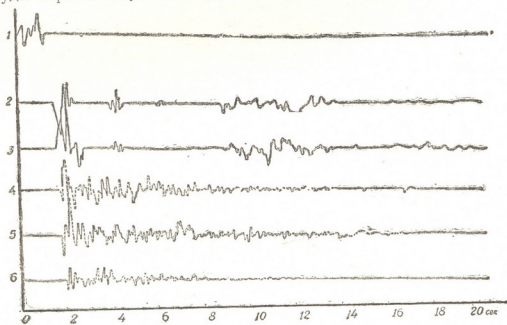


Рис. 3. ——— Участки на трассах 4, 5, 6 с эллиптичностью в интервалах 0,5—0,6; ---- участки с эллиптичностью 0,6—0,7

симума. Были получены следующие значения: для первого землетрясения  $\alpha=208^\circ$ ,  $\beta'=70^\circ$ ; для второго землетрясения  $\alpha=230^\circ$ ,  $\beta'=90^\circ$  ( $\beta'$ — истинный угол выхода).

Значения углов  $\beta'$  могут служить подтверждением вывода, сделанного в работе [3], согласно которому угол падения глубинной сейсмической волны на свободную поверхность практически не бывает меньше  $60^\circ$  при близких землетрясениях.

В случае первого землетрясения в волне Р наблюдается второй максимум. Предполагается, что он соответствует вступлению продольной головной волны. Последующие пуги продольных волн (трасса на 1 рис. 3, 4) вызваны падением волн SV на границе раздела [4], а также ревербацией внутри Земли [5].

Вслед за первыми вступлениями продольных волн в точку наблюдения приходят поперечные волны SV и SH (трассы 2, 3 на рис. 3, 4). Ускорения частиц в этих волнах являются максимальными для данных землетрясений. В случае близкого землетрясения максимальное ускорение достигается в волне SH и имеет значение около 0,16 g, а в случае далекого максимальное ускорение равняется 0,2 g в волне SV.

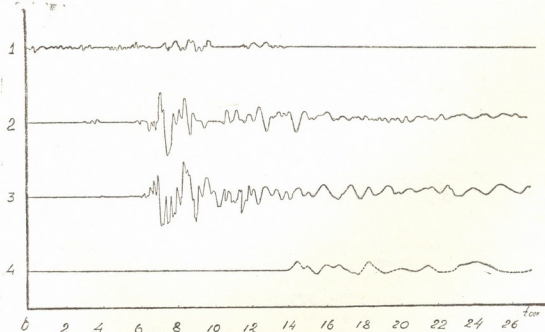


Рис. 4. — Участки на трассе 4 с эллиптичностью в интервале 0,4—0,5;  
----участки с эллиптичностью 0,5—0,6

Из рисунков видно также, что продолжительность колебательного процесса в поперечных волнах различна для далекого и близкого землетрясения и может быть определена. Знание времени вступления и продолжительности того или иного типа колебаний может быть полезным при решении многих задач инженерной сейсмологии.

Вслед за линейно-поляризационными волнами идут волны, поляризованные эллиптически в различных плоскостях: а) волна SV с направлением поляризации перпендикулярно к лучу в вертикальной плоскости (трасса 4 на рис. 3); б) волна SH с направлением поляризации перпендикулярно к лучу в горизонтальной плоскости (трасса 5 на рис. 3); в) эллиптически-поляризованная волна с вертикальным направлением поляризации (трасса 6 на рис. 3 и трасса 4 на рис. 4).

Чтобы получить всю последовательность этих колебаний, необходимо менять в широких пределах угол подхода и азимут. Эллиптичность этих волн меняется для первого землетрясения от 0,5 до 0,7, для второго — от 0,4 до 0,6. Колебания высокочастотные (для близкого землетрясения  $T \approx 0,4$  сек).

Возможна двоякая интерпретация природы этих волн:

1) Объемные волны переходят из линейно-поляризованных в волны, поляризованные эллиптически. Возможность такой трансформации обосновывается в [6].

2) Эти колебания идут не из очага, а вызываются прохождением через верхние осадочные слои объемных волн. (Такую возможность допускает Флин [5]). Движение частиц в этих волнах имеет тенденцию к эллиптичности, но неоднородность верхних слоев усложняет движение насталько, что эллиптичность не постоянна, а меняется в небольших пределах. Чтобы выяснить, какая из этих гипотез соответствует истине, необходимы дополнительные исследования.

Ответственной за те или иные проявления землетрясения является не вся сейсмограмма, а отдельные ее части, которые в каждом конкретном случае выделяются с помощью поляризационного анализатора для дальнейшей обработки (к примеру, для спектрального анализа отдельных волновых компонент землетрясения).

Таким образом, используемый математический аппарат открывает новые возможности при проведении исследований в области инженерной сейсмологии.

Академия наук Молдавской ССР  
 Институт геофизики и геологии

(Поступило 10.10.1975)

საშვიმბლო მეცნიერებათა

ვ. ალკაზი, ნ. იონოფრაში, ა. პერელბერგი, ნ. ფროლოვა

ზოგიერთი მიწისძვრის აჩქარების ტალღური ველის პოლარიზებული სტრუქტურის შესწავლა პოლარიზებული ანალიზატორის გამოყენებით  
 რეზიუმე

შესწავლილია სეისმური ტალღების დაყოფის პრინციპული შესაძლებლობა პოლარიზაციის ტიპებად.

მოყვანილია ორი აქსელოგრამის პოლარიზებული ანალიზის შედეგები. გარდა ამისა, ნაჩვენებია მიღებული შედეგების საინჟინერო სეისმოლოგიაში გამოყენების მავალითი.

STRUCTURAL MECHANICS

V. G. ALKAZ, N. I. ONOFRAȘ, A. I. PERELBERG, N. I. FROLOVA  
 INVESTIGATION OF THE POLARIZATION STRUCTURE OF THE  
 ACCELERATION WAVE FIELD OF SOME EARTHQUAKES BY  
 MEANS OF POLARIZATION ANALYSIS

Summary

The basic possibility of separation of seismic waves by the type of polarization is shown in the paper. The results of polarization analysis of two accelerograms are presented, as well as an example of the application of the obtained data to tasks of engineering seismology.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. И. Онофраш, А. И. Перельберг. Элементы методики сейсмического микроайонирования. Кишинев, 1974.
2. Strong-Mot. Earth. Accel. Digitized and Plotted Data. Part A. 1971, Part B. 1973. Pasadena, California.
3. Ш. Г. Напетваридзе. Некоторые задачи инженерной сейсмологии. Тбилиси, 1973.
4. Е. Ф. Саваренский. Сейсмические волны. М., 1972.
5. E. A. Flin. Proceedings of the JEEE, 12, 1965.
6. D. Hidson, L. Knopoff. Bull. Seism. Soc. Amer., 57, 1, 1967.

Б. И. БУЗИАШВИЛИ, К. А. ДИДЕБУЛИДZE, Ф. Н. ТАВАДZE  
(академик АН ГССР), А. Д. НОЗАДZE, Б. Ш. КВАНЧАХАДZE,  
В. М. ШЕНГЕЛАЯ

## О ФИЗИЧЕСКОЙ СУЩНОСТИ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ РАСПЛАВОВ НИЗКОЧАСТОТНОЙ ВИБРАЦИЕЙ

В ряде работ все происходящие физические явления в массе жидкого и кристаллизующегося расплава при его обработке низкочастотной вибрацией объясняются не с позиции волновой механики (нелинейной акустики), применяемой при ультразвуковой обработке, а только действием возникающих кратковременных импульсов инерционных сил, т. е. динамическим воздействием [1—3]. Такое объяснение связано с несоизмеримостью длины полуволны упругих возмущений с размерами массы металла при их обработке низкочастотной вибрацией. Однако такая трактовка физической сущности обработки расплавов низкочастотной вибрацией полностью не объясняет ряда явлений в процессе их обработки, тем более что ультразвук и низкочастотная вибрация при оптимальном режиме дают практически одинаковые результаты [4].

В связи с тем, что кристаллизующийся расплав состоит из трех фаз — твердой, жидкой и газообразной, имеющих различные скорости распространения механических возмущений, на границах раздела между фазами возникает вязкое трение за счет их взаимного смещения.

Наличие в расплаве газовой фазы позволяет считать его в какой-то степени сжимаемой. Таким образом, расплав по своим физическим свойствам далек от понятия идеальной жидкости. Это обстоятельство усугубляется еще тем, что расплав в процессе кристаллизации обладает сильно выраженной анизотропией по вязкости.

Учитывая некоторую сжимаемость расплава, а также явления вязкого трения на границе раздела между жидкой и твердой фазами с выделением тепла при его виброобработке, нетрудно прийти к выводу о его нелинейных свойствах.

По теории гидродинамики и акустики [5], нелинейность уравнений движения и состояния приводит к генерации завихрений (турбулентности) движения отдельных частиц реального расплава, гидро- и аэродинамической генерации гармоник основной частоты возмущения с возникновением широкого спектра высокочастотных колебаний искаженной формы бегущей волны и, наконец, к появлению постоянной и переменной составляющей давления и турбулентного потока всей массы.

Из изложенного следует, что физические явления, возникающие в кристаллизующемся расплаве под воздействием низкочастотной вибрации, очень сложны и не могут быть объяснены лишь действием кратковременных импульсов динамического характера.

Возникновение переменной составляющей давления в расплаве при его низкочастотной виброобработке, естественно, поднимает вопрос о возможности образования кавитационных явлений в нем и, следовательно, ее роли в формировании кристаллической структуры.

Для развития кавитационного явления в расплаве, кроме условий необходимости существования кавитационных зародышей, требуется достаточная величина давления сжатия или интенсивность подводимых акустических колебаний.

Интенсивность обычно применяемых в технике ультразвуковых колебаний, вызывающих в расплавах металла кавитационные явления, находится в пределах 0,1—30 Вт/см<sup>2</sup>. По нашим опытам, значения интенсивностей порога кавитации в расплавах цинка, серого чугуна и стали на частотах вибрации 50 и 100 гц составляли 0,15÷0,25 Вт/см<sup>2</sup> и к концу процесса кристаллизации повышались до 0,3—0,35 Вт/см<sup>2</sup>. Порог кавитации для указанных металлических расплавов определялся по активной их дегазации и измерением широкого спектра шумов с помощью погружения зондовых звукоприемников.

До настоящего времени многие исследователи считают, что для развития кавитации в расплаве требуемая интенсивность вибрации или давления сжатия должна быть больше, чем в проточной воде. Однако сравнительный расчет давления в расплаве стали и воде при прохождении в нем продольной бегущей волны, образовавшейся от вибрации заданного режима ( $f=100$  гц,  $A=0,05$  мм и  $v=0,03$  м/сек), показал, что в расплаве стали за счет колебательной скорости смещения частиц развивается суммарное давление инерционного сжатия порядка 6,3 атм, а в воде — 1,46 атм. Это явление объясняется большими инерционными силами, развивающимися в расплаве благодаря его высокой плотности и скорости распространения в нем механических (акустических) возмущений, т. е. благодаря акустическому (волновому) сопротивлению среды.

Изложенное дает возможность установить соотношение

$$\frac{\rho C}{(\rho C)_{H_2O}} = \frac{P_{распл}}{P_{H_2O}},$$

где  $\rho C$ —акустическое сопротивление расплава,  $(\rho C)_{H_2O}$ —акустическое сопротивление воды,  $P_{распл}$ —величина давления в расплаве,  $P_{H_2O}$ —величина давления в воде, т. е. при одинаковых режимах или интенсивности вибрации (колебаний) величина давления в расплаве получается во столько раз больше, во сколько волновое (звуковое) сопротивление расплава больше волнового сопротивления воды.

Анализ физической сущности процесса воздействия низкочастотной вибрацией на кристаллизующийся расплав показал, что в нем за счет нелинейности его параметров, наряду с динамическим воздействием, имеет место сложная гидродинамическая картина движения жидкости. Такое движение жидкости преобразует длинноволновую акустическую энергию в более коротковолновую с появлением в расплаве высокочастотных акустических колебаний и достаточной силы давления сжатия для развития кавитационного явления. Это позволяет предположить существование в какой-то степени всех тех эффектов и явлений, принимающих участие в формировании кристаллической структуры, которые имеют место при ультразвуковой обработке расплавов и при менении низкочастотной вибрации.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт металлургии

(Поступило 26.11.1975)

ბ. ბუზიაშვილი, კ. დიდებულძე, ფ. თავაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი),  
ა. ნოზაძე, ბ. კვანჩახაძე, ვ. შენგელია

დაბალი სიხშირის ვიბრაციით ნაღრობების დამუშავების  
პროცესის ფიზიკური არსის შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილია დაბალი სიხშირის ვიბრაციით კრისტალიზაციის პროცესში მყოფ თხიერ ლითონზე ზემოქმედების ფიზიკური არსი. დადგენილია ულტრაბგერით და დაბალი სიხშირის ვიბრაციით თხიერ ლითონებზე ზემოქმედების ანალოგია.

METALLURGY

B. I. BUZIASHVILI, K. A. DIDEBULIDZE, F. N. TAVADZE, A. D. NOZADZE,  
B. Sh. KVANCHAKHADZE, V. M. SHENGELIA

THE PHYSICAL ESSENCE OF THE TREATMENT PROCESS OF LOW  
FREQUENCY VIBRATION OF MOLTEN METAL

Summary

The influence of low frequency vibration on the crystallization of molten metal was studied and analogical action of high and low frequency vibrations over crystallization process was established.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. А. Чернышев. Литейное производство, № 10, 1953.
2. Н. Г. Касумзаде. Изменение структуры и свойства стали под влиянием физико-химических факторов, действующих при разливке. Баку, 1957.
3. А. А. Романов. Литье стали в вибрирующие формы. М., 1959.
4. Г. Ф. Баландин. Машиностроение, № 4, 1960.
5. Л. К. Зарембо, В. А. Красильников. Введение в линейную акустику. М., 1966.

УДК 669.046.5

МЕТАЛЛУРГИЯ

А. Ю. АРСЕНИШВИЛИ, В. Г. ГУРВИЧ, Б. Г. МАРГИЕВ,  
Т. А. ЧУБИНИДZE, Л. А. ДВАЛИ, З. А. МУШКУДИАНИ

ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОЛОГИИ ОКСИДНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ  
ПРИ РАСКИСЛЕНИИ ЖЕЛЕЗА КОМПЛЕКСНЫМИ СПЛАВАМИ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 25.11.1975)

В настоящей работе исследовалось изменение морфологии оксидных включений в расплаве железа в результате раскисления его силикохромом марки ФСХ-40 (40% Si, 30% Cr) и кремний-хром-кальцием—КХК (45,5% Si, 25,6% Cr, 8,7% Ca, 2,6% Al, 4,1% Mn).

Железо типа армо переплавляли в 50 кГ индукционной печи. С поверхности расплавленного металла снимали «самородный» шлак, а затем производили раскисление металла по двум вариантам: I — силикохромом из расчета введения в металл 1,0% Si, а затем алюминия (0,05% Al) и ферромарганца (0,2% Mn); II — сплавом КХК из расчета введения 1,0% Si.

После добавки раскислителей металл выдерживали в печи в течение 15 мин. В процессе выдержки систематически отбирали пробы погружением в расплав стальных стаканов. После извлечения из металла пробы закачивали в воде. Температуру металла в печи измеряли платина-платинородиевой термопарой (см. таблицу).

Химический состав оксидных включений определяли аноднокимическим, а фазовый — петрографическим методами. Качественно включения изучали на металлографических шлифах с помощью горизонтального микроскопа МИМ-8 и микрозонда «Самеса», а также под микроскопом МБИ-2 после их электролитического выделения. Результаты исследований сведены в таблицу.

При раскислении железа по I варианту оксидные включения в пробе 1 представляют собой высококремнеземистые силикаты (с содержанием  $\text{SiO}_2$  до 81,4%). Микроскопические исследования анодновыделенных включений показали, что основная масса включений — мелкодисперсные, прозрачные, глобулярной формы и лишь незначительная часть — крупные, глобулярные, темноокрашенные частицы. Все эти включения оптически изотропны.

В пробе 2 во включениях резко возрастает содержание глинозема (до 71,2%). При этом значительно изменяется характер включений. Они обнаруживаются в виде частиц неправильной глобулярной формы, средних размеров, различной степени прозрачности, гетерогенных, состоящих из смесей корунда, шпинели и силикатного стекла, и частиц, идентичных выделенным из пробы 1. Кроме того, в меньшем количестве наблюдаются включения крупных размеров бледно-желтого цвета, оптически изотропные, и частицы среднего размера, глобулярной формы темно-серые, непрозрачные.

При металлографических исследованиях в пробе 2 были отмечены оксидные включения двух видов: 1 — высокодисперсные высокоглиноземистые частицы; 2 — глобулы от мелких до крупных размеров. Изу-



чение этих включений на микрозонде показало, что они в основном состоят из окислов кремния, алюминия и марганца (рис. 1).

При выдержке металла в печи содержание глинозема во включениях непрерывно снижается за счет повышения в них содержания  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{FeO}$  (см. таблицу). В пробе 6, отобранной через 15 мин после раскисления, высокоглиноземистые частицы, которые были идентифицированы в пробе 2, обнаруживаются редко, главным образом в виде высокодисперсных частиц  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ . В них преобладают мелкие, глобулярной формы, гомогенные частицы алюмосиликатных стекол с показателем преломления в пределах 1,64—1,68. Кроме того, появляются непрозрачные частицы закиси железа.

Изменение химического состава оксидных включений в пробах, отобранных при выдержке металла в печи после раскисления

Вариант раскисления	№ проб металла	Момент отбора проб	Температура, °С	Химический состав оксидных включений, %					
				$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{MnO}$	$\text{FeO}$	$\text{CaO}$	$\text{Cr}_2\text{O}_3$
I	1	После добавки силихрома через: 0,5 мин	1630	81,4	2,2	1,9	13,4	—	1,1
	2	После добавки Al и Mn через: 0,5 мин	—	17,1	71,2	7,4	3,0	—	0,9
	3	2,5 "	—	29,1	40,3	9,1	9,4	—	—
	4	6,5 "	1630	40,2	20,6	15,1	17,8	—	—
	5	8,5 "	1630	42,1	20,4	18,2	19,3	—	—
	6	15,0 "	1650	48,6	10,4	20,6	20,3	—	—
II	1	После добавки КХК через: 0,5 мин	1620	20,3	54,1	7,9	2,1	14,6	1,0
	2	2,5 "	1630	37,0	36,4	9,6	7,5	8,4	1,1
	3	4,5 "	1630	41,9	30,2	11,2	9,1	6,7	0,9
	4	6,5 "	1640	45,6	21,6	13,4	14,3	5,1	—
	5	9,0 "	1620	45,2	16,1	17,5	16,9	4,3	—
	6	15,0 "	1640	44,0	13,8	19,9	19,1	3,2	—

При раскислении железа по II варианту оксидные включения в пробе 1 (0,5 мин после присадки КХК) обогащены глиноземом (до 54,1%). При этом включения содержат окись кальция (до 14,6%).

Микроскопические исследования анодновыделенных включений из пробы I показали, что в преобладающем количестве наблюдаются прозрачные глобулы от мелких до весьма крупных размеров. Часть этих глобул со светлой сердцевиной, другая часть с коричневым оттенком в центре.

В незначительном количестве отмечаются высокодисперсные глиноземистые частицы в виде гроздьевидных сростков, прозрачных и бесцветных каплеобразных частиц.

При выдержке металла в печи содержание глинозема и окиси кальция во включениях непрерывно снижается (см. таблицу), что является результатом удаления высокоглиноземистых и кальцийсодержащих включений из жидкого металла. В пробе 6, отобранной через 15 мин после раскисления металла, обнаруживаются прозрачные и не-

прозрачные глобулы мелких размеров. Прозрачные глобулы оптически изотропны, с показателем преломления в пределах 1,50—1,59 и представляют собой силикатные стекла. Непрозрачные глобулы устойчивы под воздействием неорганических кислот и, по-видимому, обогащены закисью железа.

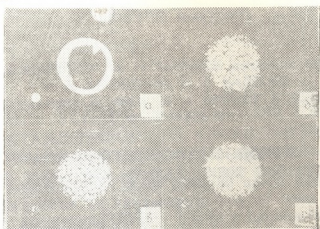


Рис. 1. Глобулярные включения в пробе 2, отобранной из плавки, раскисленной по I варианту ( $\times 800$ ): а — электронная микрофотография в поглощенных лучах; б — микрофотография в характеристических рентгеновских лучах,  $MnK_{\alpha}$ ; в — то же,  $AlK_{\alpha}$ ; г — то же,  $SiK_{\alpha}$

Металлографическим исследованием выявлены оксиды двух видов: 1 — прозрачные глобулы серого цвета, 2 — глобулы со светлой каймой.

При изучении этих глобул на микрозонде установлено, что они в основном состоят из окислов кальция, марганца, алюминия и кремния (рис. 2).

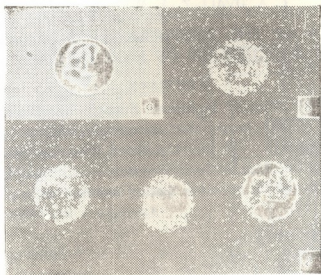


Рис. 2. Глобулярные включения в пробе 1, отобранной из плавки, раскисленной по II варианту ( $\times 800$ ): а — электронная микрофотография в поглощенных лучах; б — микрофотография в характеристических рентгеновских лучах,  $CaK_{\alpha}$ ; в — то же,  $MnK_{\alpha}$ ; г — то же,  $AlK_{\alpha}$ ; д — то же,  $SiK_{\alpha}$

Таким образом, при раскислении железа силикохромом образуются высококремнеземистые, глобулярной формы силикатные включения,

а при раскислении железа КХК — глобулярные включения с **высоким** содержанием окислов кремния, алюминия и кальция.

Академия наук Грузинской ССР  
 Институт металлургии

(Поступило 27.11.1975)

მეტალურგია

ა. არსენიშვილი, ვ. გურვიჩი, ბ. მარგიევი, თ. ჩუბინიძე, ლ. დვალი,  
 ზ. მუშკუდიანი

ოქსიდური ჩანართების მორფოლოგიის გამოკვლევა რკინის  
 კომპლექსური შენადნობებით განუანგვის დროს

რეზიუმე

50 კგ-იან ინდუქციურ ღუმელში თხევადი რკინის სილიკოქრომიტა და კაჟბად-ქრომ-კალციუმიანი კომპლექსური შენადნობებით განუანგვის დროს გამოკვლეულია ოქსიდური ჩანართების მორფოლოგია. დადგენილია, რომ კაჟბად-ქრომ-კალციუმიანი კომპლექსური შენადნობით განუანგვისას მიიღება ოქსიდური ჩანართები, რომლებიც გარდა სილიციუმის, მანგანუმის და ალუმინის ჟანგეულებისა შეიცავენ აგრეთვე კალციუმის ჟანგსაც.

METALLURGY

A. Yu. ARSENISHVILI, V. G. GURVICH, B. G. MARGIEV, T. A. CHUBINIDZE,  
 L. A. DVALI, Z. A. MUSHKUDIANI

INVESTIGATION OF THE MORPHOLOGY OF OXIDE INCLUSIONS  
 DURING THE DEOXIDATION OF IRON BY COMPLEX ALLOYS

Summary

The morphology of oxide inclusions during deoxidation of iron by silicon-chrome and silicon-chrome-calcium complex alloys in a 50 kg inductive furnace was studied. The deoxidation of iron by these complex alloys was found to result in oxide inclusions which in addition to silicon manganese and aluminium oxides contains that of calcium as well.

МЕТАЛЛУРГИЯ

Ш. Д. РАМИШВИЛИ, Ф. Н. ТАВАДЗЕ (академик АН ГССР),  
 М. А. КУРИЦКИЙ, И. Д. КАДЖАЯ

ИЗМЕНЕНИЕ УСИЛИЯ ВЫТЯГИВАНИЯ СЛИТКА ИЗ  
 КРИСТАЛЛИЗАТОРА НА КРИВОЛИНЕЙНОЙ  
 ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ МАШИНЕ

В процессе непрерывного литья металла происходит изменение усилия вытягивания слитка из кристаллизатора за один цикл возвратно-поступательного движения. Началу полного скольжения предшествует постепенный рост смещений.

На рис. 1 приведена расчетная схема. Все усилия рассматриваются на единицу периметра;  $P$  — интенсивность давления;  $q$  — интенсивность сил трения при скольжении;  $S$  — тянущее усилие, кг/см;  $l$  — длина кристаллизатора;  $l'$  — длина области проскальзывания.

В винтовом кристаллизаторе давление в данной точке зависит от угла наклона винтовой линии, высоты столба жидкого чугуна в металлоприемнике и перемещения кристаллизатора:

$$P = \gamma(H - h' - H'), \quad (1)$$

где  $H$  — высота столба жидкого чугуна в металлоприемнике;  $h'$  — изменение высоты жидкого чугуна в металлоприемнике;  $H'$  — высота жидкого чугуна в винтовом кристаллизаторе; значения  $h'$  и  $H'$  определяются соответственно из выражений

$$h' = R \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \varphi, \quad H' = \frac{F_2 x}{F_1},$$

где  $R$  — радиус машины;  $\operatorname{tg} \alpha$  — тангенс угла наклона винтовой линии;  $\varphi$  — угол охвата слитком кристаллизатора;  $F_1$  и  $F_2$  — поперечные площади металлоприемника и кристаллизатора.

Вставляя значения  $h'$  и  $H'$  в выражение (1), получаем

$$P = \gamma \left( H - R \operatorname{tg} \alpha \cdot \varphi - \frac{F_2 x}{F_1} \right). \quad (2)$$

Интенсивность сил трения при скольжении определяется следующим образом:

$$q = fP = f\gamma \left( H - R \operatorname{tg} \alpha \cdot \varphi - \frac{F_2 x}{F_1} \right), \quad (3)$$

где  $f$  — коэффициент трения.

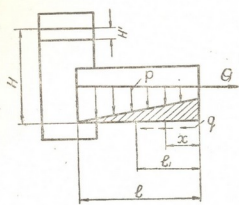


Рис. 1. Расчетная схема

Длина области проскальзывания определяется условием равновесия рассматриваемой заготовки на участке  $l_1$ :

$$S = F_{\text{тр}}, \quad (4)$$

где  $F_{\text{тр}}$  — усилие трения, кг.

Усилие трения определяется из выражения

$$\begin{aligned} F_{\text{тр}} &= \int_0^x q dx = \int_0^x f \gamma \left( H - R \operatorname{tg} \alpha \cdot \varphi - \frac{F_2}{F_1} x \right) dx = \\ &= f \gamma \left( Hx - R \operatorname{tg} \alpha \cdot \varphi \cdot x - \frac{F_2}{F_1} \frac{x^2}{2} \right). \end{aligned} \quad (5)$$

При  $x = l_1$

$$F_{\text{тр}} = f \gamma \left( Hl_1 - R \operatorname{tg} \alpha \cdot \varphi \cdot l_1 - \frac{F_2}{F_1} \frac{l_1^2}{2} \right) = Q. \quad (6)$$

Отсюда длина области проскальзывания

$$l_1 = \frac{(f \gamma H - f \gamma R \operatorname{tg} \alpha) - \sqrt{(f \gamma H - f \gamma R \operatorname{tg} \alpha)^2 - 2 Q f \gamma \frac{F_2}{F_1}}}{f \gamma \frac{F_2}{F_1}}. \quad (7)$$

Перемещение точки приложения нагрузки равно удлинению полосы на участке  $l_1$ :

$$S = \int_0^{l_1} \mathcal{E} dx = \int_0^{l_1} \frac{\sigma}{E} dx = \int_0^{l_1} \frac{Q - \int_0^x f \gamma \left( H - R \operatorname{tg} \alpha \cdot \varphi - \frac{F_2}{F_1} \right) dx}{EF}, \quad (8)$$

где  $S$  — смещение точки приложения нагрузки (удлинение корочки слитка) под воздействием тянущего усилия  $Q$  и сил трения;  $\mathcal{E}$  — упругая деформация;  $\sigma$  — напряжение;  $E$  — модуль упругости;  $F$  — поперечная площадь корки.

Средняя толщина корочки слитка при затвердевании его в кристаллизаторе может быть определена по уравнению

$$\delta = k \sqrt{\tau}, \quad (9)$$

где  $\delta$  — толщина затвердевшей корочки, см;  $\tau$  — время, мин;  $k$  — коэффициент затвердевания, см/мин;

Площадь корочки

$$F = \delta \cdot l \text{ см} = k \sqrt{\tau} = k \sqrt{\frac{l-x}{V}}. \quad (10)$$

Подставив значение (10) в (8), получим

$$S = \int_0^{l_1} \frac{Q - f\gamma \left( Hx - R \operatorname{tg} \alpha \cdot \varphi \cdot x - \frac{F_2}{F_1} \frac{x^2}{2} \right)}{Ek \sqrt{\frac{l-x}{V}}} dx, \quad (11)$$

где  $V$  — скорость движения слитка;

$$S = \frac{V\bar{V}}{Ek} \left[ Q \int_0^{l_1} \frac{dx}{\sqrt{l-x}} - (f\gamma H - f\gamma R \operatorname{tg} \alpha \cdot \varphi) \int_0^{l_1} \frac{x dx}{\sqrt{l-x}} + \right. \\ \left. + \frac{1}{2} f\gamma \frac{F_2}{F_1} \int_0^{l_1} \frac{x^2}{\sqrt{l-x}} dx \right]. \quad (12)$$

Решением уравнения (12) получим

$$S = \frac{V\bar{V}}{Ek} \left\{ 2Q(\sqrt{l} - \sqrt{l-l_1}) + 2(f\gamma H - f\gamma R \operatorname{tg} \alpha \cdot \varphi) \left[ l(\sqrt{l-l_1} - \sqrt{l}) - \right. \right. \\ \left. \left. - \frac{\sqrt{l-l_1}}{3} + \frac{\sqrt{l^3}}{3} \right] - f\gamma \frac{F_2}{F_1} \left[ l^2(\sqrt{l-l_1} - \sqrt{l}) - \right. \right. \\ \left. \left. - 2l \left( \frac{\sqrt{(l-l_1)^3}}{3} - \frac{\sqrt{l^3}}{3} \right) + \frac{\sqrt{(l-l_1)^5}}{5} - \frac{\sqrt{l^5}}{5} \right] \right\}. \quad (13)$$

Максимальное смещение  $S$  будет при возникновении полного скольжения кристаллизатора относительно слитка, т. е.  $l_1=l$ :

$$S_{\max} = \frac{V\bar{V}}{Ek} \left[ 2Q\sqrt{l} + 2(f\gamma H - f\gamma R \operatorname{tg} \alpha \cdot \varphi) \left( -l\sqrt{l} + \frac{\sqrt{l^3}}{3} \right) - \right. \\ \left. - f\gamma \frac{F_2}{F_1} \left( -l^2\sqrt{l} + 2l \frac{\sqrt{l^3}}{3} - \frac{\sqrt{l^5}}{5} \right) \right]. \quad (14)$$

Время, за которое произойдет скольжение, выразится так:

$$\tau = \frac{S}{V_1},$$

где  $V_1$  — относительная скорость слитка и кристаллизатора.

Приведем численный расчет  $S_{\max}$  для следующих величин:  $l=100$  см;  $f=0,15$ ;  $V=30$  см/мин =  $0,5$  см/сек;  $\gamma=0,067$  кг/см<sup>3</sup>;  $k=2,5 \frac{\text{см}}{\text{мин}^{0,5}}$ ;  $R=250$  см;  $F_1=1200$  см<sup>2</sup>;  $F_2=60$  см<sup>2</sup>;  $H=100$  см; Слиток  $300 \times 20$  мм.

Полное усилие вытягивания  $Q=400$  кг [1]. В предположении, что слиток соприкасается только с широкими гранями слитка, получаем

$$Q = \frac{400}{60} \approx 7 \text{ кг/см}^2.$$

Тогда время, за которое произойдет скольжение,  $\tau=0,12$  сек.

Теоретический график изменения усилия вытягивания слитка из кристаллизатора за один цикл возвратно-поступательного движения показан на рис. 2.

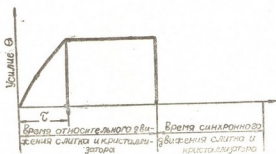


Рис. 2. Изменение усилия вытягивания за один цикл возвратно-поступательного движения кристаллизатора

За время  $\tau$  происходит нарастание усилия от нуля до максимального значения, которое остается постоянным за весь период относительного движения слитка и кристаллизатора.

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

(Поступило 10.7.1975)

შემაჯავრობა

შ. რამიშვილი, ფ. თავაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), მ. კურიტსკი, ი. კაჯაია

ჰორიზონტალურ მრუდფორმულ მანქანაში კრისტალიზატორიდან  
 გამოწვევის ძალის ცვალებადობა

რეზიუმე

დადგენილია კრისტალიზატორიდან გამოწვევის ძალით ცვალებადობის ხასიათი წინ-უკუსვლით მოძრაობის დროს.

შემუშავებულია გამოწვევის ძალის საანგარიშო მეთოდი კრისტალიზატორის მოძრაობის გათვალისწინებით.

METALLURGY

Sh. D. RAMISHVILI, F. N. TAVADZE, M. A. KURITSKI, I. D. KAJAIA  
 CHANGE OF THE FORCE OF PULLING AN INGOT OUT OF  
 THE CRYSTALLIZER IN A CURVED HORIZONTAL MACHINE

Summary

The nature of the change of the force of pulling an ingot out of the crystallizer for one cycle of reciprocating movement has been determined.

A method has been developed for the calculation of the force of pulling out a slab, with account of the movement of the crystallizer.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ш. Д. Рамишвили, Ф. Н. Тавадзе, М. А. Курицкий, И. Д. Каджая. Сообщения АН ГССР, 75, № 2, 1974.



УДК 669.046.5

**МЕТАЛЛУРГИЯ**

Т. А. ЧУБИНИДЗЕ, А. Л. ОКЛЕИ, А. Г. ГАБИСИАНИ,  
 А. Ю. АРСЕНИШВИЛИ, Б. Г. МАРГИЕВ, Г. А. ГОНГАДЗЕ,  
 Н. Г. ГОНДЖИЛАШВИЛИ

**РАСКИСЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗА КОМПЛЕКСНЫМ СПЛАВОМ  
 КРЕМНИЙ-МАРГАНЕЦ-КАЛЬЦИЙ-БАРИЙ-АЛЮМИНИЙ-ТИТАН**

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 2.10.1975)

По технологии, разработанной Институтом металлургии АН ГССР, на Зестафонском заводе ферросплавов в рудовосстановительной электропечи был выплавлен комплексный сплав КМКБаАТ. В настоящей работе была поставлена задача изучить поведение кислорода и элемента-раскислителя при раскислении его сплавом КМКБаАТ, оценить интенсивность всплывания из жидкого металла образующихся продуктов раскисления и исследовать изменение природы неметаллических включений при выдержке жидкого железа в печи.

Состав применяемого сплава: кремний — 48,8%; марганец — 16,2%; алюминий — 5,7%; титан — 4,5%; кальций — 7,8%; барий — 8,1%; магний — до 1,0%; углерод — 0,30%; фосфор — 0,03%; остальное — железо.

Опытные плавки проводили в открытой индукционной печи с магнетитовым тиглем емкостью 12 кг. Металлической садкой служило технически чистое железо типа «армко». Металл раскисляли по двум вариантам: ферросилицием и ферромарганцем, а затем алюминием и титаном (вариант I) и сплавом КМКБаАТ (вариант II). Сплавы присаживали из расчета получения в металле 0,3% кремния и 0,5% марганца, а алюминий и титан — в количестве, эквивалентном их содержанию в сплаве КМКБаАТ.

В процессе выдержки систематически отбирали пробы, путем погружения в жидкий металл кварцевых пробирок. Перед раскислением металла отбирали одну пробу для определения содержания кислорода. В дальнейшем отбирали по две пробы для определения кислорода и оксидных включений. Концентрацию кислорода определяли глинземным методом и вакуум-плавлением на эксхалографе ЕА-1 фирмы «Балцерс». Состав неметаллических включений определяли микрохимическим методом. Для изучения природы включения применяли петрографический метод исследования выделенного электролизом осадка и параллельно металлографический метод на шлифах. В отдельных случаях включения дополнительно исследовали на электронном микронзонде типа МС-46 фирмы «Самеса». Результаты исследования сведены в таблицу. Как видно из полученных данных, различие в эффективности раскисления отчетливо выражается в характере изменения содержания кислорода в начальном этапе процесса. При сравнении продолжительности достижения минимального уровня кислорода становится очевидным преимущество раскисления металла сплавом КМКБаАТ.



Изменение содержания кислорода, элементов-раскислителей и оксидных включений по ходу раскисления  
(усредненные значения)

Вариант раскисления	Количество элемента-раскислителя, вводимого в металл	№ пр. металла	Момент отбора проб	Температура металла, °С	Содержание элементов, %					Химический состав оксидных включений, %					
					O	Si	Mn	Al	Ti	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	MnO	FeO	CaO
I	0,3% Si (Fe Si) + + 0,5% Mn (Fe Mn) + 0,035% Al + 0,027% Ti	0	До раскисления	1620	0,160	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		1	После добавки FeSi через 0,5 мин	—	0,130	0,30	—	—	—	76,7	4,4	—	2,3	12,3	0,9
		2	После добавки FeMn через 1,0 мин	1630	0,125	0,26	0,47	—	—	48,1	6,9	—	28,3	11,2	—
		3	После добавки Al через 1,5 мин	1640	0,085	0,24	0,47	0,004	—	28,1	54,9	—	6,1	7,3	—
		4	После добавки Ti через 2,0 мин	—	0,065	0,23	0,44	следы	0,004	22,1	39,4	26,7	5,3	6,5	—
		5	3,0 мин	1640	0,052	0,20	0,40	"	0,002	27,3	35,1	25,2	9,7	7,7	—
		6	5,0 мин	1630	0,041	0,14	0,31	"	следы	27,6	32,4	24,3	8,4	7,3	—
		7	9,0 мин	1630	0,040	0,10	0,28	"	"	28,4	27,7	25,6	10,5	9,8	—
8	13,0 мин	—	0,048	0,05	0,25	—	—	32,1	15,7	26,9	12,9	12,4	—		
II	0,3% Si + + 0,5% Mn + + 0,035% Al + 0,027% Ti (КМКБaAT + FeMn)	0	До раскисления	1630	0,175	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		1	После присадки сплава КМКБaAT и FeMn через 0,5 мин	—	0,068	0,33	0,50	0,009	0,008	6,5	50,3	19,2	2,7	4,1	17,2
		2	2,5 мин	1640	0,018	0,26	0,47	0,004	0,005	16,7	40,2	14,1	4,2	4,9	10,9
		3	4,5 мин	1650	0,017	0,19	0,41	следы	0,003	27,2	32,1	13,7	5,6	4,7	6,7
		4	7,0 мин	1630	0,015	0,14	0,34	"	следы	34,2	26,9	11,8	7,9	8,1	5,1
		5	10,0 мин	—	0,028	0,09	0,29	—	—	—	—	—	—	—	—
6	15,0 мин	1640	0,061	0,05	0,27	—	—	47,1	14,2	9,8	10,1	9,9	3,1		

Установленные различия между скоростями удаления кислорода из металла в начальные периоды раскисления определяются разницей в скоростях всплывания частиц первичных оксидных включений, образующихся вслед за добавкой раскислителей.

При раскислении металла ферросилицием и ферромарганцем образуются железомарганцовистые силикаты, которые, судя по скоростям снижения содержания кислорода на начальном этапе процесса раскисления, удаляются гораздо медленнее, чем мелкие тугоплавкие высокоглиноземистые частицы, образующиеся при введении в металл алюминия после ферросилиция и ферромарганца. Объясняя это явление, следует иметь в виду, что высокоглиноземистые частицы обладают значительно большим межфазным натяжением на границе со сталью, чем продукты раскисления марганцем и кремнием, что, по существующим представлениям, увеличивает скорость всплывания высокоглиноземистых частиц. Следует также отметить, что скорость перехода в основной шлак у высокоглиноземистых частиц больше, чем у силикатных.

Наибольшие скорости удаления из металла частиц первичных оксидных включений, образующихся вслед за добавкой раскислителей, наблюдаются при раскислении сплавом КМБаАТ, когда, наряду с высокоглиноземистыми частицами, образуются крупные гетерогенные глобулярные оксидные включения с высоким содержанием окислов кальция, алюминия, кремния, бария и титана. Очевидно, это можно объяснить увеличением раскислительной способности сплава, ускорением зарождения включений, меньшей степенью смачиваемости кальций и барийсодержащих включений сталью, высокой скоростью перехода их в шлак, способностью кальция и бария глобуляризировать и укрупнять включения, вызывать дополнительное перемешивание ванны, а следовательно, увеличивать вероятность столкновения и укрупнения образующихся окислов элементов сплава КМКБаАТ.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт металлургии

(Поступило 2.10.1975)

მეტალურგია

თ. ჩუბინიძე, ა. ოკლიძე, ა. ზაბინიანი, ა. არსენიშვილი, ზ. მარგანიძე, ზ. ლონღაძე, ბ. გონჯილაშვილი

რკინის განუხანგავ კომპლექსური კაჟბად-მარგანეც-კალციუმ-ბარიუმ-ალუმინ-ტიტანის შენადნობით

რ ე ზ ი უ მ ე

12 კგ-იან ინდუქციურ ლუმელში რკინის ფეროსილიციუმით, ფერომარგანეცით და ალუმინით (I ვარიანტი) და კაჟბად-მარგანეც-კალციუმ-ბარიუმ-ტიტან-ალუმინის შენადნობით (II ვარიანტი) განქანგვის დროს შესწავლილია არალითონური ჩანართების ამორტივტივების ინტენსივობა, განქანგვის პროდუქციების ხასიათი და თვისებების ცვლილება. დადგენილია, რომ რკინის II ვარიანტით განქანგვის დროს არალითონური ჩანართების ამორტივტივება შედარებით სწრაფად მიმდინარეობს, რაც აიხსნება არალითონური ჩანართების დიდი ზომით და მათი უკეთესი ზედაპირული თვისებებით.

T. A. CHUBINIDZE, A. L. OKLEY, A. G. GABISIANI, A. Yu. ARSENISHVILI,  
B. G. MARGIEV, G. A. GONGADZE, N. G. GONJILASHVILI

DEOXIDATION OF IRON BY A COMPLEX ALLOY OF SILICON-  
MANGANESE-CALCIUM-BARIUM-ALUMINIUM-TITANIUM

Summary

The process of intensive floating of non-metallic inclusions and the change of properties of deoxidation products during deoxidation of iron by ferrosilicon and ferromanganese and aluminium (variant) and silicon-manganese-calcium-barium-aluminium-titanium (variant 2) in a 12 kg inductive furnace was studied. Deoxidation of iron by variant 2 of the process of floating of non-metallic inclusions has been found to be relatively faster. This is explained by the large amount of non-metallic inclusions and by their better surface properties.

Г. Ш. КЕВАНИШВИЛИ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ  
 ФЛУКТУАЦИИ ТОЛЩИНЫ ОКИСНЫХ ПЛЕНОК НА  
 КОНТАКТИРУЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЯХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ  
 СКОЛЬЗЯЩИХ КОНТАКТОВ

(Представлено академиком Р. Р. Двали 3.10.1975)

Передача измерительной информации с вращающихся тел с помощью щеточно-кольцевых токосъемников сопровождается значительными помехами от флуктуаций контактного переходного сопротивления и контактной термо-э.д.с., вызванными в основном флуктуацией толщины окисных слоев на контактирующих поверхностях [1, 2].

С целью изучения контактной микрзоны и характера контактных помех, для изыскания путей максимального подавления последних, на основе сочетания законов сохранения энергии и материи было произведено математическое моделирование процессов, характеризующих контактную микрзону. Объектом исследований была выбрана окисная пленка на щетке.

Пусть вертикальная ось  $x$  координатной системы направлена вдоль оси щетки Щ, а начало координатной системы совпадает с плоскостью скольжения  $a$  (рис. 1).

Согласно закону сохранения энергии,

$$\frac{dq}{d\tau} = Q_0 - Q_\Delta \quad (1)$$

где  $q$  — тепловая энергия пленки  $B$ ;  $Q_0$  — поток тепловой энергии в сечении при  $x=0$ , т. е. на поверхности скольжения  $a$ ;  $Q_\Delta$  — поток тепловой энергии в сечении при  $x=\Delta$ , т. е. на поверхности раздела  $b$  между материалом щетки Щ и его окисной пленкой  $B$ .

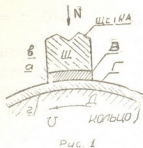
Тепловая энергия пленки  $B$  выражается зависимостью

$$q = \Delta S \rho C t, \quad (2)$$

где  $\Delta$  — толщина пленки;  $S$  — площадь поперечного сечения пленки;  $\rho$  и  $C$  — соответственно плотность и теплоемкость пленки;  $t$  — усредненная температура пленки.

Выражение потока тепловой энергии на поверхности скольжения, единственным источником которой является трение, имеет вид

$$Q_0 = K_1 I N v \mu(t) g 10^{-7}, \quad (3)$$



где  $K_1$  — доля тепла трения, отводимая в щетку;  $I$  — механический эквивалент тепла;  $N$  — нормальная сила нажатия щетки;  $v$  — линейная скорость скольжения;  $\mu(t)$  — коэффициент трения, зависящий от температуры;  $g$  — ускорение свободного падения.

Зависимость коэффициента трения от температуры можно аппроксимировать линейной функцией вида [1]

$$\mu(t) = \beta + \alpha t, \quad (4)$$

где  $\beta$  — значение коэффициента трения при  $t=20^\circ\text{C}$ ;  $\alpha$  — темп изменения коэффициента трения.

Допустив, что ввиду малости толщины  $\Delta$  пленка характеризуется усредненной температурой, что справедливо и для поверхности раздела  $b$ , можно перенести начало координат на эту плоскость и считать, что  $x=0$ . В таком случае поток тепловой энергии в этом сечении можно выразить зависимостью [3]

$$Q_\Delta = -\lambda_1 S \left. \frac{\partial \Theta(x, \tau)}{\partial x} \right|_{x=0}, \quad (5)$$

где  $\lambda_1$  — коэффициент теплопроводности материала щетки;  $\Theta(x, \tau) = t(x, \tau) - t_0$  — разность температур щетки в данном сечении и окружающей среды.

Для определения потока тепловой энергии  $Q_\Delta$  рассмотрим дифференциальное уравнение нестационарной теплопроводности щетки [3]:

$$\frac{\partial \Theta(x, \tau)}{\partial \tau} = a_1 \frac{\partial^2 \Theta(x, \tau)}{\partial x^2} - \frac{\xi l}{SC_1 \rho_1} \Theta(x, \tau) \quad (6)$$

со следующими краевыми условиями:  $\Theta(x, \tau) = 0$  при  $\tau = 0$ ,

$$\Theta(0, \tau) = F(\tau), \quad \Theta(\infty, \tau) = 0, \quad \frac{\partial \Theta(\infty, \tau)}{\partial x} = 0,$$

где  $a_1$  — коэффициент температуропроводности материала щетки;  $C$  и  $\rho_1$  — соответственно теплоемкость и плотность материала щетки;  $\xi$  — усредненный коэффициент теплообмена между щеткой и окружающей средой;  $l$  — периметр щетки.

Решив дифференциальное уравнение (6), получим [4]

$$Q_\Delta = \frac{S \sqrt{\lambda_1 \rho_1 C_1}}{\sqrt{\pi}} \exp \left\{ -\frac{\xi l}{C_1 \rho_1 S} \tau \right\} \frac{d}{d\tau} \int_0^\tau \frac{[t(\tau') - t_0]}{\sqrt{\tau - \tau'}} \times \\ \times \exp \left\{ \frac{\xi l}{C_1 \rho_1 S} \tau' \right\} d\tau', \quad (7)$$

где  $\tau$  — длительность процесса;  $\tau'$  — текущее время.

Учитывая (2), (3), (4), (6) и (7), уравнение (1) можно переписать в виде

$$\frac{d(t, \Delta)}{d\tau} = K_2 \frac{N v g}{C \rho S} (\beta + \alpha t) - \frac{\sqrt{\lambda_1 \rho_1 C_1}}{\sqrt{\pi} \rho C} \exp \left\{ -\frac{\xi l}{C_1 \rho_1 S} \tau \right\} \times$$

$$\times \frac{d}{d\tau} \int_0^{\tau} \frac{[t(\tau') - t_0]}{\sqrt{\tau - \tau'}} \exp \left\{ \frac{\xi l}{C_1 \rho_1 S} \tau' \right\} d\tau', \quad (8)$$

где  $K_2 = K_1 I 10^{-7}$  — коэффициент пропорциональности.

Согласно закону сохранения материи,

$$\frac{dm}{d\tau} = v_{\Delta} - v_0, \quad (9)$$

где  $m$  — масса окисной пленки;  $v_{\Delta}$  — скорость восстановления, образования пленочного материала окислением;  $v_0$  — скорость расхода пленочного материала. Масса окисной пленки определяется выражением

$$m = \Delta S \rho. \quad (10)$$

Аппроксимируя экспериментальную кривую износа, приведенную в [1], можно написать

$$v_0 = K_3 S \rho e^{-at}, \quad (11)$$

где  $K_3$  — коэффициент пропорциональности;  $a$  — постоянный коэффициент, характеризующий скорость износа меднографитовой щетки.

Скорость образования окисной пленки можно выразить уравнением [5]

$$v_{\Delta} = K_4 t^n \Delta^{(bt^2 - dt - p)} S \rho, \quad (12)$$

где  $K_4$  — коэффициент пропорциональности;  $n$ ,  $b$ ,  $d$ ,  $p$  — постоянные коэффициенты, характеризующие скорость образования окисной пленки.

Подставляя (10), (11), (12) в (9), получаем

$$\frac{d\Delta}{d\tau} = K_4 t^n \Delta^{(bt^2 - dt - p)} - K_3 e^{-at}. \quad (13)$$

Выражения (8) и (13) составляют систему интегро-дифференциальных уравнений, из которой при учете начальных условий  $t(0) = t_0$  и  $\Delta(0) = \Delta_0$  для любого момента времени можно найти искомые величины и характер изменений  $t(\tau)$  и  $\Delta(\tau)$ .

Полученная система уравнений была решена на ЭЦВМ М-222.

Результаты математического моделирования, наряду с подтверждением наличия флуктуации толщины окисных пленок на контактных поверхностях дали возможность изучить их характер и, следовательно, характер контактных помех.

Полученные теоретические результаты в сочетании с экспериментальными создали предпосылку для разработки метода и средств неискаженного вывода измерительной информации с вращающихся тел [2, 6].

Тбилисский филиал ВНИИМа  
им. Д. И. Менделеева

(Поступило 9.10.1975)

## ბ. ჰიპოთეზები

ბაზოზში მოსრიალე კონტაქტის საკონტაქტო ზედაპირებზე ჟანგის ფორმირების სისქის ფლუქტუაციის მოვლენის მათემატიკური მოდელირება

## რეზიუმე

ენერჯის და მატერიის მუდმივობის კანონების საფუძველზე მოცემულია კონტაქტურ მიკროზონაში მიმდინარე პროცესების მათემატიკური მოდელირება და დამტკიცებულია მოსრიალე კონტაქტის საკონტაქტო ზედაპირებზე ჟანგის ფორმირების სისქის ფლუქტუაციის არსებობა. მიღებული შედეგები კარგად ეთანაბრებიან ექსპერიმენტის მონაცემებს და წარმოადგენენ საფუძველს კონტაქტური ხმაურის ხასიათის შესასწავლად.

## MACHINE BUILDING SCIENCE

G. Sh. KEVANISHVILI

MATHEMATICAL MODELLING OF THE FLUCTUATION PHENOMENON OF THE OXIDATION FILM THICKNESS ON THE CONTACTING SURFACES OF MEASURING SLIDING CONTACTS

## Summary

Mathematical modelling of the processes occurring in the contact microzone has been carried out on the basis of the combination of the laws of conservation of energy and matter, and the existence of fluctuation of the oxidation film thickness on the contacting surfaces of sliding contact is proved. The obtained results are in good agreement with the experimental data, providing the basis for studying the character of contact interference.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. П. Зедгинидзе. Измерение температуры вращающихся деталей машин. М., 1962.
2. Г. П. Зедгинидзе, Г. Ш. Кеванишвили. Труды метрологических институтов СССР, вып. 160 (220), 1974.
3. А. В. Лыков. Теория теплопроводности. М., 1952.
4. Р. Курант, Д. Гильберт. Методы математической физики, т. I, II, М.—Л., 1951.
5. П. Д. Данков, О. В. Игнатов, Н. А. Шишаков. Электроннографические исследования окисных и гидроокисных пленок на металлах. М., 1953.
6. Г. Ш. Кеванишвили, Г. П. Зедгинидзе. Техническая информация, № 17. Тбилиси, 1974.



МАШИНОВЕДЕНИЕ

Р. Ш. ВАРСИМАШВИЛИ

**ПОДРЕЗАНИЕ ЗУБЦОВ НЕКРУГЛЫХ КОНИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС, ОБРАЗУЕМЫХ ПРИ ДВУХПАРАМЕТРИЧЕСКОМ ОГИБАНИИ**

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Я. Шхвацабая 10.10.1975)

Во избежание появления узловых точек на производящей поверхности при двухпараметрическом огибании должно быть соблюдено условие [1]

$$\begin{vmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial \theta} & \frac{\partial f_1}{\partial \zeta} & \frac{\partial f_1}{\partial \psi} & \frac{d\psi}{dt} & \frac{\partial f_1}{\partial \varphi_1} & \frac{d\varphi_1}{dt} \\ \frac{\partial f_2}{\partial \theta} & \frac{\partial f_2}{\partial \zeta} & \frac{\partial f_2}{\partial \psi} & \frac{d\psi}{dt} & \frac{\partial f_2}{\partial \varphi_1} & \frac{d\varphi_1}{dt} \\ \frac{\partial x_1}{\partial \theta} & \frac{\partial x_1}{\partial \zeta} & v_{x1}^{(12, \psi)} & & v_{x1}^{(12, \varphi_1)} & \\ \frac{\partial z_1}{\partial \theta} & \frac{\partial z_1}{\partial \zeta} & v_{z1}^{(12, \psi)} & & v_{z1}^{(12, \varphi_1)} & \end{vmatrix} = 0, \quad (1)$$

где

$$f_1(r, \theta, \varphi_1, \psi) = 0, \quad (2) \quad f_2(r, \theta, \varphi_1, \psi) = 0 \quad (3)$$

— уравнения зацепления соответственно при  $\varphi_1 = \text{const}$  и  $\psi = \text{const}$ ;

$$\bar{r}_1 = r \cos(\theta + \zeta) \bar{i}_1 + r \sin(\theta + \zeta) \bar{j}_1 + p \zeta \bar{k}_1 \quad (4)$$

— уравнение производящей поверхности в системе координат, связанной с производящей поверхностью;  $\varphi_1, \psi$  — параметры огибания;  $\theta, \zeta$  — параметры производящей поверхности;  $p$  — винтовой параметр;  $v_{x1}^{(12, \psi)}, v_{z1}^{(12, \psi)}$  — проекции относительной скорости при  $\psi = \text{const}$ ;  $v_{x1}^{(12, \varphi_1)}, v_{z1}^{(12, \varphi_1)}$  — проекции относительной скорости при  $\varphi_1 = \text{const}$ .

Определим координаты граничной линии для некруглых конических зубчатых колес, образуемых при двухпараметрическом огибании.

Найдем элементы определителя (1). Проекция относительной скорости определяются выражениями [2]

$$v_{x1}^{(12, \psi)} = \sin \varphi_1 \sin \gamma \frac{d\psi}{dt}, \quad (5) \quad v_{z1}^{(12, \psi)} = \cos \gamma \frac{d\psi}{dt}, \quad (6)$$

$$v_{x1}^{(12, \varphi_1)} = -p \zeta \cos \varphi_1 \cos \theta_2 \sin \gamma \frac{d\varphi_2}{dt} - p \zeta \cos \varphi_1 \cos \gamma \frac{d\theta_2}{dt} - r \sin C \frac{d\varphi_1}{dt} +$$



$$\begin{aligned}
 & + r \cos \theta_2 \cos \gamma \sin C \frac{d\varphi_2}{dt} + \psi \cos \varphi_1 \cos \theta_2 \cos \gamma \sin \gamma \frac{d\varphi_2}{dt} - \\
 & - r \sin \gamma \sin C \frac{d\theta_2}{dt} - \psi \cos \varphi_1 \sin^2 \gamma \frac{d\theta_2}{dt} - r_\partial \sin \varphi_1 \cos \theta_2 \cos \gamma \frac{d\varphi_2}{dt} + \\
 & + r_\partial \sin \varphi_1 \sin \gamma \frac{d\theta_2}{dt} - p \zeta \sin \varphi_1 \sin \theta_2 \frac{p\varphi_2}{dt}, \quad (7)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 v_{z_1}^{(12, \varphi_1)} = r \sin \theta_2 \sin B \frac{d\varphi_2}{dt} + \psi \sin \theta_2 \sin \gamma \frac{d\varphi_2}{dt} + r \cos \theta_2 \sin \gamma \cos B \frac{d\varphi_2}{dt} + \\
 + r_\partial \cos \theta_2 \sin \gamma \frac{d\varphi_2}{dt} + r \cos \gamma \cos B \frac{d\theta_2}{dt} + r_\partial \cos \gamma \frac{d\theta_2}{dt}, \quad (8)
 \end{aligned}$$

где  $\gamma$  — угол скрещивания осей;  $\theta_2$  — угол между осью вращения колеса и образующей некруглого конуса;  $r_\partial$  — радиус делительной окружности червячной фрезы;  $B = \theta + \zeta + \varphi_1$ ,  $C = \theta + \zeta$ .

Используя уравнение производящей поверхности (4) и уравнения зацепления [2], производные, входящие в определитель (1), запишем в виде

$$\frac{\partial x_1}{\partial \theta} = \frac{dr}{d\theta} \cos C - r \sin C, \quad (9) \quad \frac{\partial x_1}{\partial \zeta} = -r \sin C, \quad (10)$$

$$\frac{\partial z_1}{\partial \theta} = 0, \quad (11) \quad \frac{\partial z_1}{\partial \zeta} = p, \quad (12)$$

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial f_1}{\partial \theta} = \frac{d\varphi_2}{d\varphi_1} \left[ \psi p \cos \theta_2 \cos \gamma \sin \gamma \cos A \left( 1 + \frac{d\mu}{d\theta} \right) - \right. \\
 - r_\partial p \cos \theta_2 \cos \gamma \sin A \left( 1 + \frac{d\mu}{d\theta} \right) - p^2 \zeta \cos \theta_2 \sin \gamma \cos A \left( 1 + \frac{d\mu}{d\theta} \right) - \\
 - p^2 \zeta \sin \theta_2 \sin A \left( 1 + \frac{d\mu}{d\theta} \right) + p \cos \theta_2 \cos \gamma \cos \mu \frac{dr}{d\theta} - \\
 - rp \cos \theta_2 \cos \gamma \sin \mu \frac{d\mu}{d\theta} + 2r \cos \mu \sin \theta_2 \sin B \frac{dr}{d\theta} - \\
 - r^2 \sin \mu \sin \theta_2 \sin B \frac{d\mu}{d\theta} + \psi \cos \mu \sin \theta_2 \sin \gamma \frac{dr}{d\theta} - \\
 - \psi r \sin \mu \sin \theta_2 \sin \gamma \frac{d\mu}{d\theta} + 2r \cos \mu \cos \theta_2 \sin \gamma \cos B \frac{dr}{d\theta} - \\
 - r^2 \sin \mu \cos \theta_2 \sin \gamma \cos B \frac{d\mu}{d\theta} + r_\partial \cos \mu \cos \theta_2 \sin \gamma \frac{dr}{d\theta} - \\
 \left. - r_\partial r \sin \mu \cos \theta_2 \sin \gamma \frac{d\mu}{d\theta} \right] + \frac{d\theta_2}{d\varphi_1} \left[ r_\partial \cos \mu \cos \gamma \frac{dr}{d\theta} - \right. \\
 - r_\partial r \sin \mu \cos \gamma \frac{d\mu}{d\theta} + 2r \cos \mu \cos \gamma \cos B \frac{dr}{d\theta} - \\
 \left. - r^2 \sin \mu \cos \gamma \cos B \frac{d\mu}{d\theta} - \psi p \sin^2 \gamma \cos A \left( 1 + \frac{d\mu}{d\theta} \right) + \right.
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 &+ r_{\partial} p \sin \gamma \sin A \left( 1 + \frac{d\mu}{d\theta} \right) - p^2 \zeta \cos \gamma \cos A \left( 1 + \frac{d\mu}{d\theta} \right) - \\
 &- p \sin \gamma \cos \mu \frac{dr}{d\theta} + r p \sin \gamma \sin \mu \frac{d\mu}{d\theta} \Big] - p \cos \mu \frac{dr}{d\theta} + \\
 &+ r p \sin \mu \frac{d\mu}{d\theta}, \tag{13}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial f_1}{\partial \zeta} = \frac{d\varphi_2}{d\varphi_1} &(\psi p \cos \theta_2 \cos \gamma \sin \gamma \cos A - r_{\partial} p \cos \theta_2 \cos \gamma \sin A - p^2 \cos \theta_2 \sin \gamma \sin A - \\
 &- p^2 \zeta \cos \theta_2 \sin \gamma \cos A + p^2 \sin \theta_2 \cos A - p^2 \zeta \sin \theta_2 \sin A + r^2 \cos \mu \sin \theta_2 \cos B - \\
 &- r^2 \cos \mu \cos \theta_2 \sin \gamma \sin B) + \frac{d\theta_2}{d\varphi_1} (-r^2 \cos \mu \cos \gamma \sin B - \psi p \sin^2 \gamma \cos A + \\
 &+ r_{\partial} p \sin \gamma \sin A - p^2 \zeta \cos \gamma \cos A - p^2 \cos \gamma \sin A), \tag{14}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial f_1}{\partial \psi} = \frac{d\varphi_2}{d\varphi_1} &(p \cos \theta_2 \cos \gamma \sin \gamma \sin A + r \cos \mu \sin \theta_2 \sin \gamma) - \\
 &- p \sin^2 \gamma \sin A \frac{d\theta_2}{d\varphi_1}, \tag{15}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial f_1}{\partial \varphi_1} = \frac{d^2 \varphi_2}{d\varphi_1^2} &(\psi p \cos \theta_2 \cos \gamma \sin \gamma \sin A + r_{\partial} p \cos \theta_2 \cos \gamma \cos A - \\
 &- p^2 \zeta \cos \theta_2 \sin \gamma \sin A + p^2 \zeta \sin \theta_2 \cos A + r p \cos \theta_2 \cos \gamma \cos \mu + \\
 &+ r^2 \cos \mu \sin \theta_2 \sin B + \psi r \cos \mu \sin \theta_2 \sin \gamma + r^2 \cos \mu \cos \theta_2 \sin \gamma \cos B + \\
 &+ r_{\partial} r \cos \mu \cos \theta_2 \sin \gamma) + \frac{d\varphi_2}{p\varphi_1} (\psi p \cos \theta_2 \cos \gamma \sin \gamma \cos A - \\
 &- r_{\partial} p \cos \theta_2 \cos \gamma \sin A - p^2 \zeta \cos \theta_2 \sin \gamma \cos A - p^2 \zeta \sin \theta_2 \sin A + \\
 &+ r^2 \cos \mu \sin \theta_2 \cos B - r^2 \cos \mu \cos \theta_2 \sin \gamma \sin B) + \frac{d^2 \theta_2}{d\varphi_1^2} (r_{\partial} r \cos \mu \cos \gamma + \\
 &+ r^2 \cos \mu \cos \gamma \cos B - \psi p \sin^2 \gamma \sin A - r_{\partial} p \sin \gamma \cos A - \\
 &- p^2 \zeta \cos \gamma \sin A - r p \sin \gamma \cos \mu) + \frac{d\theta_2}{d\varphi_1} (-r^2 \cos \mu \cos \gamma \sin B - \\
 &- \psi p \sin^2 \gamma \cos A + r_{\partial} p \sin \gamma \sin A - p^2 \zeta \cos \gamma A), \tag{16}
 \end{aligned}$$

$$\frac{\partial f_2}{\partial \theta} = \cos \mu \operatorname{ctg} \gamma \frac{dr}{d\theta} - r \sin \mu \operatorname{ctg} \gamma \frac{d\mu}{d\theta} + p \sin A \left( 1 + \frac{p\mu}{d\theta} \right), \tag{17}$$

$$\frac{\partial f_2}{\partial \zeta} = p \sin A, \tag{18} \qquad \frac{\partial f_2}{\partial \varphi_1} = p \sin A, \tag{19}$$

$$\frac{\partial f_2}{\partial \psi} = 0, \tag{20}$$

где

$$A = \theta + \zeta + \mu + \varphi_1; \quad \mu = \operatorname{arctg} \left( r: \frac{dr}{d\theta} \right); \quad \frac{d\mu}{d\theta} = \frac{r}{\rho \sin \mu} - 1;$$

$\rho$ —радиус кривизны торцового профиля червяка.

Значения производных  $\frac{d\varphi_2}{d\varphi_1}$ ,  $\frac{d\theta_2}{d\varphi_1}$ ,  $\frac{d^2\varphi_2}{d\varphi_1^2}$ ,  $\frac{d^2\theta_2}{d\varphi_1^2}$  определяются по [3].

Подставив значения (5)–(20) в определитель (1) и раскрыв его, найдем зависимость вида

$$f_3(r, \theta, \varphi_1, \psi) = 0. \quad (21)$$

Рассмотрев совместно (21) и уравнения зацепления (2), (3) [2], определим значения  $\theta, \zeta$ . Подставив их в уравнение производящей поверхности (4), найдем уравнение линии, которой должна быть ограничена производящая поверхность во избежание подрезания зубцов некруглых конических зубчатых колес, образуемых двухпараметрическим огибанием.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 23.10.1975)

მანქანათმშენებლობა

რ. ვარსიმაშვილი

ორპარამეტრიანი მოვლებით დამზადებული არამრგვალი კონუსური კბილანების კბილების შემზრ

რეზიუმე

შესწავლილია ორპარამეტრიანი მოვლებით დამზადებული არამრგვალი კონუსური კბილანების კბილების შეჭრის საკითხი. მიღებული განტოლებების ერთდროული ამოხსნა გვაძლევს ზღვრულ წირს, რომლითაც უნდა იქნეს შეზღუდული მჭრელი იარაღის ზომები კბილების შეჭრის თავიდან აცილების მიზნით.

MACHINE BUILDING SCIENCE

R. Sh. VARSIMASHVILI

## UNDERCUTTING OF THE TEETH OF NONCIRCULAR CONIC WHEELS FORMED AT TWO-PARAMETRIC ENVELOPING

### Summary

The problem of undercutting of the teeth of noncircular conic wheels formed at two-parametric enveloping has been investigated.

The equations of gearing and undercutting have been obtained, the combined solution of which gives a boundary curve to which the generation surface must be limited in order to avoid the undercutting of teeth.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ф. Л. Литвин. Теория зубчатых зацеплений. М., 1968.
2. Р. Ш. Варсимашвили. Сообщения АН СССР 75, № 2, 1974.
3. Ф. Л. Литвин, Г. А. Лившиц. Машиноведение, № 1, 1968.

Д. С. ТАВХЕЛИДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР), Н. С. ДАВИТАШВИЛИ

### ПРОЕКТИРОВАНИЕ СФЕРИЧЕСКОГО ЧЕТЫРЕХЗВЕННОГО ШАРНИРНОГО МЕХАНИЗМА ПО ЗАДАНЫМ ПОЛОЖЕНИЯМ ЗВЕНЬЕВ

Рассмотрим сферический четырехзвенный шарнирный механизм  $ABCD$  (рис. 1) и задачу его проектирования по заданным положениям звеньев.

Для упрощения задачи предположим, что звено  $l_1$  совпадает с направлением экватора  $A_1AA_1$ , тогда при заданной длине звеньев, т. е. при  $AD = l_1$ ,  $AB = l_2$ ,  $BC = l_3$ ,  $CD = l_4$ , всякому заданному значению  $\varphi$  угла  $\varphi$  соответствуют вполне определенные значения  $\psi$  угла  $\psi$ . В этом случае параметры механизма, подлежащие определению,  $-d, l, r$  соответственно равны

$$\frac{\sin l_2}{\sin l_1} = i; \quad \frac{\sin l_1}{\sin l_2} = d;$$

$$\frac{\sin l_3}{\sin l_2} = l; \quad \frac{\sin l_4}{\sin l_1} = r. \quad (1)$$

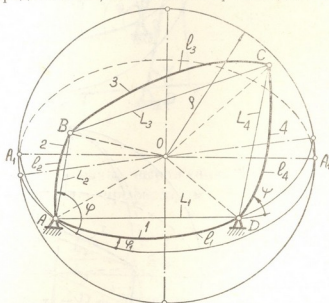


Рис. 1

Следовательно, при заданном положении звена  $AB$  (рис. 2) с углами  $\varphi_1, \varphi_2$  и  $\varphi_3$ , а также звена  $CD$  с углами  $\psi_1, \psi_2$  и  $\psi_3$  всегда могут быть определены параметры  $d, l$  и  $r$ .

Обозначим стороны шарнирного четырехзвенника (рис. 3) через  $i, l, r$  и  $d$ .

Рассматривая сферические треугольники  $ABE, ABF, BEF, DCK, CFK$  и сферическое расстояние  $KF$ , получаем систему уравнений [1]

$$\sin r \cos \psi_i [(1/2 \sin d \sin^3 i \cos l \sin 2 \varphi_i \sin \varphi_i + \sin^2 i \cos i \cos l \cos d \sin^2 \varphi_i - \cos l \cos d \cos i - \sin i \sin d \cos l \cos \varphi_i) + (\sin l \sin i \cos d \cos \varphi_i - \sin d \sin l \cos i) \cos \alpha_i + (\sin^2 \alpha_i - \sin^2 i \sin^2 \varphi_i)^{1/2} (1/2 \sin^2 i \sin l \sin d \cdot \sin 2 \varphi_i + \sin i \sin l \cos i \cos d \sin \varphi_i)] = \sin d \cos i \cos l \cos r + (1/2 \sin^3 i \cos l \cos d \cos r \sin 2 \varphi_i \sin \varphi_i - \sin i \cos l \cos d \cos r \cos \varphi_i -$$

$$\begin{aligned}
 & - \sin d \sin^2 i \cos i \cos l \cos r \sin^2 \varphi_i) - (\sin l \cos i \cos d \cos r + \sin i \sin l \cdot \\
 & \cdot \sin d \cos r \cos \varphi_i) \cos \alpha_i + (\sin^2 \alpha_i - \sin^2 i \sin^2 \varphi_i)^{1/2} (1/2 \sin^2 i \sin l \cdot \\
 & \cdot \cos d \cos r \sin 2 \varphi_i - \sin i \sin l \sin d \cos i \cos r \sin \varphi_i), \\
 & \sin r \sin \psi_i = \sin l (\sin^2 \alpha_i - \sin^2 i \sin^2 \varphi_i)^{1/2} + \sin i \cos l \sin \varphi_i.
 \end{aligned} \quad (2)$$

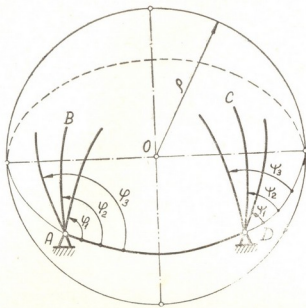


Рис. 2

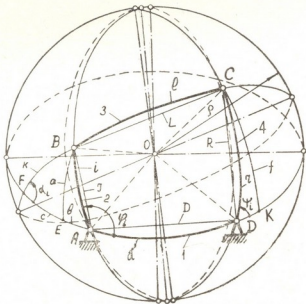


Рис. 3

Преобразуя систему уравнений (2), напомним

$$\begin{aligned}
 & [\sin^2 l (1 - \sin^2 i \sin^2 \varphi_i) - (\sin r \sin \psi_i - \sin i \cos l \sin \varphi_i)^2] [\sin i \cos d \cos \varphi_i - \\
 & - \sin d \cos i] \sin r \cos \varphi_i + (\cos i \cos d \cos r + \sin i \sin d \cos r \cos \varphi_i)^2 = \\
 & = [\sin d \cos i \cos l \cos r + (1/2 \sin^2 i \cos l \cos d \cos r \sin 2 \varphi_i \sin \varphi_i - \\
 & - \sin i \cos l \cos d \cos r \cos \varphi_i - \sin d \sin^2 i \cos i \cos l \cos r \sin^2 \varphi_i) - \\
 & - \sin r \cos \psi_i [(1/2 \sin d \sin^2 i \cos l \sin 2 \varphi_i \sin \varphi_i + \sin^2 i \cos i \cos l \cdot \\
 & \cdot \cos d \sin^2 \varphi_i - \cos l \cos d \cos i - \sin i \sin d \cos l \cos \varphi_i) +
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 & + (\sin r \sin \varphi_i - \sin i \cos l \sin \varphi_i) (1/2 \sin^2 i \sin d \sin 2 \varphi_i + \\
 & + \sin i \cos i \cos d \sin 2 \varphi_i)] + (\sin r \sin \varphi_i - \sin i \cos l \sin \varphi_i) \cdot \\
 & \cdot (1/2 \sin^2 i \cos d \cos r \sin 2 \varphi_i - \sin i \sin d \cos i \cos r \sin \varphi_i))^2. \quad (3)
 \end{aligned}$$

Если подставим в уравнение (3) заданные значения углов  $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$  и  $\psi_1, \psi_2, \psi_3$ , то получим три уравнения. При совместном решении этих уравнений будут найдены искомые параметры  $d, l$  и  $r$ .

Если сферические расстояния выразить радиусом сферы  $\rho$  и соответствующими хордами, тогда при  $\rho \rightarrow \infty$  как частный случай получатся формулы, с помощью которых можно провести синтез аналогичного плоского четырехзвельника (рис. 4).

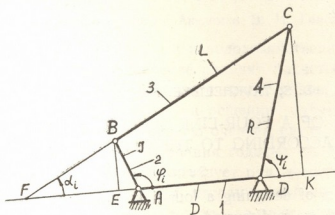


Рис. 4

В этом частном случае вышеполученные выражения (1)–(3) примут известный вид, который приводится профессором Н. И. Левицким [2]:

$$\frac{L_2}{L_2} = J; \quad \frac{L_1}{L_2} = D; \quad \frac{L_3}{L_2} = L; \quad \frac{L_4}{L_2} = R; \quad (1')$$

$$J \cos \varphi_i + L \cos \alpha_i = D + R \cos \psi_i; \quad (2')$$

$$R \sin \psi_i = L \sin \alpha_i + J \sin \varphi_i.$$

$$2 D \cos \varphi_i = D^2 + R^2 + 1 - L^2 + 2 DR \cos \psi_i - 2 R \cos (\psi_i - \varphi_i). \quad (3')$$

Таким образом, решена задача проектирования сферического четырехзвельного шарнирного механизма по заданным положениям звеньев.

Данное решение задачи проектирования сферического четырехзвельника носит общий характер. Из выражений для решений указанной задачи в виде частного случая получаются формулы, при помощи которых можно провести кинематическое проектирование плоского четырехзвельного шарнирного механизма.

Грузинский политехнический институт им. В. И. Ленина

Тбилисский филиал ВНИИМа им. Д. И. Менделеева

(Поступило 13.11.1975)



დ. თავხელიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი), ნ. დავითაშვილი

სფერული ოთხბრკოლა სახსრიანი მექანიზმის დაგეგმარება რბოლების  
მოცემული მდებარეობების მიხედვით

რეზიუმე

შრომში მოცემულია სფერული ოთხბრკოლა სახსრიანი მექანიზმის დაგეგმარების ამოცანის გადაწყვეტა რბოლების მოცემული მდებარეობის მიხედვით, რომლისათვისაც მიღებული გამოსახულებები ზოგად ხასიათს ატარებს და გამოიყენება როგორც სფერული, ისე ბრტყელი ოთხბრკოლა სახსრიანი მექანიზმებისათვის.

MACHINE BUILDING SCIENCE

D. S. TAVKHELIDZE, N. S. DAVITASHVILI

## THE DESIGN OF A FOUR-LINK SPHERICAL HINGED MECHANISM ACCORDING TO THE GIVEN POSITIONS

Summary

The problem of designing a four-link spherical mechanism according to the given position is discussed.

The results obtained are of general character and can be used in designing both spherical and four-link plane hinged mechanisms.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. С. Тавхелидзе, Н. В. Демуришвили, Н. С. Давиташвили. Сообщения АН ГССР, 76, № 2, 1974.
2. Н. И. Левитский. Проектирование плоских механизмов с низшими парами. М., 1950.



А. Ш. КВИТРАДЗЕ

## ПОСТРОЕНИЕ СТОХАСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РЕЧНОГО СТОКА МЕТОДОМ ИТЕРАЦИИ ДЛЯ ВОДНОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСЧЕТОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Н. Гомелаури 4.6.1975)

В области водноэнергетического и водохозяйственного проектирования все более широкое применение находят расчеты, выполняемые на основании искусственных гидрологических рядов, смоделированных методом Монте-Карло [1, 2]. При решении задач многолетнего регулирования речного стока в первую очередь следует выбирать математические модели процесса колебания годовых величин стока (или среднегодовых расходов воды). Существует ряд методов установления таких моделей. Здесь предлагается итерационный метод, заключающийся в постепенном усложнении модели до получения желаемых результатов (по заданному критерию). При этом, если оказывается, что несколько моделей с приблизительно с одинаковой степенью точности описывает процесс стока, то следует выбирать самую простую из них.

1. Выбор модели. Ряд наблюдаемых среднегодовых расходов воды  $Q_i$ ,  $i=1,2,\dots,n$ , может быть представлен в виде суммы

$$Q_i = Q_i^{(0)} + \varphi_i, \quad (1)$$

где  $Q_i^{(0)}$  — стационарный случайный процесс; а  $\varphi_i = E\{Q_i\}$  — циклическая составляющая, содержащая несколько (скажем,  $m$ ) гармоник и имеющая вид

$$E\{Q_i\} = A_0 + A_1 \cos(\omega_1 i + \Theta_1) + \dots + A_m \cos(\omega_m i + \Theta_m). \quad (2)$$

Здесь  $\omega_1 = \frac{2\pi}{T_1}, \dots, \omega_m = \frac{2\pi}{T_m}$  — частоты колебаний;  $T_1, \dots, T_m$  — соответствующие периоды колебаний;  $\Theta_1, \dots, \Theta_m$  — фазы и  $A_1, \dots, A_m$  — амплитуды колебаний.

Решение задачи начнем с простейшей гипотезы: 1) случайный процесс  $Q_i$  является последовательностью одинаково распределенных независимых случайных величин с постоянным средним  $E\{Q_i\} = A_0$ .

В случае опровержения этой гипотезы переходим к следующей гипотезе: 1 а) процесс  $Q_i$  является суммой процесса, определенного в 1), и периодического составляющего  $A_1 \cos(\omega_1 i + \Theta_1)$ . Итак, последовательно в качестве второго слагаемого проверяем  $A_2 \cos(\omega_2 i + \Theta_2)$  (гипотеза 1 б) и  $A_3 \cos(\omega_3 i + \Theta_3)$  (гипотеза 1 с), а затем их комбинации, т. е. гипо-





тезы: 1 ab), 1 ac), 1 bc) и, наконец, 1 abc). В последнем случае, например, циклическое составляющее имеет вид

$$A_1 \cos(\omega_1 i + \Theta_1) + A_2 \cos(\omega_2 i + \Theta_2) + A_3 \cos(\omega_3 i + \Theta_3). \quad (3)$$

Предположим, что все перечисленные гипотезы опровергаются. Тогда последовательно проверяются следующие гипотезы: 2) процесс  $Q_i$  — линейная авторегрессия первого порядка с  $E\{Q_i\} = A_0$ ; 2 а) процесс  $Q_i$  — сумма двух слагаемых процесса 2) и периодического слагаемого  $A_1 \cos(\omega_1 i + \Theta_1)$ . Затем последовательно проверяются гипотезы 2 б), 2 с), 2 ab), 2 ac), 2 bc) и 2 abc). В последнем варианте циклическое слагаемое имеет вид (3).

В случае отрицательного ответа модель постепенно усложняется. Так, повышая порядок авторегрессии, мы вправе считать, что при некотором ее порядке гипотеза будет принята, поскольку процессы авторегрессии сколь угодно близко аппроксимируют очень широкий класс стационарных процессов. В некоторых особых случаях может оказаться целесообразным рассмотрение смешанного процесса авторегрессии и скользящего среднего [3].

II. Оценка характеристик модели. В качестве оценки ковариационной функции  $B_\tau$  процесса  $Q_i$  примем эмпирическую функцию [4]

$$b_\tau = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n-\tau} \left[ Q_i - \frac{1}{n} \sum_{s=1}^n Q_s \right] \left[ Q_{i+\tau} - \frac{1}{n} \sum_{s=1}^n Q_s \right], \quad (4)$$

$$\tau = 0, 1, \dots, n-1.$$

Здесь вместо обычно применяемого множителя  $\frac{1}{n-\tau}$  имеем множитель  $\frac{1}{n}$ , что уменьшает сравнительно малонадежные значения коэффициентов корреляции при увеличении  $\tau$ .

Для оценки корреляционной функции  $R_\tau = B_\tau / B_0$  воспользуемся известной эмпирической формулой  $r_\tau = b_\tau / b_0$ .

Для вычисления периодограммы  $I(\omega)$  удобно применять формулу Шустера, а амплитуды и фазы колебаний могут быть определены с помощью зависимостей

$$A_h = \sqrt{a_h^2 + b_h^2}, \quad \Theta_h = \text{arctg} \left( -\frac{b_h}{a_h} \right), \quad (5)$$

где коэффициенты  $a_1, \dots, a_m$  и  $b_1, \dots, b_m$  вычисляются методом наименьших квадратов. Этим же методом определяются параметры авторегрессии. Например, в случае авторегрессии первого порядка имеем

$$Q_i - r_1 Q_{i-1} = Z_i, \quad (6)$$

где  $Z_i$  — белый шум, а  $r_1$  — коэффициент корреляции между смежными членами ряда  $Q_i$ .

III. Диагностическая проверка модели. Она в конце концов сводится к проверке гипотезы о том, что некоторая остаточная последовательность  $Z_t$  является белым шумом. Одним из методов такой проверки является построение доверительного интервала для корреляционной функции. Другой метод предусматривает построение доверительных интервалов для нормированной эмпирической спектральной функции [4].

После выбора подходящей модели годового стока методом Монте-Карло моделируется очень длинный гидрологический ряд ( $n = 1000 - 10000$ ) или ансамбль коротких рядов. Внутригодовое распределение стока может быть произведено методом фрагментов [1]. Полученные ряды далее используются для проведения водноэнергетических или воднохозяйственных расчетов любой сложности, в частности для выбора параметров проектируемых объектов, решения оптимизационных задач эксплуатации и др.

По предлагаемому итерационному методу составлена программа и выполнены расчеты на ЭВМ по ряду рек.

ГрузНИИ энергетики  
и гидротехнических сооружений

(Поступило 12.6.1975)

ინჟინერობა

ა. კვინტრადე

იტერაციის მეთოდით მდინარის ჩამონადენის სტოქასტური მოდელის აგება ჰიდროენერგეტიკული და წყალსამეურნეო ანგარიშებისათვის

რეზიუმე

ჰიდროენერგეტიკული და წყალსამეურნეო ანგარიშების დროს ფართოდ გამოიყენება ხელოვნური ჰიდროლოგიური რიგები, რომლებიც მონტე-კარლოს მეთოდით მოდელირდება. ნაშრომში მოცემულია იტერაციული მეთოდი, იგი იივალისწინებს სხვადასხვა მოდელის განხილვას უმარტივესიდან უფრო რთულისაკენ, მანამ, ვიდრე არ იქნება მიღებული სასურველი შედეგი. საშუალოწლიური ხარჯების დაკვირვებული რიგი განხილულია როგორც ჯამი სტაციონარული და ციკლური მდგენელებისა. ამოცანის გადაწყვეტა სამ ეტაპად ხდება: მოდელის შერჩევა, მახასიათებლების დადგენა და დიაგნოსტიკური შემოწმება.

POWER ENGINEERING

A. Sh. KVINTRADZE

CONSTRUCTION OF A STOCHASTIC MODEL OF RIVER RUNOFF  
BY THE ITERATIVE METHOD FOR HYDROPOWER AND WATER  
ECONOMY CALCULATIONS

Summary

Artificial hydrological series modelled by the Monte Carlo method are widely used in hydrological and water economy calculations. Methods of different complexity, beginning with the simplest and obtained by the iterative

technique, are considered in the paper. Research is continued till a model satisfying the requirements of the task set has been obtained. Series of average annual discharge are considered as a sum of stationary and cyclic components.

The task is solved in three stages: selection of the model, determination of characteristics and predictional checkup.

სიბრძნობა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Г. Сванидзе. Основы расчета регулирования речного стока. Тбилиси, 1964.
2. Водноэнергетические расчеты методом Монте-Карло. Под ред. А. Ш. Резниковского. М., 1969.
3. Дж. Бокс, Г. Дженкинс. Анализ временных рядов. М., 1974.
4. Г. Дженкинс, Д. Ваттс. Спектральный анализ и его приложения. М., 1971.

Ю. С. ФУРСИН, Э. С. ГОНИАШВИЛИ, В. П. РУБЦОВ

## ПРИНЦИПЫ ДВУХКАНАЛЬНОГО ЦИФРОВОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРЕЦИЗИОННЫМ ЛИНЕЙНЫМ ШАГОВЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. К. Чичинадзе 10.11.1975)

Прецизионный линейный шаговый двигатель [1] позволяет суммировать грубые и точные перемещения и определяет логику построения структуры управляющего устройства. Схема управления должна обеспечивать как независимую, так и связанную определенным соотношением работу линейной и поворотной частей двигателя, т. е. должна быть двухканальной и содержать арифметические устройства, распределяющие входную информацию по соответствующим каналам.

Прецизионный двигатель, имеющий систему обмоток «точного»  $\Theta$  и «грубого»  $Z$  каналов, управляется от двух коммутаторов  $K_{\text{ом}}$ , переключающих в заданной очередности обмотки соответствующих каналов двигателя (рис. 1). На входе каждого коммутатора установлен ключ  $k1$ , через который импульсы от задающего генератора ЗГ поступают на коммутатор. Управление ключами  $k1$  осуществляется от блоков индивидуальной памяти БИП (нереверсивных счетчиков), сравнивающих входную информацию (число импульсов) с информацией, поступившей на вход коммутатора. Ключ соответствующего канала открывается, если для этого канала выполняется неравенство  $N_{\text{вх}} > N_{\text{ком}}$ , и закрывается при  $N_{\text{вх}} \leq N_{\text{ком}}$ . Здесь  $N_{\text{вх}}$  — число импульсов, поданных на вход БИП соответствующего канала;  $N_{\text{ком}}$  — число импульсов, поданных на вход коммутатора этого же канала.

Для схемы рис. 1, обеспечивающей режим слежения за входной информацией, можно выделить два характерных случая:

$$- f_{\text{упр}} \leq f_{\text{зг}},$$

$$- f_{\text{упр}} > f_{\text{зг}},$$

где  $f_{\text{зг}}$  — частота задающего генератора. При  $f_{\text{упр}} \leq f_{\text{зг}}$  входная информация успевает обрабатываться одним точным каналом и импульсы с выхода БИП точного канала не проходят на БИП грубого канала. Система работает как одноканальная.

Увеличение входной частоты ( $f_{\text{упр}} > f_{\text{зг}}$ ) сопровождается переполнением БИП точного канала и переносом единицы в БИП грубого канала. Каждое переполнение БИП точного канала обеспечивает обработку одного шага грубого канала. В этом случае частота коммутации точного канала равна  $f_{\text{зг}}$ , а грубого

$$f_z = \frac{f_{\text{упр}}}{N_0},$$

где  $N_0$  — число точных шагов в одном грубом шаге.

Поскольку предельная частота каждого канала равна  $f_{3г}$ , максимальная частота входных импульсов системы составит

$$f_{упр. макс} = f_{3г}^2.$$

Возможность управления по двум каналам позволяет при использовании рабочих частот коммутации обмоток, не превышающих частоты приемистости двигателей каждого канала, получать значительные скорости перемещения (порядка 0,3–0,4 м/сек), определяемые грубым каналом, с одновременной точностью позиционирования, определяемой каналом точных шагов. Для сравнения укажем, что при одноканальном управлении аналогичные сочетания дискретности и скорости движения потребовали бы частоты коммутации обмоток порядка 30–40 кГц, практическая реализация которых невозможна.

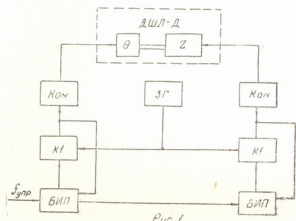


Рис. 1

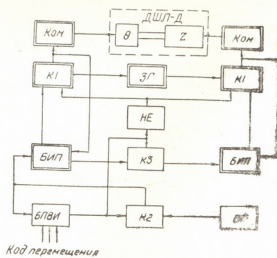


Рис. 2

В позиционную систему управления прецизионным линейным шаговым двигателем (рис. 2), кроме указанных выше элементов, вводится блок приема входной информации БПВИ (реверсивный счетчик с заданием перемещения в параллельном коде), управляющий ключами К2 и К3 непосредственно, а ключами К1 — через инвертор ИЕ. Считывание информации о заданном перемещении с БПВИ осуществляется при помощи вспомогательного генератора ЗГ. Для позиционной системы также характерны два режима:

$$\begin{aligned} - N_{вх} < N_z, \quad Z_{мех} < \Delta_z, \\ - N_{вх} > N_z, \quad Z_{мех} > \Delta_z, \end{aligned}$$

где  $N_z$  — число команд, соответствующее грубым шагам;  $\Delta_z$  — «грубый» шаг двигателя;  $Z_{\text{мех}}$  — результирующее перемещение якоря двигателя.

При наличии информации в БПВИ ключи К2 и К3 открываются, обеспечивая перезапись входной информации в блоки индивидуальной памяти БИП каждого канала, а ключи К1 через инвентор не запираются, препятствуя прохождению импульсов от ЗГ на коммутаторы. Если БИП точного канала не переполняется и информация в БИП грубого канала не поступает, система работает как одноканальная с отработкой заданного перемещения точными шагами  $\Delta_{z0}$ .

Запись в БПВИ информации  $N_{\text{вх}} > N_z$  приведет к тому, что каждый  $N_z$  импульс поступит из БИП точного канала в БИП грубого канала. По окончании перезаписи ключи К2 и К3 запираются, а К1 открывается. Система обеспечивает независимую работу обеих координат с частотой  $f_{\text{зг}}$ . После отработки заданного числа импульсов по каждой координате ключи К1 запираются. Двигатель фиксируется в требуемом положении.

Как показывает сопоставление схемы на рис. 1 и 2, они имеют много одинаковых элементов и переход от одной к другой не сопровождается существенной перестройкой, что позволяет получать оба рассмотренных режима в рамках одной унифицированной структуры, включающей в себя все элементы из схемы на рис. 2.

Макетные образцы рассмотренных схем выполнены на современных интегральных микросхемах. Их реализация не представляет большого труда и не приводит к существенному увеличению габаритов блока управления.

Грузинский политехнический институт  
им. В. И. Ленина

(Поступило 13.11.1975)

ელეკტროტექნიკა

ი. ფურსინი, ე. ლონიაშვილი, ვ. რუპინი

პრეციზიული წრფივი ბიჯური ძრავების ორარხიანი  
მართვის პრინციპები

რეზიუმე

სტატიაში განხილულია პრეციზიული წრფივი ბიჯური ძრავების ორარხიანი ცენტრული მართვის სქემის შექმნის პრინციპები. ნაჩვენებია პრეციზიული ამქრავის მუშაობის რეალიზაციის შესაძლებლობა მიმყოლ და ზუსტი პოზიციონირების რეჟიმებში.



J. S. FURSIN, E. S. GONIASHVILI, V. P. RUBTSOV

PRINCIPLES OF DOUBLE-CHANNEL NUMERICAL CONTROL  
BY A PRECISION LINEAR STEP-BY-STEP MOTOR

## Summary

The principles of double-channel numerical control schemes by a precision linear step-by-step motor are described. The feasibility of operating a precision drive in the regime of tracking and positioning is shown.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ю. С. Фурсин, Э. С. Гониашвили. Сообщения АН ГССР, 79, № 2, 1975.
2. Б. А. Ивоботенко, Ю. С. Фурсин, В. П. Рубцов и др. Устройство для управления  $n$ -ступенчатым дифференциальным шаговым двигателем. Авт. свид. № 452906. БИ, № 45, 1974.



УДК 681.142.35

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

И. С. МИКАДЗЕ

ВЕРОЯТНОСТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ  
 ДВУХМАШИННОГО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА,  
 ПОДВЕРЖЕННОГО ОТКАЗАМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. К. Чичинадзе 17.11.1975)

Рассмотрим систему, состоящую из двух вычислительных машин (ВМ), которые совместно решают задачу, разбитую на  $2n$  частей. Если обе ВМ исправны, то первая обрабатывает 1, 3, 5, ...,  $2i-1$  частей, вторая — 2, 4, 6, ...,  $2i$ . Каждая машина может использовать результаты другой, поэтому, работая параллельно (соответственно) над  $2i-1$  и  $2i$  частями, ВМ, раньше окончившая решение своей части, ожидает окончания работы другой. После этого они приступают к решению соответствующих частей.

Время, в течение которого полностью выполняются  $2i-1$  и  $2i$  части, определяет так называемый  $i$ -й этап выполнения задачи. Время продолжительности  $i$ -го этапа  $T_i = \max(T_{2i-1}, T_{2i})$ , где  $T_{2i-1}$  и  $T_{2i}$  — времена выполнения  $2i-1$  и  $2i$  частей. Если обе ВМ являются одинаковыми, то распределение  $T_i$  будет

$$p(T_i < t) = p[\max(T_{2i-1}, T_{2i}) < t] = F_{2i-1}(t)F_{2i}(t) = \Gamma_i(t).$$

При пуассоновском распределении потока отказов ВМ с интенсивностью  $\lambda$  и при условии, что работа начинается с  $j$ -го этапа и при том не происходит отказа ни одной ВМ, распределение времени решения задачи за время меньше  $t$  будет [1, 2]

$$\psi_{j0}(t) = \int_0^t \exp\{-2\lambda u\} d\Gamma_{n-j+1}^*(u), \quad (1)$$

где  $\Gamma_{n-j+1}^*(u)$ ,  $n-j+1$  — кратная свертка  $\Gamma_i(u)$ .

Если выходит из строя только одна ВМ, то распределение времени выполнения задачи будет

$$\psi_{j1}(t) = \sum_{i=1}^{n-j+1} \sum_{k=1}^{n-j-i+2} \int_0^t 2\lambda \exp\{-2\lambda x_1\} \Gamma_{i-1}^*(x_1) dx_1 \times$$

$$\times \int_0^{t-x_1} \mu \exp\{-\mu x_2\} F_{k-1}(x_2) \psi_{j+i+k-2}[t - (x_1 + x_2)] \exp\{-\lambda x_2\} dx_2, \quad (2)$$



где  $\Gamma_{i-1}^0(x_1)$  — вероятность выполнения  $i-1$  этапов за время  $x_1$ , т. е. при исправных ВМ,  $\mu$  — интенсивность ремонта.

При ремонте одной ВМ всю работу выполняет вторая, причем каждые последовательные две части будем считать одним этапом, тогда  $F_{k-1}^0(x_2)$  обозначает вероятность выполнения за время  $x_2$  ремонта одной ВМ  $k-1$  этапов.

$\Psi_{j+i+k-2}[t - (x_1 + x_2)]$  — условная вероятность выполнения оставшегося количества  $n - (j + i + k - 3)$  этапов за время  $t - (x_1 + x_2)$  с учетом потерь времени, вызванных пересчетом искаженного этапа и вводом второй ВМ после восстановления, при условии, что обе ВМ в начальный момент исправны.

Возможен также случай, когда отказывает только одна из ВМ в момент времени  $x_1$ , вторая ВМ работает безотказно и завершает решение задачи за время меньше  $t - x_1$ . За это время ремонт неисправной ВМ не заканчивается. Соответствующая вероятность имеет вид

$$\begin{aligned} \Psi_{j2}(t) = & \sum_{i=1}^{n-j+1} \int_0^t 2\lambda \exp\{-2\lambda x_1\} \Gamma_{k-1}^0(x_1) dx_1 \int_0^{t-x_1} \exp\{-\mu x_2\} \times \\ & \times \exp\{-\lambda x_2\} dF_{n-j-i+2}^0(x_2). \end{aligned}$$

Наконец, возможен случай, когда не закончен ремонт одной ВМ за время  $x_2$  и выходит из строя вторая. В возникшей ситуации задачу придется решить сначала в оставшемся времени  $t - (x_1 + x_2 + x_3)$ , где  $x_3$  — время, в течение которого ремонт заканчивается, обе ВМ находятся в исправном состоянии и одновременно включаются для продолжения решения задачи.

$$\begin{aligned} \Psi_{j3}(t) = & \sum_{i=1}^{n-j+1} \sum_{k=1}^{n-j-i+2} \int_0^t 2\lambda^2 \exp\{-2\lambda x_1\} \Gamma_{i-1}^0(x_1) dx_1 \times \\ & \times \int_0^{t-x_1} F_{k-1}^0(x_2) \exp\{-\mu x_2\} \exp\{-\lambda x_2\} dx_2 \int_0^{t-(x_1+x_2)} dG(x_3/x_2) \times \\ & \times \Psi_1[t - (x_1 + x_2 + x_3)], \end{aligned} \quad (3)$$

где  $G(x_3/x_2)$  — условная вероятность окончания ремонта первой и второй ВМ, если известно, что первая ремонтируется уже за время  $x_2$ .

Суммируя вероятности всех рассмотренных событий, получаем:

$$\Psi_j(t) = \Psi_{j0}(t) + \Psi_{j1}(t) + \Psi_{j2}(t) + \Psi_{j3}(t). \quad (4)$$

Будем считать, что все этапы имеют одинаковое распределение. Применяя к (4) преобразование Лапласа—Стилтьеса, получим

$$\varphi_j(s) = \frac{\gamma^{n-j+1}(\nu)}{s} + 2\lambda\mu \frac{[1-f(p)][1-\gamma(\nu)]}{p\nu} \sum_{i=1}^{n-j+1} \sum_{k=1}^{n-j-i+2} f^{k-1}(p) \times$$

$$\begin{aligned} & \times \Upsilon^{i-1}(\nu) \varphi_{j+i+k-2}(s) + 2\lambda^2 \frac{[1-f(p)][1-\Upsilon(\nu)]}{p\nu} g(s) \varphi_1(s) \sum_{i=1}^{n-j+1} \sum_{k=1}^{n-j-i+2} \times \\ & \times f^{k-1}(p) \Upsilon^{i-1}(\nu) + \frac{2\lambda[1-\Upsilon(\nu)]}{s\nu} \sum_{i=1}^{n-j+1} \Upsilon^{i-1}(\nu) f^{n-i+2}(p), \quad (5) \\ & j = \overline{1, n+1}, \end{aligned}$$

где

$$\varphi_j(s) = \int_0^\infty \exp\{-st\} \psi_j(t) dt; \quad f(s) = \int_0^\infty \exp\{-st\} dF(t);$$

$$\Upsilon(s) = \int_0^\infty \exp\{-st\} d\Gamma(t); \quad g(s) = \int_0^\infty \exp\{-st\} dG(x_3/x_2); \quad \nu = 2\lambda + s;$$

$$p = s + \mu + \lambda.$$

С помощью несложных преобразований можно получить

$$\begin{aligned} & \varphi_j(s) = \{\Upsilon^{n-j+1}(\nu) + E[\Upsilon^{n-j+1}(\nu) - f^{n-j+1}(p)]\} s^{-1} + \\ & + D \sum_{i=1}^{n-j+1} [f^i(p) - \Upsilon^i(\nu)] \varphi_{j+i-1}(s) + D_j \varphi_1(s); \quad j = \overline{1, n+1}, \quad (6) \end{aligned}$$

где

$$2\lambda\mu \frac{[1-f(p)][1-\Upsilon(\nu)]}{p\nu[f(p)-\Upsilon(\nu)]} = D; \quad E = \frac{2\lambda[1-\Upsilon(\nu)]f(p)}{\nu[\Upsilon(\nu)-f(p)]}; \quad (7)$$

$$2\lambda^2 g(s) \frac{[1-f(p)][1-\Upsilon(\nu)]}{p\nu[f(p)-\Upsilon(\nu)]} \sum_{i=1}^{n-j+1} [f^i(p) - \Upsilon^i(\nu)] = D_j; \quad j = \overline{1, n+1}.$$

Системе (7) с учетом  $\varphi_{n+1}(s) = \frac{1}{s}$  можно придать следующий вид

$$\begin{aligned} & -\varphi_j(s) + a_1 \varphi_{j+1}(s) + a_2 \varphi_{j+2}(s) + d_j \varphi_1(s) = 0, \\ & -\varphi_{n-1}(s) + a_1 \varphi_n(s) + d_{n-1} \varphi_1(s) = b_1, \\ & -\varphi_n(s) + d_n \varphi_1(s) = b_2, \quad j = \overline{1, n-2}, \quad (8) \end{aligned}$$

где

$$\begin{aligned} a_1 &= \frac{2Df(p)\Upsilon(\nu) - f(p) - \Upsilon(\nu)}{D[f(p) - \Upsilon(\nu)] - 1}; \quad a_2 = \frac{f(p)\Upsilon(\nu)}{D[f(p) - \Upsilon(\nu)] - 1}; \\ d_j &= \frac{[D_{j+1}f(p) - D_j] + [D_{j+2}f(p) - D_{j+1}]\Upsilon(\nu)}{D[f(p) - \Upsilon(\nu)] - 1}; \quad (9) \end{aligned}$$

$$b_1 = -\frac{a_2}{s}; \quad b_2 = \frac{\gamma(v) + E[\gamma(v) - f(p)]}{s\{D[f(p) - \gamma(v)] - 1\}}; \quad j = \overline{1, n}.$$

Решением системы (8) относительно вероятности  $\varphi_1(s)$  выполнение задачи за время меньше  $t$ , если ее решение начнется с первого этапа, является

$$\varphi_1(s) = \frac{A_n^*}{A_n}, \quad (10)$$

где  $A_n$  и  $A_n^*$ —определители  $n$ -го порядка:

$$A_n = (-1)^{n-1} \left[ (d_1 - 1) C_0 + \sum_{k=2}^n d_k C_{k-1} \right]; \quad A_n^* = (-1)^{n-1} (b_1 C_{n-2} + b_2 C_{n-1});$$

$$C_{n-1} = \begin{vmatrix} a_1 & a_2 & 0 & \dots & 0 \\ -1 & a_1 & a_2 & \dots & 0 \\ 0 & -1 & a_1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & -1 & a_1 \end{vmatrix}. \quad (11)$$

В результате разложения  $C_{n-1}$  получаем рекуррентное соотношение:

$$C_{n-1} = \sum_{k=1}^2 a_k C_{n-k-1}, \quad n = 2, 3, \dots, \quad C_0 = 1, \quad C_1 = a_1, \quad C_2 = \begin{vmatrix} a_1 & a_2 \\ -1 & a_1 \end{vmatrix}.$$

ТНИИСА

(Поступило 20.11.1975)

ავტომატური მართვა და გამომთვლითი ტექნიკა

ი. მიკაძე

შარით მომუშავე ორმახანაანი გამომთვლელი კომპლექსის  
წარმადობის ალბათური მახასიათებელი

რეზიუმე

განხილულია ორმახანაანი გამომთვლელი კომპლექსის მიერ მოცემულ  
დროში მოცემული დავალების შესრულების ალბათობის გამოთვლის საკითხი.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

I. S. MIKADZE

THE PROBABILITY CHARACTERISTICS OF PERFORMANCE  
OF TWIN-COMPUTER SYSTEM OPERATING  
WITH FAILURES

Summary

The probable solution of a definite task over a prescribed period of time by a twin-computer system in the presence of failures due to faults in the computers is determined.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. В. Гнеденко, Ю. К. Беляев, А. Д. Соловьев. Математические методы в теории надежности. М., 1965.
2. И. С. Микадзе, Р. С. Шелегия. Сообщения АН ГССР, 60, № 3, 1970.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

Б. А. ГВАСАЛИЯ

ОБ ОДНОЙ ВОЗМОЖНОСТИ ВЫБОРА ЖЕЛАЕМОГО  
ПЕРЕХОДНОГО ПРОЦЕССА В СИСТЕМАХ С НЕЛИНЕЙНОЙ  
ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. К. Чичинадзе 2.12.1975)

Сформулируем задачу следующим образом: система автоматического управления состоит из линейной части с передаточной функцией  $W(p)$  и нелинейного звена обратной связи. Требуется в классе функций  $\varphi(x)$ , удовлетворяющих условиям абсолютной устойчивости по теореме В. М. Попова [1], выбрать функцию нелинейной обратной связи, оптимальную в следующем смысле: переходный процесс в замкнутой системе при единичном скачкообразном входном сигнале

$$x_{\text{раз}}(t) = x_{\text{раз}} \left( \frac{t}{\alpha} \right), \quad \alpha = \max_{i \in N} \{\alpha_i\},$$

где  $x_{\text{раз}}(t)$  — реакция линейной части на единичный скачкообразный входной сигнал, а  $\alpha$  — коэффициент масштаба времени. Предполагается, что полюсы  $W(p)$  вещественные и отрицательные.

**Теорема 1.** Если  $x_{\text{ж}}(t)$  является строго монотонной непрерывной функцией, имеющей непрерывные производные до  $(n-1)$  порядка и кусочно-непрерывную  $n$ -ю производную, тогда статическая характеристика нелинейного безынерционного звена обратной связи  $\varphi(x_{\text{ж}})$  является однозначной функцией.

**Доказательство.** Пусть объект описывается линейным дифференциальным уравнением, имеющим вид

$$\sum_{i=0}^n a_i x^{(i)}(t) = u(t). \quad (1)$$

Так как  $x_{\text{ж}}(t)$  должно удовлетворять дифференциальному уравнению (1), то понятна необходимость требований о существовании производных функций  $x_{\text{ж}}(t)$ .

Если задана функция  $x_{\text{ж}}(t)$ , то подстановка ее в уравнение (1) дает возможность определить функцию  $u(t)$ , а функцию  $f_{\text{ос}}(t)$  можно построить согласно формуле

$$f_{\text{ос}} = F(t) = g - u(t), \quad (2)$$

где  $g = u(0)$ .

Ввиду того что  $x_{\text{ж}}(t)$  является строго монотонной функцией, можно построить ее обратную функцию  $t = T(x_{\text{ж}})$ . Таким образом,

представляется возможность выразить параметр  $t$  через величину  $x_{ж}$ . Если подставить значение  $t$  в формулу (2), получится  $f_{ос} = F[T(x_{ж})]$ .

Последнее выражение дает возможность установить, что статическая характеристика нелинейного звена обратной связи имеет вид  $\varphi(x_{ж}) = F[T(x_{ж})]$ .

Так как  $F(t)$  является, согласно построению, однозначной функцией своего аргумента, а  $t = T(x_{ж})$  — взаимнооднозначной функцией, то их композиция, т. е.  $\varphi(x_{ж})$ , будет однозначной. Таким образом, теорема 1 доказана.

Далее выбираем переходный процесс, который удовлетворяет требованиям теоремы 1. Одним из таких переходных процессов является переходная функция, получающаяся при решении дифференциального уравнения (1), когда ее правая часть равняется постоянному значению  $g_n$ , при нулевых начальных условиях. Назовем этот переходный процесс условно номинальным и обозначим через  $x_n(t)$ .

Введем коэффициент масштаба времени  $\alpha$ , который вычисляется формулой  $\alpha = t_n/t_p$  и показывает, во сколько раз надо сжать номинальную переходную функцию для того, чтобы она укладывалась в заданную область (см. рис. 1). Таким образом, имеем переходный процесс, который требует осуществления.

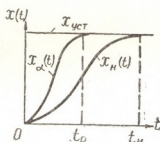


Рис. 1

После проведения некоторых вычислений определяем значение отношения  $\varphi(x_{ж})/x_{ж} = k_{\phi}$ . Если выполняется условие  $k_{\phi} < k_{ноп}$ , то задача считается решенной, а если  $k_{\phi} > k_{ноп}$ , то это значит, что для данного объекта не может быть обеспечен заданный переходный процесс. В этом случае ставится задача: определить, какого вида переходные процессы могут быть осуществлены для данного объекта так, чтобы не нарушить указанного выше условия. Для решения этой задачи производим изменение вида переходного процесса вдоль оси времени. Желаемый переходный процесс может принять различный вид в зависимости от коэффициента  $\alpha$ : он будет растягиваться вдоль оси времени, сохраняя свою форму (когда  $\alpha \rightarrow 1$ , то  $x_{ж}(t) \rightarrow x_n(t)$ ). Ясно, что управления, обеспечивающие эти переходные процессы, будут различными.

**Теорема 2.** Из заданного переходного процесса  $x_{ж}(t)$ , который удовлетворяет условиям теоремы 1, изменением коэффициента масштаба времени  $\alpha$  всегда можно получить такой переходный процесс, осуществляемый безынерционной нелинейной обратной связью, статическая характеристика которого располагается в секторе Попова  $[0, k]$ .

Доказательство. Для доказательства справедливости теоремы достаточно показать, что, когда  $\alpha \rightarrow 1$ , отношение  $\varphi(x_\alpha)/x_\alpha \rightarrow 0$ .

Пусть имеются две функции  $x_n(\alpha t)$  и  $x_\alpha(t)$ , которые отличаются друг от друга только коэффициентом масштаба и удовлетворяют дифференциальным уравнениям

при  $\alpha = 1$

$$a_n x_n^{(n)}(t) + a_{n-1} x_n^{(n-1)}(t) + \dots + a_1 x_n'(t) + a_0 x_n(t) = g_n, \quad (3)$$

при  $\alpha > 1$

$$a_n x_\alpha^{(n)}(t) + a_{n-1} x_\alpha^{(n-1)}(t) + \dots + a_1 x_\alpha'(t) + a_0 x_\alpha(t) = u_\alpha(t). \quad (4)$$

Ввиду того что  $x_n(\alpha t)$  и  $x_\alpha(t)$  отличаются коэффициентом масштаба времени, между их значением и производными существует следующая связь:

$$x_\alpha(t) = x_n(\alpha t), \quad x_\alpha'(t) = \alpha x_n'(\alpha t), \quad \dots, \quad x_\alpha^{(n)}(t) = \alpha^n x_n^{(n)}(\alpha t). \quad (5)$$

Кроме того,  $\{|x_\alpha^{(i)}(t)|\} < c = \text{const}$ ,  $i = 0, 1, \dots, n + 1$ .

После подстановки (5) в (4) имеем

$$\alpha^n a_n x_n^{(n)}(\alpha t) + \alpha^{n-1} a_{n-1} x_n^{(n-1)}(\alpha t) + \dots + \alpha a_1 x_n'(\alpha t) + a_0 x_n(\alpha t) = u_\alpha(t). \quad (6)$$

Если вычесть (3) из (6), получим

$$\begin{aligned} & a_n [\alpha^n x_n^{(n)}(\alpha t) - x_n^{(n)}(t)] + a_{n-1} [\alpha^{n-1} x_n^{(n-1)}(\alpha t) - \\ & - x_n^{(n-1)}(t)] + \dots + a_0 [x_n(\alpha t) - x_n(t)] = u_\alpha(t) - g_n. \end{aligned} \quad (7)$$

Теперь оценим члены, заключенные в квадратные скобки выражения (7). Для этого нужно показать, что когда  $\alpha \rightarrow 1$ , то  $\frac{d^i}{dt^i} x_\alpha(t)$  равномерно стремится к  $\frac{d^i}{dt^i} x_n(t)$ .

Рассмотрим абсолютное значение разности

$$\begin{aligned} |\alpha^i x_n^{(i)}(\alpha t) - x_n^{(i)}(t)| & \leq \alpha^i |x_n^{(i)}(\alpha t) - x_n^{(i)}(t)| + |\alpha^i - 1| |x_n^{(i)}(t)| \leq \\ & \leq \alpha^i |x_n^{(i)}(\alpha t) - x_n^{(i)}(t)| + c |\alpha^i - 1|. \end{aligned} \quad (8)$$

Первый член правой части выражения (8) можно записать в следующем виде

$$|x_n^{(i)}(\alpha t) - x_n^{(i)}(t)| \leq \int_t^{\alpha t} |x_n^{(i+1)}(\tau)| d\tau \leq c |\alpha - 1| t, \quad i = 0, 1, \dots, n \quad (9)$$

(здесь требуется существование непрерывно-дифференцируемой  $n$ -й производной функции  $x_\alpha(t)$ ).

В (9) вместо  $t$  можно ограничиться значением  $t_n$ , так как для всех  $t > t_n$  значения производных равняются нулю.

Окончательно имеем

$$|\alpha^i x_n^{(i)}(\alpha t) - x_n^{(i)}(t)| \leq c |\alpha^i - 1| + \alpha^i c |\alpha - 1| t_n.$$

Из последнего выражения можно сделать вывод, что, когда  $\alpha \rightarrow 1$ ,  $\frac{d^i}{dt^i} x_a(t)$  равномерно стремится к  $\frac{d^i}{dt^i} x_n(t)$ . Тогда, согласно (7), при  $\alpha \rightarrow 1$   $u_a(t) - g_n \rightarrow 0$ , т. е.  $u_a(t) \rightarrow g_n$ . Это значит, что каждое значение  $u_a(t)$  стремится к значению  $g_n$  равномерно.

Пусть  $F_a(t) = g_a - u_a(t)$ .

Разделив обе части этого выражения на  $x_a(t)$ , получим

$$\frac{F_a(t)}{x_a(t)} = \frac{g_a - u_a(t)}{x_a(t)} = \frac{\varphi_a(x_a)}{x_a},$$

где  $\varphi_a(x_a)$  — соответствующая статическая характеристика звена обратной связи.

Ввиду того что  $u_a(t) \rightarrow g_n$ ,  $g_a = u_a(0) \rightarrow g_n$  и соответственно  $f_{oc} = F_a(t) \rightarrow 0$ . Окончательно отношение  $\varphi(x_a)/x_a \rightarrow 0$  при  $\alpha \rightarrow 1$ .

Отсюда следует вывод, что начиная с какого-то значения  $\alpha_i$  для всех остальных его значений статические характеристики нелинейной обратной связи располагаются в секторе В. М. Попова  $[\sigma, k]$ , что и требовалось доказать.

Таким образом, приведенные теоремы дают возможность для определенного класса объектов найти оптимальный переходный процесс с точки зрения быстродействия, который осуществляется нелинейной безынерционной обратной связью, имеющей однозначные статические характеристики.

Академия наук Грузинской ССР

Институт систем управления

(Поступило 4.12.1975)

ავტომატური მართვა და გამომთვლითი ტექნიკა

ბ. გვასალია

არაწრფივ უკუკავშირებშიან სისტემებში სასურველი გარდამავალი პროცესის არჩევის ერთი შესაძლებლობის შესახებ

რეზიუმე

მოყვანილი თეორემები იძლევიან შესაძლებლობას განსაზღვრული კლასის ობიექტებისათვის მოძებნილ იქნას ოპტიმალური გარდამავალი პროცესის სწრაფქმედების მიხედვით, რომელიც შეიძლება განხორციელდეს ცალსახა სტატიკური მახასიათებლის მქონე უინერციო არაწრფივი უკუკავშირის საშუალებით.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

B. A. GVASALIA

ON ONE POSSIBILITY OF DESIRED TRANSITIVE PROCESS CHOICE  
IN NONLINEAR FEEDBACK SYSTEMS

Summary

The optimum speed transitive process is found for a certain class of plants.

The process is realized by nonlinear inertialess feedback with one-valued statistic characteristics.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. М. Попов. Автоматика и телемеханика, № 8, 1961.

А. А. КОЛАКОВСКИЙ (член-корреспондент АН ГССР),  
В. С. ЯБРОВА-КОЛАКОВСКАЯ

### НОВЫЕ ДАННЫЕ К ФЛОРЕ АБХАЗИИ

Происшедшие за последние 25 лет изменения в растительном покрове Абхазии особенно наглядно выражены в приморском и нижнегорном поясах, наиболее подверженных деятельности человека.

В результате проведенных Сухумским ботаническим садом в течение четырех лет исследований в низовых и предгорных районах Абхазии выявлено более 30 неизвестных для ее флоры растений, установлены основные закономерности в распространении растений в этих районах.

Новые для флоры Абхазии виды растений можно отнести к четырем группам: неизвестные вообще в науке, неизвестные для естественной флоры Абхазии, некоторые редкие виды, нуждающиеся в подтверждении принадлежности их к флоре Абхазии, и, наконец, вновь занесенные адвентивные растения, среди которых имеются виды, неизвестные не только для флоры Кавказа, но и для СССР.

Некоторые данные по этим растениям опубликованы в [1, 2], сюда входят: *Conyza graminifolia* Spreng., *Erechtites valerianifolia* (Wolf) DC., *Gymnaster savatieri* (Makino) Kitamura, *Helminthia echioides* (L.) Gaertn., *Hypericum mutilum* L., *Kyllinga gracillima* Miq., *Muchlenbergia schreberi* Gmel. и *Tagetes minuta* L.

Остальные виды из указанных групп отмечаются в списке в алфавитном порядке родов:

*Ammi visnaga* (L.) Lam. — сем. *Umbelliferae*. Собран в окрестностях с. Эшера у дороги в 1972 г. и по краю шоссе между сс. Бармыш и Блбурхва в 1973г. Средиземноморский вид, свойственный степям и сухим склонам. Довольно обычен в Закавказье. Растение случайного заноса.

*Anisantha diandra* (Roth.) Tutin — сем. *Gramineae*. Впервые собран в нескольких пунктах Пицундского мыса в 1974 г. на приморских песках и галечниках в довольно значительном количестве экземпляров. Однолетнее эфемерное средиземноморское растение, пропущенное, вероятно, из-за сходства с широко распространенным *A. sterilis* (L.) Nevski.

*Arthraxon hispidus* (Thunb.) Makino — сем. *Gramineae*. Впервые отмечен Н. Цвелевым [3] для окрестностей Батуми и Пицундского мыса как сорное растение на влажных местах. В 1972 г. нами подтверждено его довольно широкое распространение на влажных местах в Очамчирском районе. Восточноазиатское растение, вероятно, давнего заноса.

*Bromus scoparius* L. — сем. *Gramineae*. Единичные экземпляры этого вида найдены на галечной обочине дороги в с. Лидзава в 1974 г. Средиземноморское однолетнее растение, спорадически встречающееся на Кавказе.



*Bidens cernua* L. — сем. *Compositae*. Впервые собран в окрестностях оз. Бебесыр в 1972 г. на болотистых местах. Растение широко географического распространения, свойственное водно-болотным ценозам.

*Campanula paradoxa* Kolak. sp. n. — сем. *Campanulaceae*. Редкий, по-видимому, третично-реликтовый вид, нуждающийся в охране, собранный впервые в трещинах известняковых скал в Бзыбском ущелье, близ с. Бзыбь 31.V.1975 г. Е. В. Жирновой и вторично там же в стадии плодоношения 4.VIII.1975 г. З. И. Адзинба и Е. Ш. Шенгелая.

*Carex dichroa* Freunp — сем. *Cyperaceae*. Собран на болотистом участке в долине Ауадхара в 1971 г. Горная раса *Carex vesicaria* L. с широким палеарктическим ареалом, спорадически встречающаяся на Кавказе.

*Chrozophora tinctoria* (L.) Ard.-Juss. — сем. *Euphorbiaceae*. Единичные экземпляры этого вида собраны в Сухуми по обочинам шоссе в 1972 г. Средиземноморское растение случайного заноса из полупустынных и степных районов.

*Circaea intermedia* Ehrh. — сем. *Onagraceae*. Собран в буковом лесу на гниющих стволах деревьев между Б. и М. Рица в 1973 г. Самое ближайшее местонахождение отмечается по р. Шахе около Гузерипля.

*Coronilla cretica* L. — сем. *Papilionaceae*. Собран в сосновом лесу на Пицунде и на поляне в окрестностях Лидзава. Вид приводился А. А. Гроссгеймом [4], но впоследствии не собирался. Восточно-средиземноморское гемиксерофильное растение, которое еще лишней раз подчеркивает сильное средиземноморское влияние в районе Пицундско-Мюссерского заповедника.

*Eleusine trichostachya* (Lam.) Ktth. — сем. *Gramineae*. В большом количестве экземпляров отмечен на робатках в г. Сухуми. Этот южноамериканский однолетник впервые для Кавказа отмечался только для песчаных мест в окрестностях Кобулету.

*Elscholtzia patrinii* (Lep.) Garcke — сем. *Labiatae*. Заносное растение, впервые обнаруженное в 1972 г. на речных наносах Гализги, затем в 1973, 1974 гг. установлено его более широкое распространение в низменных районах Абхазии.

*Falcaria sioides* (Wib.) Aschers. — сем. *Umbelliferae*. Собран в 1973 г. на Пицундском мысу в питомнике сосны. Типичное степное растение случайного заноса с широким западно-палеарктическим ареалом.

*Galium pedemontanum* (Bell.) All. — сем. *Rubiaceae*. Мелкое, легко просматриваемое растение, собранное на песчаных местах в Пицундской сосновой роше в 1974 г. Типично средиземноморское эфемерное растение, также подтверждающее большую роль средиземноморской флоры в районе Пицундского мыса.

*Galium ruthenicum* Willd. — сем. *Rubiaceae*. Собран в ущелье Геги, близ водопада на щебнистых местах в 1953 г. Вид, близкий *G. vernum* L. Западно-палеарктический, типично степной литофильный вид.

*Hypericum humifusum* L. — сем. *Hypericaceae*. Собран в окрестностях с. Дача на влажных подзолистых почвах. В СССР отмечен только для юга Европейской части.

*Jurinea venusta* Iljin—сем. *Compositae*. Собран в ущелье Ауадхара в трещинах скал. Эндемичный, узко локальный вид, известный только из верховьев р. М. Лаба.

*Lactuca tatarica* (L.) С. А. Мей—сем. *Compositae*. Собран на влажном берегу оз. Инкит в 1973 г. Довольно широко распространенный вид, известный из прилегающих к Колхиде районов.

*Lotus praetermissus* Kuprian.—сем. *Papilionaceae*. Найден в нескольких пунктах Гульрипшского района в 1971 г. Для Кавказа отмечается впервые.

*Polygonum thunbergii* S. et Z.—сем. *Polygonaceae*. Собран на влажных берегах оз. Бебесыр в 1972 г. Заносное восточноазиатское растение, широко распространенное в Аджарии.

*Ptilimnium nuttallii* (DC) Britton—сем. *Umbelliferae*. Заносное североамериканское, неизвестное еще для флоры СССР, растение, впервые собранное в окрестностях Гагиды в 1972 г., но впоследствии наблюдаемое почти повсеместно в приморской полосе Абхазии.

*Reunoutria sachalinensis* (F. Smith) Nakai—сем. *Polygonaceae*. Собран в окрестностях Келасури в 1965 г. Восточноазиатское растение случайного заноса.

*Setaria intermedia* (Roth.) Roem. et Schultz.—сем. *Gramineae*. Собран на влажных участках близ оз. Бебесыр в 1972 г. Заносное растение, известное до сих пор в пределах СССР только из Аджарии.

*Sisymbrium irio* L.—сем. *Cruciferae*. Собран в ущелье Бзыби на песчаных наносах в 1974 г. Средиземноморское довольно широко распространенное растение.

*Solanum carolinense* L.—сем. *Solanaceae*. В Абхазии впервые собран в Гальском районе в 1967 г. Данные о распространении паслена каролинского приведены Т. А. Гогисванидзе [5].

*Symphytum caucasicum* Vieb.—сем. *Borraginaceae*. Собран на каменистых участках в ущелье Геги в 1974 г. Довольно обычное на Кавказе растение, известное в Колхиде только из нескольких пунктов в Аджарии и Имеретии.

*Vulpia ciliata* (Danth.) Link.—сем. *Gramineae*. Собран на песчаных местах в Пицундском заповеднике в 1974 г. Типично средиземноморское эфемерное растение, увеличивающее список средиземноморцев в районе Пицундско-Мюссерского заповедника.

*Zacyntha verrucosa* Gaertn.—сем. *Compositae*. Собран на Кавакрукской возвышенности, примыкающей к Пицундскому мысу, в мае 1975 г. Новый род для флоры Кавказа. В СССР отмечается только для Южно-го Крыма, от Херсона до Алушты.

Академия наук Грузинской ССР  
 Сухумский ботанический сад

(Поступило 21.11.1975)

ა. კოლაკოვსკი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),  
 ვ. იაბროვა-კოლაკოვსკაია

### ახალი მონაცემები აფხაზეთის ფლორისათვის

რეზიუმე

აფხაზეთის ზღვისპირის დაბლობებში და მთის კალთებში სოხუმის ბოტანიკური ბაღის მიერ ჩატარებული კვლევითი მუშაობის შედეგად უკანასკნელ წლებში გამოვლინებულია 30-ზე მეტი უცნობი სახეობანი: ეს სახეობანი მიეკუთვნებიან 4 ჯგუფს: მეცნიერებაში ჯერ უცნობი, აფხაზეთის ბუნებრივი ფლორისათვის უცნობი, ზოგიერთი იშვიათი სახეობანი და ახლად შემოტანილი ადვენტური მცენარეები.

BOTANY

A. A. KOLAKOVSKY, V. S. YABROVA-KOLAKOVSKAYA  
 NEW EVIDENCE ON THE FLORA OF ABKHAZIA

Summary

Extensive studies carried out by the Sukhumi Botanical Gardens in the lowlands and foothills of Abkhazia have resulted in the identification of species previously unknown in the area. The newly discovered species fall into four groups: (a) hitherto unknown to science; (b) those unknown to Abkhazian natural flora; (c) some rare species, and (d) newly introduced adventitious plants. The regularities of the areal distribution of the latter have been ascertained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. С. Яброва-Колаковская, Е. М. Шенгелия. Труды Сухум. бот. сада, 19, 1973.
2. В. С. Яброва-Колаковская, Е. М. Шенгелия. Труды Сухум. бот. сада, 20, 1974.
3. Н. Цвелев. Бот. матер. Герб. Бот. ин-та АН СССР, 22, 1963.
4. А. А. Гроссгейм. Флора Кавказа, V, М., 1952.
5. Т. А. Гогисванидзе. Дисс., Тбилиси, 1972.

მ. ბაიუშვილი, ლ. გოზიჩაიშვილი

*PRUNUS DIVARICATA* LDB.-ს მტვრის მარცვლის მორფოლოგია

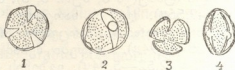
(წარმოადგინა აკადემიოსმა ვ. მენაბდემ 22.5.1975)

გვარ *Prunus*-ის მტვრის მარცვლის მორფოლოგია თითქმის შეუსწავლელია [1], ხოლო *Prunus divaricata* Ldb. ამ მხრივ სრულიად შეუსწავლელია. *Prunus divaricata* Ldb.-ის (ტყემალი) ციტოლოგიური გამოკვლევის შედეგად [2] დადგენილია, რომ ეს სახეობა გარდა დიპლოიდური ფორმებისა ( $2n=16$ ), აერთიანებს პოლიპლოიდურ ( $2n=48$ ) ტყემლებსაც. აქედან გამომდინარე საჭიროდ ჩავთვალეთ ამ სახეობის სხვადასხვა ფორმების მტვრის მარცვლის მორფოლოგიის შესწავლა.

მტვრის მარცვლის მორფოლოგია შევისწავლეთ და ყოველგვარი განაზომები ვაწარმოეთ აცტოლიზური მეთოდით [3] დამუშავებულ მასალაზე, ხოლო მორფოლოგიის დასაზუსტებლად დამატებით გამოვიყენეთ ლ. სძოლიანი ნოვატა-გ. გოლუბკოვას მეთოდი [4]. ნახატები შესრულდა PA-4 სახატავი აპარატით (გადიდება  $15 \times 40$ ). *Prunus divaricata* Ldb.-ს შესწავლილი დიპლოიდური ( $2n=16$ ), და პოლიპლოიდური ( $2n=48$ ) ფორმები მტვრის მარცვლის მორფოლოგიის მიხედვით საკმაოდ სხვაობენ, ამიტომ ჩვენ მოგვყავს მონაცემები ცალკეული მათგანის უფრო მკვეთრად განსხვავებული ვარიანტების შესახებ.

დიპლოიდური ფორმები: ტყემალი № 5 (თეთრიწყაროს რაიონი). მტვრის მარცვლის ფორმა ელიფსურია, სიგრძეა  $13,49\mu$ , ( $11,65-15,33\mu$ ), სიგანე  $6,19\mu$  ( $5,67-6,72\mu$ ), სამლარიან-ფორიანი ღარები ვიწროა  $2,31\mu$  ( $1,68-2,94\mu$ ) და გრძელი  $13,49\mu$  ( $11,65-15,33\mu$ ), ფორის დიამეტრია  $1,68\mu$  ( $1,26-2,1\mu$ ). ღარები თითქმის პოლუსამდე მიდის. ფორის ადგილას ექტეგზინის შრე საგრძნობლად მალღდება (ტაბულა 1, სურ. 4). ასეთი სურათი შესამჩნევია მტვრის მარცვლის ეკვატორულ მდებარეობაში. მარცვალს ახასიათებს თხელი ეგზინა კარგად შესამჩნევი შრიანობით. ზედაპირის ნახატი წვრილმარცვლოვან-ნაკადურია. (ტაბულა 1, სურ. 1, 2, 3, 4).

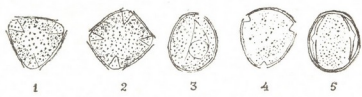
ტყემალი № 6 (ბორჯომის რაიონი). მტვრის მარცვლის ფორმა ელიფსურია. სიგრძეა  $13,12\mu$  ( $11,97-14,29\mu$ ) სიგანე  $5,99\mu$  ( $4,6-7,35\mu$ ). მტვრის მარცვალი სამლარიან-ფორიანია. ღარები ვიწროა  $2,1\mu$  ( $1,68-2,52\mu$ ) და გრძელი  $12,6\mu$  ( $11,73-13,86\mu$ ). ფორის დიამეტრია  $2,1\mu$  ( $1,68-2,52\mu$ ). ფორის დიამეტრი ღარის სიგანის ტოლია. ფორის ადგილას ექტეგზინის შრე საგრძნობლად მალღდება. მარცვალს ახასიათებს თხელი ეგზინა კარგად შესამჩნევი შრიანობით. ზედაპირის ნახატი წვრილმარცვლოვან-ნაკადურია.



ტაბულა № 1. *Prunus divaricata* (ტყემალი)  
 № 5,  $2n=16$

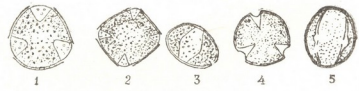
დიპლოიდური ტყემლები შესწავლილი ნიშნების ზომითი მაჩვენებლების მიხედვით ცვალებადობენ, უფრო მკვეთრი სხვაობა ფორის დიამეტრის სიგრძეში შეინიშნება. იგი  $2\mu$ -ზე ნაკლებია (ფორმა № 5) ან მეტი (ფორმა № 6).

პოლიპლოიდური ფორმები: ტყემალი № 2 (თეთრიწყაროს რაიონი). მტვრის მარცვლის ფორმა მომრგვალოა, პოლუსებისაკენ წაგრძელებული. სიგრძეა 10,7 $\mu$  (7,98—13,44 $\mu$ ), სიგანე 6,45 $\mu$  (5,46—7,35 $\mu$ ). მტვრის მარცვალი სამლარიაან-ფორიაანია, იშვიათად გვხვდება აგრეთვე ოთხლარიაან-ფორიაანი მარცვალი (ტაბულა 2, სურ. 2). ღარები შედარებით ფართოა (ტაბულა 2, სურ. 4), სიგრძეა 10,6 $\mu$  (8,40—13,23 $\mu$ ), სიგანე 2,83 $\mu$  (2,1—3,57 $\mu$ ). ფორა ყველა შესწავლილ ფორმებთან შედარებით დიდია — 2,83 $\mu$  (2,1—3,57 $\mu$ ) (ტაბულა 2, სურ. 3). ფორის დიამეტრი ღარის სიგანის ტოლია. ფორის მიდამოში ექტეგზინის შრე ოდნავ ამალეებულია. ფორის შექმნაში ორივე შრე მონაწილეობს, მხოლოდ ქვედა შრე ფორის არეში იხლიჩება. ზედაპირი არათანაბარმარცვლოვანია (ტაბულა 2, სურ. 1, 2, 3). გვხვდება როგორც წვრილი, ისე მსხვილი მარცვლები. უნდა აღინიშნოს, რომ პრეპარატზე ორივე მეთოდით დამუშავების შემთხვევაში ვხვდებით განსხვავებული სიდიდის მტვრის მარცვლებს, თუმცა მსხვილი მარცვალი ჭარბობდა.



ტაბულა № 2. *Prunus divaricata* (ტყემალი) № 2, 2n=48

ტყემალი № 1 (2n=48) (თეთრიწყაროს რაიონი). მტვრის მარცვალი მომრგვალოა, ოდნავ წაგრძელებული. სიგრძე 11,97 $\mu$  (10,5—13,4 $\mu$ ), სიგანე 7,14 $\mu$  (5,67—8,61 $\mu$ ). მტვრის მარცვლები არათანაბარი ზომისაა, გვხვდება საშუალო, დიდი და წვრილი მტვრის მარცვალი. მარცვალი სამლარიაან-ფორიაანია; იშვიათად გვხვდება ოთხლარიაან-ფორიაანიც. ღარი ღრმად არ მიდის პოლუსებამდე. ღარის სიგრძეა 10,24 $\mu$  (8,51—11,97 $\mu$ ), სიგანე 3,46 $\mu$  (2,1—4,83 $\mu$ ). ამ ფორმის მტვრის მარცვლის ფორის დიამეტრი თითქმის არ ცვალეუბადობს და იგი ყოველთვის უდრია 2,1 $\mu$ -ს, რაც აღრე აღწერილ ფორმებში არ ყოფილა შენიშნული. ეს ფაქტი იმაზე მიუთითებს, რომ ტყემლის ამ ფორმის მტვრის მარცვალი ამ ნიშნის მიხედვით შედარებით კონსტანტურია. ფორის შექმნაში მონაწილეობს ეგზინის ორივე შრე. აქედან ქვედა შრე ფორის არეში იხლიჩება, ხოლო ზედა ოდნავ აწეულია. მტვრის მარცვლის ზედაპირი მსხვილმარცვლოვან-ნაკადურია.



ტაბულა № 3. *Prunus divaricata* (ტყემალი) № 3, 2n=48

ტყემალი № 3 (2n=48) (თეთრიწყაროს რაიონი). მტვრის მარცვალი მომრგვალოა, ოდნავ წაგრძელებული (ტაბულა 3, სურ. 3, 5). სიგრძეა 10,6 $\mu$  (9,45—11,76 $\mu$ ), სიგანე 6,14 $\mu$  (4,83—7,56 $\mu$ ). მტვრის მარცვალი სამლარიაან-ფორიაანია, იშვიათად გვხვდება ოთხლარიაან-ფორიაანი მარცვალი (ტაბულა 3, სურ. 2). ფორის დიამეტრია 2,1 $\mu$  (1,26—2,94 $\mu$ ). ღარები შესამჩნევად მოკლეა 6,4 $\mu$  (5,04—7,77 $\mu$ ), და განიერი 3,78 $\mu$  (2,52—5,04 $\mu$ ). ეგზინის გარეთა შრე შედარებით სქელია შიგნითა შრეზე. ზედაპირი მსხვილმარცვლოვანია (ტაბულა 3). ამრიგად, პოლიპლოიდური ტყემლის მტვრის მარცვალი მომრგვალოა, პოლუსებისაკენ წაგრძელებული. მტვრის მარცვალი საკმაოდ მოზრდილია, ზედაპირი მსხვილმარცვლოვანია, სამლარიაან-ფორიაანია, გვხვდება ოთხლარიაან-ფორიაანიც. ღარის კონსტრუქცია მკრთალია. ფორის შექმნაში მონაწილე ზედა შრე მხოლოდ ოდნავ არის აწეული.

როგორც ირკვევა, მტერის მარცვლის შესწავლილი მორფოლოგიური ნიშნების მიხედვით თვალსაჩინო სხვაობა შეინიშნება ერთი მხრივ დიპლოიდურ, ხოლო მეორე მხრივ პოლიპლოიდურ ტყემლებში შემავალ ფორმებს შორის, მაგრამ ეს სხვაობა მხოლოდ ამ ნიშნების ზომით მაჩვენებლებში გამოიხატება.

რაც შეეხება სხვაობას დიპლოიდური და პოლიპლოიდური ტყემლების მტერის მარცვლის მორფოლოგიაში, იგი მეტად მკვეთრია, სახელდობრ, დიპლოიდური ტყემლის მტერის მარცვალი ელიფსურია, პოლიპლოიდურისა კი მომრგვალო პოლუსებისაკენ წაგრძელებული. დიპლოიდური ტყემლის მტერის მარცვლის ღარი გრძელია (11,23—13,4μ) და ვიწრო (2,31—2,62μ), პოლიპლოიდურისა კი მოკლე (6,4—10,71μ) და განიერი (2,83—3,78μ). დიპლოიდურ ტყემლებში ფორის დიამეტრი უფრო პატარაა (1,68—2,1μ), ვიდრე პოლიპლოიდურში (2,1—2,83μ). მტერის მარცვლის ზედაპირი წვილმარცვლოვანია, მასზე როდესაც პოლიპლოიდურ ტყემლებს მსხვილმარცვლოვანი ზედაპირი ახასიათებს. დიპლოიდური ტყემლის მტერის მარცვალი მხოლოდ სამდარიან-ფორიანია, პოლიპლოიდურში კი ოთხდარიან-ფორიანიც გვხვდება.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ბოტანიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 23.5.1975)

БОТАНИКА

Е. И. БАИАШВИЛИ, Л. К. ГОГИЧАИШВИЛИ

## МОРФОЛОГИЯ ПЫЛЬЦЫ У *PRUNUS DIVARICATA* LDB.

Резюме

В статье приведены результаты палиноморфологических исследований *Prunus divaricata* Ldb. из Картли (Грузинская ССР). Установлено, что полиплоидные формы ( $2n=48$ ) этого вида, помимо отличий от 16 исходных хромосомных форм ткемали, обнаруживают значительный полиморфизм по основным палиноморфологическим показателям.

BOTANY

E. I. BAIASHVILI, L. K. GOGICHAISHVILI

## MORPHOLOGY OF THE POLLEN GRAIN IN *PRUNUS DIVARICATA* LEDEB.

Summary

The paper is devoted to the results of palynomorphological studies of *Prunus divaricata* Ledeb. from Kartli (Georgian SSR). Apart from frequent distinctions in terms of the main palynomorphological indices, diploid ( $2n=16$ ) and polyploid ( $2n=48$ ) representatives of the species in question were found to display considerable polymorphism in these indices.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Андреев. С.-х. опытное дело, № 1 (7) — 2 (8), 1925—1926.
2. ე. ბაიაშვილი. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე. 69, № 1, 1973.
3. Г. Эрлتمان. Морфология пыльцы и систематика растений. М., 1956.
4. Л. А. Смолянинова, В. Ф. Голубкова. ДАН СССР, т. XXV, № 1, 1950.

## ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

В. И. МАЛОЛЕТНЕВ, З. А. ТЕЛИЯ

### ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ СНА СПОРТСМЕНОВ В НОЧЬ ПОСЛЕ СОРЕВНОВАНИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии С. П. Нарикашвили 10.6.1975)

Ранее нами были опубликованы результаты исследования влияния физических нагрузок [1] и предстартового напряжения [2] на структуру ночного сна спортсменов. В настоящей статье приводятся данные, полученные при изучении сна десяти спортсменов (мастера спорта по фехтованию, баскетболу, футболу, гимнастике, борьбе, плаванию, возраст 18—19 лет, спортивный стаж не менее 6 лет) в ночь после выступления на республиканских и всесоюзных соревнованиях. Описание методов регистрации и обработки полученных результатов приведено в работе [1].

При проведении данной серии опытов все испытуемые после выступления на соревнованиях спали в лаборатории. В тех случаях, когда соревнование продолжалось более одного дня, регистрация ночного сна проводилась после выступления. Для определения процентных соотношений разных стадий сна выводилось среднее значение для каждой стадии путем суммиции результатов всех послесоревновательных ночей. С целью выяснения сроков восстановления характера (паттерна) сна до исходного уровня заключительная регистрация сна каждого испытуемого проводилась не ранее чем через 2 дня после окончания соревнований.

Результаты, полученные для каждого испытуемого, и усредненные данные для всех испытуемых приведены в таблице. Сравнительный анализ процентных соотношений разных фаз сна во время фоновых регистраций и в ночь после соревнований показал, что наиболее выраженные изменения претерпевают стадии медленноволнового сна (МС). Так, отмечается отчетливое уменьшение стадии 2 МС (рис. 1); разница показателей фоновой и тестовой ночей в отдельных случаях достигала 11,5% (таблица, испытуемый 4). Наряду с этим, в ночь после соревнований наблюдалось увеличение продолжительности стадии 4 МС. Это увеличение было выражено настолько, что, несмотря на некоторое снижение процента стадии 3 МС, суммарный процент стадии 3+4 МС (наиболее глубокого сна) возрастал (24,2% в обычных условиях и 28,0% в ночь после соревнований — рис. 1,Б, В).

Относительная длительность эпизодов бодрствования и стадии 1 МС (наиболее поверхностный сон) в ночь после соревнований значительно не менялась. Что касается парадоксальной фазы сна (ПС), то в ночь после соревнований наблюдалось ее возрастание (таблица, рис. 1). В отдельных случаях такое возрастание было выражено чрезвычайно сильно (таблица, испытуемый 8). Однако в трех случаях (таблица, испытуемые 4, 5, 7) наблюдалось относительное снижение процента ПС.

Соотношение разных стадий ночного сна в обычных условиях и после выступления на соревнованиях

Стадия сна	0		I		II		III		IV		ПС		Двигательная активность		Тотальное время сна, в мин	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	5,2	5,7	5,6	5,1	31,1	26,0	27,4	22,3	8,3	15,3	17,2	19,3	6,1	6,3	533	512
2	4,2	4,8	6,9	6,6	41,3	34,6	13,8	11,4	9,5	16,2	17,9	19,8	6,3	7,6	545	521
3	2,5	3,4	13,8	12,5	37,7	31,4	16,6	12,3	9,5	15,8	17,6	18,8	3,8	5,8	551	528
4	6,7	3,7	3,2	2,6	38,8	27,3	9,6	11,4	11,6	24,8	25,3	24,7	4,7	5,5	448	404
5	5,2	4,1	10,7	10,4	28,4	30,7	11,1	8,4	16,8	20,3	24,6	21,1	3,2	5,1	581	502
6	5,8	6,1	11,5	11,1	41,3	32,7	11,5	4,7	5,9	13,7	18,7	24,4	4,3	7,3	440	423
7	4,6	6,0	6,2	8,4	36,2	31,5	16,6	14,2	11,8	17,2	18,2	14,5	6,4	8,2	498	452
8	2,5	3,1	16,8	14,6	36,3	22,3	16,6	18,8	4,2	6,1	16,5	32,5	7,1	2,6	416	334
9	6,6	2,7	7,2	4,5	34,9	41,7	10,1	14,8	9,5	7,0	26,8	25,4	4,9	3,9	468	446
10	5,2	6,1	9,4	11,2	37,7	27,1	13,4	10,1	9,4	15,0	17,1	20,2	7,8	10,3	521	501
Среднее	4,8± 1,4	4,6± 1,4	9,1± 4,3	8,7± 4,1	36,4± 4,4	31,5± 5,6	14,6± 5,6	13,0± 5,3	9,6±3,6	15,0±5,6	20,1±4,1	22,0±5,1	5,5±1,5	6,3±2,5	500±58	462±64

В графе 1 приводится среднее значение (%) каждой стадии по отношению к общему времени сна, выведенное по данным трех контрольных ночей, в графе 2—то же для сна, зарегистрированного в ночь после соревнований. Классификация стадий сна в соответствии со стандартом [3].



Анализ средней продолжительности отдельного цикла сна и количества законченных циклов показал, что в ночь после соревнований количество таких циклов может возрастать (3, 6 при фоновой регистрации, 4, 6 — в ночь после соревнований). При этом, однако, средняя продолжительность каждого цикла несколько снижалась (109 мин в обычных условиях, 98 мин в ночь после соревнований), что приводило к снижению тотальной продолжительности ночного сна (см. таблицу).

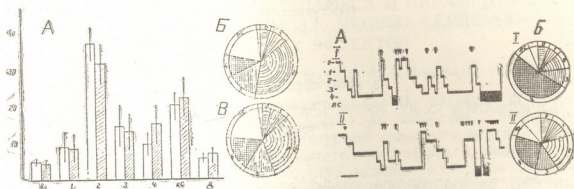


Рис. 1. Изменение процентных соотношений стадий сна в ночь после соревнования. А — % стадии сна до (белые колонки) и после (заштрихованные колонки) выступления на соревнованиях. По ординате — % по отношению к тотальному времени сна, по абсциссе — стадии сна (Д — время, занятое движениями тела). Б, В — удельный вес каждой стадии в ночном сне испытуемых (Б — в нормальных условиях, В — после соревнований). Стадии сна обозначены цифрами в соответствующих секторах

Рис. 2. А — изменение структуры I цикла сна после выступления на соревнованиях (на примере испытуемого 5). I — структура I и II циклов сна во время фоновой регистрации (третья ночь). II — структура I цикла сна после выступления на соревнованиях. Слева обозначены стадии сна. Треугольниками отмечены движения тела. Масштаб времени — 20 мин. Б — удельный вес разных стадий сна по отношению к тотальной длительности I цикла. I — данные фоновой регистрации, II — после выступления на соревнованиях. Стадии сна обозначены в соответствующих секторах. Зачерненный сектор — время, занятое движениями тела

При анализе структуры каждого цикла сна было обнаружено, что в ночь после соревнований наиболее выраженные изменения претерпевает I цикл: практически у всех испытуемых (исключение — испытуемый 5) наблюдалось возрастание процента стадий I и 2 МС и уменьшение стадии 4 МС. Особенно важным нам представляется тот факт, что в ночь после соревнований значительно увеличивается время от момента засыпания до наступления первого ПС (рис. 2). Отмечается также выраженное усиление двигательной активности на протяжении I цикла (рис. 2).

Описанная тенденция изменения процентных соотношений разных стадий сна в ночь после соревнований наблюдалась у всех испытуемых независимо от удачного или неудачного исхода соревнований. Следует отметить, однако, что в случае неудачного исхода (испытуемые

3, 4, 8) изменения структуры I цикла сна были выражены особенно отчетливо.

Восстановление характера сна до исходного уровня у всех без исключения испытуемых наблюдалось уже на второй день после окончания соревнований.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт физиологии

Грузинский государственный  
институт физической  
культуры

(Поступило 13.6.1975)

აღმნიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ვ. მალოლეთნევი, ზ. თელია

სპორტსმენის ღამის ძილის სტრუქტურის ცვლილება შეჯიბრების შემდეგ

რეზიუმე

პოლიფიზიოგრაფიული რეგისტრაციის მეთოდით შევისწავლეთ ძილის სტრუქტურის ცვლილება სპორტის სხვადასხვა სახეობის ათ ოსტატზე პასუხსაგები შეჯიბრებების შემდეგ ღამეს. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი ცვლილებები გამოიხატებოდა ნელტალღოვანი ძილის (ნძ) მეორე და მესამე სტადიების შემოკლებაში, ნძ-ის მეოთხე სტადიის გაზრდაში და პარადოქსული ძილის (პძ) ხანგრძლივობის შედარებით გადიდებაში. ამ დროს განსაკუთრებულად გამოხატულ ცვლილებებს განიცდიდა ძილის პირველი ციკლი: აღნიშნულია ნძ-ის პირველი და მეორე სტადიების ხანგრძლივობის გაზრდა, ნძ-ის მეოთხე სტადიის შემცირება და პძ-ის პირველი ციკლის ლატენტიური პერიოდის მნიშვნელოვანი გადიდება.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

V. I. MALOLETNEV, Z. A. TELIA

CHANGES IN THE STRUCTURE OF SLEEP IN ATHLETES IN THE NIGHT AFTER COMPETITION

Summary

Changes in the structure of sleep in the night after a competition were studied in 10 athletes by means of polyphysiographic recording. Changes were evidenced by the shortening of stages 2 and 3 and lengthening of stage 4 and that of paradoxical sleep (in terms of the total time of sleep). The most prominent alterations were expressed in the first cycle of sleep: an increase in the amount of stages 1 and 2, a decrease in that of stage 4 and a significant lengthening of the time of the onset of paradoxical sleep were observed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Малолетнев, З. А. Телия. Сообщения АН ГССР, 77, № 2, 449.
2. В. И. Малолетнев, З. А. Телия. Сообщения АН ГССР, 77, № 3, 693.
3. A. Rechtshaffen, A. Kales (eds). A Manual of Standardized Terminology, Techniques and Scoring System for Sleep Stages of Human Subjects. US Department of Health, 1968.



ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Г. С. ГВИШИАНИ, Д. А. КВАЧАДЗЕ

**ОБ УЧАСТИИ ЗАДНЕГО ГИПОТАЛАМУСА И ПАРАМЕДИАННЫХ  
 ЯДЕР В РЕАЛИЗАЦИИ МОЗЖЕЧКОВЫХ СЕРДЕЧНО-  
 СОСУДИСТЫХ ЭФФЕКТОВ**

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурадзе 15.10.1975)

В наших предыдущих исследованиях [1—4] изучена функциональная взаимозависимость кровельного ядра мозжечка с аппаратом кровообращения и различными структурами головного мозга, причем показано, что кровельные сосудодвигательные эффекты реализуются при участии адренореактивных структур мезенцефалической области. Одновременно с этим высказано предположение, что, кроме известных кровельно-ретикуло-гипоталамических связей, существуют и прямые фастигио-гипоталамические пути.

В данной работе изучена роль заднего гипоталамуса и парамедианных ядер в осуществлении мозжечковых сердечно-сосудистых эффектов.

Опыты ставились на взрослых котах и кроликах, обездвиженных д-тубокурарином (0,02 мг/кг), диплацином (4—6 мг/кг) или листеноном (0,05 мг/кг). Константановые биполярные электроды с диаметром неизолированного кончика 0,1—0,125 мм вживлялись в кровельное ядро, задний гипоталамус, парамедианное ядро и мезенцефалическую ретикулярную формацию. Локализация электродов в глубинных структурах мозга определялась пропусканием постоянного тока 3—5 мА в течение 30—60 сек. Стимуляция кровельного ядра и заднего гипоталамуса производилась прямоугольными импульсами продолжительностью 0,1—0,5 мсек, частотой 50—250 гц в течение 10 сек.

Опыты показали, что на кошках на фоне электролитического разрушения заднего гипоталамуса высокочастотная стимуляция (5 в) кровельного ядра вызывала лишь слабовыраженное нарушение сердечного ритма в виде единичной экстрасистолии и синусовой брадикардии. В экспериментах же, в которых стимуляция кровельного ядра проводилась на фоне электролитического разрушения парамедианных ядер, нарушения сердечного ритма вовсе не наблюдались (рис. 1). Не обнаруживалось также и повышение артериального давления, которое всегда развивается у интактных кошек при стимуляции кровельного ядра. Данные наших опытов в отношении изменения системного артериального давления совпадают с высказываниями и других авторов [5].

Результаты анализа полученных данных позволяют сделать заключение, что задний гипоталамус вовлечен в реализацию кровельных эффектов на сердце и сосуды и эти эффекты реализуются при обязательном участии парамедианных ядер.

В следующей серии опытов изучался характер вызванных потенциалов, отводимых от мезенцефалической ретикулярной формации и

заднего гипоталамуса при раздражении кровельного ядра одиночными импульсами (рис. 2).

Из рис. 2 видно, что при стимуляции кровельного ядра мозжечка одиночными импульсами от заднего гипоталамуса отводятся вызванные потенциалы с коротким латентным периодом (порядка 3—5 мсек) и высокой амплитудой. Такую же форму имеют вызванные потенциалы, отводимые и с мезенцефалической ретикулярной формации.

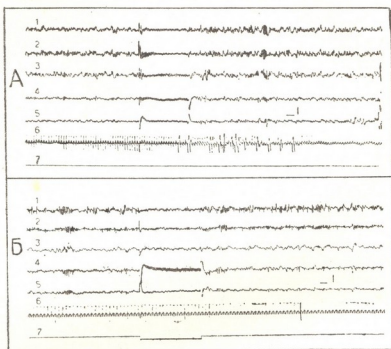


Рис. 1. Влияние высокочастотной стимуляции кровельного ядра мозжечка на ЭЭГ и ЭКГ: А — до и Б — после электролитического разрушения парамедианных ядер, 1, 2 — сенсомоторная область, 3 — задний гипоталамус, 4 — мезенцефалическая ретикулярная формация, 5 — гигантоклеточное ядро, 6 — электрокардиограмма

Эти данные позволяют считать, что функциональные связи каждой из исследованных нами структур головного мозга самостоятельны и при

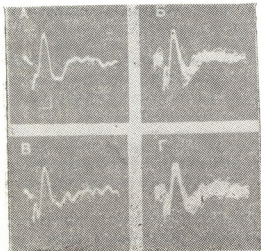


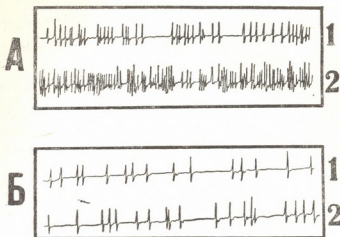
Рис. 2. Вызванные потенциалы: А, Б — с мезенцефалической ретикулярной формации, Г, Д — с заднего гипоталамуса при стимуляции кровельного ядра одиночными импульсами

этом кровельное ядро мозжечка должно быть связано с мезенцефалической ретикулярной формацией и задним гипоталамусом моно- или олигосинаптическим путем.

С целью изучения роли симпатической нервной системы в осуществлении кровельных сердечно-сосудистых эффектов исследовалась также электрическая активность в почечном нерве (рис. 3).

Как видно из рис. 3, при стимуляции кровельного ядра электрическая активность почечного нерва резко возрастает, а аминазин (3—5 мг/кг), подавляя электрическую активность самого нерва, блокирует и кровельный эффект.

Рис. 3. Электрическая активность в почечном нерве при высокочастотной стимуляции кровельного ядра мозжечка: А — интактной кошки, Б — на фоне аминазина, 1 — до стимуляции, 2 — во время стимуляции



Подводя итог всему вышеизложенному, можно заключить, что в осуществлении кровельных эффектов на сердце и сосуды главная роль принадлежит парамедианным ядрам, в реализацию этих сдвигов вовлечены также задний гипоталамус и ретикулярная формация мезенцефалической области; кровельное ядро мозжечка имеет самостоятельные функциональные связи как с адренореактивными структурами мезенцефалической области, так и с задним гипоталамусом.

Тбилисский государственный  
медицинский институт

(Поступило 23.10.1975)

აბაშიანი და ცხომელთა ფიზიოლოგია

ბ. გვიზიანი, დ. კვაჭავაძე

შპანა ჰიპოთალამუსისა და პარამედიალური ბირთვების მონაწილეობის შესახებ ფასტიგიალური გულ-სისხლძარღვთა ეფექტების რეალიზაციაში

რეზიუმე

უნარყოზო კატებსა და კურდღლებში ცდებით გამოირკვა, რომ ნათხემის ფასტიგიალური ბირთვის სტიმულაცია იწვევს სისტემური არტერიული წნევის აწევასა და გულის რიტმის დარღვევას. აღნიშნული ფასტიგიალური ეფექტების განხორციელებაში მთავარი ადგილი უჭირავს რეტოკულარულ პარამედიალურ ბირთვს. ამ ეფექტების რეალიზაციაში მონაწილეობს აგრეთვე შპანა ჰიპოთალამუსი და მეზენცეფალური ადრენორეაქციული სისტემა.

G. S. GVISHIANI, D. A. KVACHADZE

 THE ROLE OF THE POSTERIOR HYPOTHALAMUS AND  
 PARAMEDIAN NUCLEI IN THE REALIZATION OF THE  
 CEREBELLAR CARDIOVASCULAR FASTIGIAL EFFECTS

## Summary

Experiments involving unanaesthetized cats and rabbits have demonstrated that stimulation of the cerebellar fastigial nucleus causes characteristic changes in the arterial pressure and heart rhythm.

The reticular paramedian nucleus plays the leading role in the realization of these effects. The posterior hypothalamus and the mesencephalic adrenergic system also participate in the realization of these effects.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. А. Цкиманаури, Г. С. Гвишиани, Д. А. Квачадзе. Материалы Республиканской расширенной конференции фармакологов Грузии. Тбилиси, 1971, 56.
2. Д. А. Квачадзе. Сообщения АН ГССР, 75, № 1, 1974, 149—153.
3. Д. А. Квачадзе. Сообщения АН ГССР, 77, № 1, 1975, 177—180.
4. Г. С. Гвишиани, Д. А. Квачадзе. Тез. докл. XII съезда Всесоюзного физиологического общества, Тбилиси, 1975, 2, 65—66.
5. M. Miura, D. Reis. Brain Research 13, 1959, 595—599.



УДК 577.1+582.475.2

БИОХИМИЯ

Э. Д. ТУКВАДЗЕ, В. В. ЧУБИНИДЗЕ

**КАТЕХИНЫ КОРЫ ПИХТЫ КАВКАЗСКОЙ**

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 10.11.1975)

Широкое распространение и многообразие функций катехинов в растениях, а также их большое практическое значение привлекают все большее внимание исследователей. Эти вещества, как известно, отличаются высокой биологической активностью: укрепляют стенки кровеносных сосудов [1, 2], проявляют антилейкемическую и противоопухолевую активность [3], обладают радиносенсибилизирующими свойствами [4] и т. д. Поэтому изыскание новых природных источников катехинов — вопрос весьма актуальный.

В связи с этим пихта кавказская, занимающая около 6% всей лесной площади Кавказа [5], представляет важный объект для изучения.

Цель проведенной работы заключалась в выделении и идентификации катехинов из коры пихты кавказской (*Abies nordmanniana*).

Материал для исследования был взят в Недзвисхеви Боржомского района Грузинской ССР.

Анализируемый материал измельчали и экстрагировали 80%-ным этанолом, экстракт упаривали в вакууме при 50° до малого объема, после чего добавляли воду, промывали хлороформом и экстрагировали этилацетатом. Экстракт упаривали досуха в вакууме при 50° и получали суммарный препарат полифенольных соединений, выход которых составлял 5%.

Суммарный препарат полифенольных соединений из коры пихты кавказской был разделен на фракции методом адсорбционной хроматографии на колонке (120×3 см) полиамидного сорбента [6, 7]. Был проведен качественный анализ фракций, элюирующихся 60%-ным этанолом, количество сухих веществ в которых составляло 0,870 г. Для выявления катехинов были применены: качественные реакции с ванилиновым реактивом [8] и с этанольным раствором п-толуолсульфокислотой [9], двумерная хроматография на бумаге, при которой в качестве растворителей использовались н-бутанол-уксусная кислота-вода (4:1:5 верхний слой) и 2%-ная уксусная кислота [10]. На хроматограммах были получены три хорошо выраженных пятна различных катехинов.

Для выделения индивидуальных катехинов анализируемый раствор наносили на хроматографическую бумагу в виде полос. Растворитель — н-бутанол-уксусная кислота-вода (4:1:5 верхний слой). На хроматограммах получали полосы с  $R_f$ : I—0,66, II—0,58 и III—0,50. Полосы вырезали, идентичные полосы объединяли, измельчали и трижды экстрагировали водонасыщенным диэтиловым эфиром. После объединения экстракты отфильтровывали и упаривали в вакууме досуха при температуре 20—25°. Окончательную сушку веществ проводили в ва-

куум-эксикаторе над фосфорным ангидридом. Получали сухие порошки в количестве: I—0,04 г, II — 0,25 г и III — 0,018 г.

Таблица 1

Наименование веществ	Хроматография на бумаге						УФ- спектро- скопия ММК
	Значение $R_F$ в разных системах растворителей			Окраска на хроматограммах			
	2%-ная $\text{CH}_3\text{COOH}$	n-Бутанол- уксусная кислота- вода (4 : 1 : 5)	15%-ная $\text{CH}_3\text{COOH}$	Ванилино- вый реактив	Железо- -аммоний- ные квасцы	n-Толуол- сульфо- кислота	96%-ный этанол
Вещество I Аутентичный (+) катехин	0,44	0,66	0,50	Красная	Зеленая	Желто-кор.	275
	0,44	0,66	0,50	Красная	Зеленая	Желто-кор.	275
Вещество II Аутентичный (-) эпикатехин	0,33	0,58	0,44	Красная	Зеленая	Желто-кор.	278
	0,33	0,58	0,44	Красная	Зеленая	Желто-кор.	278
Вещество III Аутентичный галлокатехин	0,27	0,50	0,45	Красная	Синяя	Желто-кор.	272
	0,27	0,50	0,45	Красная	Синяя	Желто-кор.	272

Индивидуальные вещества идентифицировались следующими методами: ультрафиолетовой спектроскопией на спектрофотометре

Таблица 2

## Щелочное расщепление анализируемых веществ

Наименование	Хроматография на бумаге			
	Значение $R_F$ в разных системах растворителей		Окраска на хромато- граммах	
	2%-ная $\text{CH}_3\text{COOH}$	n-Бутанол-уксус- ная кислота-вода (4 : 1 : 5)	Ванилиновый реактив	Диазотирован- ный p-нитро- анилин
Продукты расщепления первого вещества:				
I	0,60	0,71	Розовая	—
II	0,50	0,81	—	Красно-кор.
Аутентичный флороглюцин	0,60	0,71	Розовая	—
Аутентичная протокатеховая кислота	0,50	0,81	—	Красно-кор.
Продукты расщепления второго вещества:				
I	0,60	0,71	Розовая	—
II	0,50	0,81	—	Красно-кор.
Аутентичный флороглюцин	0,60	0,71	Розовая	—
Аутентичная протокатеховая кислота	0,50	0,81	—	Красно-кор.

СФ-4А и в 96%-ном этаноле, хроматографией на бумаге с аутентичными веществами в различных системах растворителей, специфичной ка-



чественной реакцией с ванилиновым реактивом, железо-аммонийными квасцами и *p*-толуолсульфонокислотой. Для веществ I и II были также проведены щелочное расщепление с плавлением индивидуальных катехинов с КОН в токе азота [3] и инфракрасная спектроскопия на спектрофотометре UR-10 в области 400—40000 см<sup>-1</sup>.

Результаты исследований приведены в табл. 1 и 2.

Таким образом, на основании приведенных данных можно заключить, что кора пихты кавказской содержит три катехина: I — (+)катехин, II — (—) эпикатехин, III — по нашему предположению, (+)галлокатехин.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт биохимии растений

(Поступило 20.11.1975)

ბიოქიმია

თ. ტუყვაძე, ვ. ჩუბინიძე

კავკასიური სოჭის ქერქის კატეხინები

რეზიუმე

კავკასიური სოჭის (*Abies nordmanniana*) ქერქიდან მიღებულია ფენოლურ ნაერთთა ჯამური პრეპარატი, საიდანაც ქრომატოგრაფიული, სპექტროფოტომეტრული მეთოდებისა და სპეციფიკური ქიმიური რეაქციების გამოყენებით გამოყოფილია სამი კატეხინი, რომელთა შორის იდენტიფიცირებულია (+)კატეხინი და (—)ეპიკატეხინი. გამოთქმულია ვარაუდი, რომ მესამე ნივთიერება წარმოადგენს (+)გალოკატეხინს.

BIOCHEMISTRY

E. D. TUQVADZE, V. V. CHUBINIDZE

CATECHINS OF THE CAUCASIAN FIR

Summary

A total preparation of phenolic compounds has been obtained from the cortex of the Caucasian fir (*Abies nordmanniana*). Using the methods of chromatography and spectrophotometry and by means of specific chemical reactions three catechins have been isolated from this preparation. Two of these have been identified as (+) catechin and (—) epicatechin. It is suggested that the third is (+) galocatechin.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. В. Дурмишидзе. Дубильные вещества и антоцианы в виноградной лозы и вина. М., 1955.
2. М. Н. Запрометов. Основы биохимии фенольных соединений. М., 1974.

3. С. М. Верменичев, О. А. Кабиев, Н. П. Коновалова, Г. Н. Богданов, Н. М. Эмануэль. Изв. АН Каз. ССР, сер. биол., № 4, 1969.
4. О. К. Кабиев, С. М. Верменичев, Е. К. Яибергенов. Радиобиология. Информ. бюлл., № 12, 1969.
5. А. А. Гроссгейм. Растительные ресурсы Кавказа. Баку, 1946.
6. Н. П. Максютин, Д. Г. Колесников. ДАН СССР, 142, № 5, 1962.
7. В. И. Литвиненко, Н. П. Максютин, Д. Г. Колесников. Мед. пром. СССР, № 3, 40, 1962.
8. М. Н. Запрометов. Биохимия катехинов. М., 1964.
9. В. С. Грюнер, М. С. Ульянова, Н. В. Захарова, Г. Д. Селезнева. Прикладная биохимия и микробиология, 7, № 4, 1971.
10. В. А. Н. Roberts. The Chemistry of Vegetable Tannins. Crayton, 1956.



მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

დ. პატარაია, მ. მაზაპარიანი, ჯ. ანლი, დ. ტარყაშვილი

**არაგვის ხეობის ნიადაგებში აქტინომიცეტების გავრცელება და მათი ანტაგონისტური თვისებები**

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. კეცხოველმა 24.4.1975)

აქტინომიცეტები ბუნებაში ფართოდ არიან გავრცელებულნი და ჩვენი პლანეტის უძველეს ბინადართ მიეკუთვნებიან. მათი ბიოლოგიური თვისებების შესწავლა მრავალი მეცნიერის ყურადღების ცენტრშია. საქართველოს ნიადაგებში აქტინომიცეტთა გავრცელების კანონზომიერების დადგენა და ანტაგონისტური თვისებების შესწავლა საშუალებას მოგვცემს გამოვავლინოთ ახალი სახეობის აქტინომიცეტები — ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების პროდუცენტები. სსრ კავშირის ნიადაგებში აქტინომიცეტების გავრცელების კანონზომიერებანი შესწავლილია ნ. კრასილნიკოვისა და სხვ. მიერ [1]. საქართველოს სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებში აქტინომიცეტთა გავრცელება, მათი ანტაგონისტური თვისებები განხილულია დ. პატარაიას შრომებში [2, 3].

ჩვენ მიზნად დავისახეთ შევესწავლა არაგვის ხეობის ზოგიერთ ნიადაგში აქტინომიცეტების გავრცელება, მათი ანტაგონისტური თვისებები და ჯგუფობრივი შედგენილობა. არაგვის ხეობის სხვადასხვა მიდამოებში 1972—1974 წლის ივლის-აგვისტოში 0—20 სმ სიღრმეზე ავიღეთ ნიადაგის 50-მდე ნიმუში (1000—2900 მ<sup>2</sup> ზ. დ.). ტყის ყომრალ, ტყის ნეშომპალა, ტყე-მდელოს, მდელოს, მდელოს წაბლა, მდელოს რუხი, მთა-მდელოს და თიხნარ ქველორდიან ნიადაგებში. ნიადაგების ნიმუშების დამუშავება, ბაქტერიებისა და აქტინომიცეტების საერთო რაოდენობის დადგენა, მათი მორფოლოგიური და კულტურალური თვისებების შესწავლა წარმოებდა იმ მეთოდებით, რომელიც ნ. კრასილნიკოვისა და მისი თანამშრომლების მიერაა აღწერილი [4]. ანტაგონისტური თვისებების შესასწავლად გამოვიყენეთ შემდეგი ტესტ-ორგანიზმები: *Staphylococcus aureus*, *Bacillus tumofaciens*, *Bacillus michiganens*, *Bacterium coli*, *Sarcina lutea*, *Candida albicans*, *Saccaromyces cereviceae*, *Verticillium dahliae*, *Fusarium vasinfectum*, *Sclerotia bataticola*.

ზღვის დონიდან სხვადასხვა სიმაღლეზე აღებულ ტყის ყომრალი ნიადაგის ნიმუშებში გამოვლინდა, რომ სიმაღლის მატებასთან ერთად მცირდება მიკროორგანიზმთა და აქტინომიცეტთა საერთო რაოდენობა, ხოლო ტყის ნეშომპალა, მთა-მდელოს ნიადაგებში მათი რაოდენობა მატულობს. ბურსაკილის, გომეწარის მიდამოებსა და ლაკათხევის სათავეებიდან აღებულ ნიადაგის ზოგიერთ ნიმუშში აქტინომიცეტები არ იქნა გამოვლინებული. სხივოსანი სოკოები ყველაზე მეტი რაოდენობით ახალსოფლისა და გულდამაყრის მიდამოებში არიან გავრცელებულნი (იხ. ცხრილი). ტყის ყომრალ, ტყის ნეშომპალა, ტყე-მდელოს, მდელოს, მდელოს წაბლა; მდელოს რუხი, მთა-მდელოს და თიხნარ-ქველორდიანი ნიადაგებიდან გამოყოფილია აქტინომიცეტის 34 კულტურა. მორფოლოგიური და კულტურალური თვისებების შესწავლის საფუძველზე დადგინდა, რომ არაგვის ხეობის ნიადაგებში გავრცელებულია *Griseus*, *Fradidae*, *Chromogenus*, *Violaceus*, *Albus* და *Globisporus*-ის ჯგუფის აქტინომიცეტები. რუხი ფერის აქტინომიცეტები გავრცელებულნი არიან ტყის ყომრალ,

ტყის ნეშომპალა, მთა-მდელოსა და მდელოს ნიადაგებში. ჩვენ შესწავლეთ 12 კულტურა, რომელთა შორის 90% მოქმედებს გრამდადებით ბაქტერიებზე, ხოლო 20% გრამუარყოფითზე. საფურების, სოკოების და მიკობაქტერიების მიმართ შტამები აქტიურნი არ არიან. ვარდისფერი აქტინომიცეტები გვხვდებიან ტყის ყომრალ და მთა-მდელოს ნიადაგებში. ჩვენს მიერ შესწავლილი 10 შტამიდან გრამდადებითი ბაქტერიების მიმართ ანტაგონისტები არიან 33,3%, ხოლო გრამუარყოფითის მიმართ 22,2%. იისფერი აქტინომიცეტები გავრცელებულნი არიან მდელოს და მდელოს წაბლა ნიადაგებში. შესწავლილი სამი კულტურა არ არის აქტიური ჩვენს მიერ გამოცდილი არც ერთ ტესტ-მიკრობის მიმართ. მურა ფერის აქტინომიცეტები გვხვდებიან ტყის ყომრალ, მთა-მდელოს და მდელოს ნიადაგებში, საიდანაც გამოყოფილია 6 კულტურა, რომელთა შორის 66,6% მოქმედებს გრამდადებით, ხოლო 50% გრამუარყოფით ბაქტერიებზე. სოკოების, მიკობაქტერიებისა და საფურების მიმართ შტამები აქტივობით არ ხასიათდებიან. თეთრი ფერის აქტინომიცეტები გავრცელებულნი არიან მდელოს, მთა-მდელოს, ტყის ყომრალ ნიადაგებში. შესწავლილი 3 კულტურიდან ყველანი აქტიურნი არიან გრამდადებითი ბაქტერიების მიმართ, ხოლო 1 შტამი ამქვანებს აქტივობას გრამუარყოფითი ბაქტერიების მიმართ.

ნიადაგის ტიპი	სიმაღლე ზღვის დონიდან, მ	ბაქტერიების საერთო რაოდენობა 1 გ მშრალ ნიადაგში ხორც-პეტონიან აგარზე	აქტინომიცეტების რაოდენობა გლუკოზიან საკვებ არეზე	ნიადაგის ნიმუშის აღების აღივანი
ტყის ყომრალი	1500	415.475	273.396	ბურსაჭილი მალარსკარის მიდამოები გომეწარი ხანდოს ხეობა ბურსაჭილი
	1500	138.773	206.695	
	1600	95.436	20.921	
ყომრალი	2000	182.867	52.219	ბურსაჭილი
	2900	30.304	0	
ტყის ნეშომპალა	1000	531.120	18.192	მალარსკარის მიდამოები ახალსოფელი
	1500	28.189.887	6.526.853	
ტყე-მდელოს	1900	29.091.170	0	ლაკიბეგის სთავეები გომეწარის მიდამოები
	2200	46.352	22.676	
მდელოს	1550	469.281	191.616	სოდევი ლომისი ხანდოს ხეობა
	2350	13.214.753	2213.115	
	2500	9.487.019	24.038	
მდელოს წაბლა	1500	25.000.000	800.000	პაბიანთხევი
მდელოს რუხი	2500	7.348.483	2500	ბაკურხევი
მთა-მდელოს	1900	24.390	0	გომეწარის მიდამოები გულამაყარი, საორბე
	2000	6.635.796	1.728.982	
თიხნარ-ქველარლიანი	1200	561.842	89.385	სოდევი

აქტინომიცეტთა ანტიმიკრობული სპექტრის შესწავლამ გამოავლინა, რომ არაგვის ხეობის ნიადაგებში გავრცელებულ სხივისან სოკოებს შორის უფრო მეტია აქტიური შტამები გრამდადებითი ბაქტერიების მიმართ — 68%, ხოლო

გრამუარყოფითზე მოქმედებს შედარებით მცირე რაოდენობა აქტინომიცეტებისა — 17%. სოკოების, საფუარების და მიკობაქტერიების მიმართ აქტინომიცეტები აქტივობას არ ამჟღავნებენ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ბოტანიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 8.5.1975)

МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

Д. Т. ПАТАРАЯ, М. З. МАЧАВАРИАНИ, Д. М. АНЕЛИ, Д. В. ТАРКАШВИЛИ

РАСПРОСТРАНЕНИЕ АКТИНОМИЦЕТОВ В ПОЧВАХ  
АРАГВСКОГО УЩЕЛЬЯ И ИХ АНТАГОНИСТИЧЕСКИЕ  
СВОЙСТВА

Резюме

Установлено, что в почвах Арагвского ущелья встречаются актиномицеты следующих групп: *Griseus*, *Fradiae*, *Chromogenus*, *Violaceus*, *Globisporus* и *Albus*. Наиболее распространены актиномицеты — антагонисты по отношению к грамположительным бактериям — 68%, а на грамотрицательные воздействует сравнительно малое их количество — 17%. Актиномицеты не проявляют активности по отношению к грибам, микобактериям и дрожжам.

MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

D. T. PATARAIA, M. Z. MACHAVARIANI, D. M. ANELI, D. V. TARKASHVILI

DISTRIBUTION OF ACTINOMYCETES IN THE SOILS OF THE  
ARAGVI VALLEY AND THEIR ANTAGONISTIC CHARACTERISTICS

Summary

In the soils of the Aragvi valley the following groups of actinomycetes have been found to occur: *Griseus*, *Fradiae*, *Chromogenus*, *Violaceus*, *Globisporus* and *Albus*. The most widespread are actinomycetes—antagonists to the grampositive bacteria (68%), but antagonists to gramnegative ones are comparatively rare (17%). Actinomycetes which suppress fungi, mycobacteria and yeasts have not been identified.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. А. Красильников, А. Н. Коренько, О. И. Артамонова. Микробиология, XXII, 1953.
2. Д. Т. Патарая, А. Г. Кучаева. Сообщения АН ГССР, XXVI, № 2, 1967.
3. დ. პატარაია, ნ. დუტშიშვილი, ნ. რამიშვილი. საქართველოს მაღალმთიანი ზონის ზოგიერთ ნიადაგში აქტინომიცეტების გავრცელების შესწავლისათვის. საქ. სსრ მეცნ. აკად. მოამბე, 64, № 2, 1971.
4. Н. А. Красильников. Лучистые грибки. М., 1970.



ЭНТОМОЛОГИЯ

М. В. СТОЛЯРОВ

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ПРЯМОКРЫЛЫХ НАСЕКОМЫХ  
 (ORTHOPTERA) ГРУЗИИ

(Представлено академиком Л. А. Канчавели 26.6.1975)

Прямokрылые насекомые Грузии в фаунистическом отношении изучены относительно полно в основном благодаря работам Р. Ф. Савенко ([3] и др.). Однако некоторые районы республики обследованы недостаточно. В течение 1972—1974 гг. нам удалось собрать здесь ряд видов, мало изученных или не отмеченных ранее для данной территории.

*Paranocaracris granosus* Mists.

Западная Грузия, Мингрелия, окрестности пос. Лебарде, склоны с субальпийской растительностью, 2200—2500 м н. у. м., 6.VII.1974, 3♂♂.

Вид был описан Л. Л. Мищенко [2] по самкам из Западной Грузии (Мингрелия) без более точного указания местонахождения. Поскольку самцы этого вида неизвестны, мы приводим их описание.

Самец среднего для рода размера. Голова с умеренно наклонным лбом (у одного из самцов — с сильно наклонным). Лобное ребро с бороздкой и с постепенно расходящимися к наличнику краями, с небольшой выемкой у срединного глазка. Вершина темени окаймлена ребрышком, прямоугольная, в профиль не закруглена и образует с лобным ребром прямой угол. Темя широкое, его ширина между глазами не меньше вертикального диаметра глаза. Глаза небольшие, округлые, их вертикальный диаметр почти равен горизонтальному. Усики 11—12-члениковые. Переднеспинка окаймлена валиком, с ясными боковыми киями и резким, не пересеченным поперечной бороздой срединным килем. Срединная бороздка кия отчетливая, расширена на переднем крае и суживается к заднему (у одного из найденных самцов срединная бороздка не расширена к переднему краю). Поверхность переднеспинки по бокам срединного кия вдавленная. Задний край ее закруглен. Передний край переднегруди с клиновидным отростком. Лопasti среднегруди с угловидно изогнутым нижним краем. Надкрылий и крыльев нет. Тимпональный орган отсутствует. Задний край тергитов брюшка слегка оттянут, с небольшим зубчиком посередине. Задние бедра по верхнему краю с мелкими зубцами, верхняя лопасть бедра равномерной ширины на всем протяжении. Внутренняя сторона бедра черная. Задние голени с 8 шипами по наружному краю и с 10 по внутреннему. Внутренняя сторона их черная. Задняя лапка красная. Детали строения представлены на рис. 1—5.

*Paranocaracris rubripes* F.—W.

Восточная Грузия, Южное Нагорье, Ахалкалакский район, пастбища Абульского колхоза 2500 м н. у. м., альпийская зона, 9.VIII.1973, 2♀♀ и 1♂.

Для Грузии отмечается впервые. Ранее был известен из Нахичеванской АССР в Азербайджане, из Армении, Восточной Турции и Ирана [1—3].

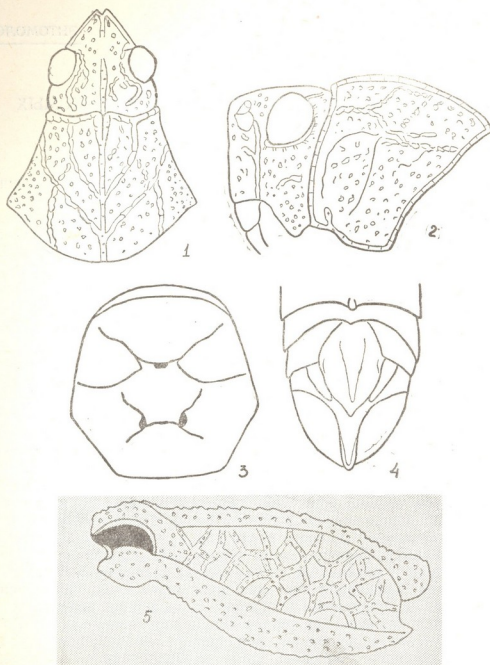


Рис. 1—5. Детали строения самца *Paranoscaracris granosus* Mists. 1 — голова и переднеспинка сверху, 2 — голова и переднеспинка сбоку, 3 — средне- и заднегрудь, 4 — конец брюшка сверху, 5 — заднее бедро снаружи

*Platycleis armeniaca* Ram.

Восточная Грузия, Южное Нагорье, Ахалкалакский район, 15 км СВ от пос. Гоман, 1800 м н. у. м., субальпийская зона, 28.VIII.1973, 1♀ и 1♂.

Для Грузии этот кузнечик отмечается впервые. Встречается в Армении в районе Гогча и Алагез [4].



Нахождение *Paranocaracris rubripes* и *Platycleis armeniaca* в Ахалкалакском районе продлевает их ареал на северо-запад на относительно незначительное расстояние. Очевидно, что эти виды, характерные для гор Передней Азии, в Грузии ограничены в своем распространении лишь районами Южного нагорья.

*Truxalis robusta* Uv.

Восточная Грузия, Цителцкарройский район, окрестности Вашлованского заповедника, разнотравье, 1.VII.1973, 1 ♀ и ♂.

Широко распространен в Азербайджане, встречается также в Армении, Сирии, Иране, Ираке [1—4]. В Грузии ранее не был обнаружен. Найденные нами особи типичны по морфологическому строению, но мельче обычных. Вероятно, наши места нахождения *T. robusta* характеризуют северную границу его ареала.

*Chorthippus abchasicus* Ram.

Западная Грузия, Мингрелия, окрестности пос. Лебарде, склоны с субальпийской растительностью, 2200—2500 м н. у. м., 6.VII.1974, 2 ♀♀ и 2 ♂♂.

Ранее отмечался [2, 3] в пределах Абхазии (Генцвиши, Хутил, Авадхара) и Краснодарского края (горы Чугуш, Ачишко). Нахождение этого вида в Мингрелии продвигает его ареал далее на юго-запад.

До настоящего времени для Юго-Осетинской АССР было отмечено всего два вида прямокрылых [2, 3] — *Paranocaracris rimansonae* Uv. (окрестности Цхинвали) и *Chorthippus albomarginatus karelini* Uv. (Хвие возле Джавы), что говорит о полной неизученности этой интересной горной страны. Ниже приводится список видов, собранных нами здесь летом 1974 г.

*Chorthippus apricarius major* Pyln.

Окрестности пос. Квемо Рока, сенокосные участки, 1400 м н. у. м., 26.VII.1974, 8 ♀♀ и 10 ♂♂; окрестности пос. Верхнее Эрмани, субальпийское разнотравье, 2300 м н. у. м., 28.VII.1974, 15 ♀♀ и 10 ♂♂.

*Chorthippus biguttulus biguttulus* L.

Окрестности пос. Квемо Рока, выпасаемые участки на склонах, 1500 м н. у. м., 26.VII.1974, 18 ♀♀ и 16 ♂♂; дорога пос. Квемо Рока — пос. Эдиса, поляна с разнотравьем, 1600 м н. у. м., 27.VII.1974, 2 ♀♀ и 2 ♂♂.

*Omocestus haemorrhoidalis* Charp.

Пос. Квемо Рока, выпасаемый склон 1500 м н. у. м. 26.VII.1974, 2 ♂♂; пос. Верхнее Эрмани, субальпийское разнотравье, 2300 м н. у. м., 28.VII.1974, 1 ♀ и 1 ♂

*Micropodisma koenigi* Burg.

Дорога пос. Квемо Рока — пос. Эдиса, опушка леса, 1500—1600 м н. у. м., 27.VII.1974, 12 ♀♀ и 5 ♂♂.

*Nocaracris cyanipes* F.—W.

Окрестности пос. Верхнее Эрмани, гора Сангали, 3000 м н. у. м. осыпи 29.VII.1974, 2 ♀♀ и 5 ♂♂.

*Isophya schneideri* Br.—W.

Дорога пос. Квемо Рока — пос. Эдиса, поляна с разнотравьем, 1600 м н. у. м., 27.VII.1974, 1 ♀ и 2 ♂♂; окрестности пос. Верхнее



Эрмани, 2300 м н. у. м., выпасаемый участок на цирзумах и крапиве, 4 ♀♀ и 5 ♂♂; там же, гора Сангали, 3000 м н. у. м., 29.VII.1974, 5 ♀♀ и 4 ♂♂ — мелкие экземпляры размером менее 20 мм.

*Psorodonotus specularis* F.—W.

Окрестности пос. Квемо Рока, поляны с широколиственной растительностью, 1500 м н. у. м., 26.VII.1974, 2 ♀♀ и 3 ♂♂; окрестности пос. Верхнее Эрмани, выпасаемый участок в зарослях цирзума, 28.VII.1974, 3 ♀♀, 2 ♂♂, личинки старших возрастов.

*Psorodonotus venosus* F.—W.

Окрестности пос. Верхнее Эрмани, гора Сангали, 3000 м н. у. м., 29.VII.1974, 2 ♀♀ и 2 ♂♂,

Переднеспинка у обоих полов пунктирована более крупно и грубо, черки самца в вершинной половине слегка округло загнуты внутрь. Однако эти признаки не достигают ранга видовых.

Все отмеченные выше виды относительно широко распространены в Грузии и на Кавказе [1—4]. Нахождение их в Юго-Осетии закономерно, а приводимый список представляет интерес в качестве первого упоминания этих видов для данного района.

Грузинский институт  
защиты растений

(Поступило 26.6.1975)

ენტომოლოგია

ა. სტოლიაროვი

ახალი მონაცემები საქართველოს სწორფრთიანების  
(ORTHOPTERA) შესახებ

რეზიუმე

აღწერილია ადრე უცნობი მამრი *Paranocaracris granosus* Mists. პირველად არის აღნიშნული საქართველოსთვის *Paranocaracris rubripes* F.-W., *Platycleis armeniaca* Ram. და *Truxalis robusta* Uv. აღინიშნა *Chorthippus abchasicus* Ram.-ის არეალი.

ENTOMOLOGY

M. V. STOLYAROV

NEW DATA ON THE ORTHOPTERA OF THE GEORGIAN SSR

Summary

The description of a previously unknown male *Paranocaracris granosus* Mists. is given. *Paranocaracris rubripes* F. W., *Platycleis armeniaca* Ram., and *Truxalis robusta* Uv. are noted for the first time in Georgia. The area of *Chorthippus abchasicus* Ram. is specified.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Д. Авакян. Саранчовые. Фауна Армянской ССР, Ереван, 1968.
2. Г. Я. Бей-Биенко, Л. Л. Мищенко. Саранчовые фауны СССР и сопредельных стран, ч. I, II. М.—Л., 1951.
3. Р. Ф. Савенко. Фауна саранчовых Грузии. Тбилиси, 1966.
4. С. П. Тарбинский. Прыгающие прямокрылые насекомые Азербайджанской ССР. М.—Л., 1940.



ლ. კუტუბიძე

ახალდაბის ტბის ზოოკლანქტონი

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა თ. ონიანმა 5.11.1975)

ახალდაბის ტბა მდებარეობს სოფ. წყნეთის მახლობლად 990 მ სიმაღლეზე ზღვის დონიდან. იგი წარმოადგენს მცირე ზომის წყალსატევს, რომლის ფართობი დაახლოებით 0,3 ჰექტარია. მისი ცოცხალი მოსახლეობის და, კერძოდ, ზოოპლანქტონური ორგანიზმების შესახებ ლიტერატურაში საკმაოდ ცნობები მოიპოვება.

ახალდაბის ტბის მაქსიმალური სიღრმე 1 მ აღწევს, ხოლო საშუალო სიღრმეა 30—40 სმ. ტბა იკვებება ატმოსფერული ნალექებით და მიწისქვეშა წყლით. მისგან წყალი არ გამოდის და ფაქტიურად იგი ჩაკეტილ, გაუმდინარე წყალსატევს წარმოადგენს. ტბის ფსკერი შავი ფერის ლამით არის დაფარული, რომლის სისქეა დაახლოებით 25—30 სმ. მის ნაპირზე იზრდება ლერწამი და წყლის ბაია, ტბაში მრავლად მოიპოვება ტბის ბაყაყი და ტრიტონის გვარის ზოგი წარმომადგენელი. ტბაში თევზი არ მოიპოვება.

ლიტერატურული მონაცემებით ახალდაბის ტბაში რეგისტრირებულია ზოოპლანქტონური ორგანიზმების 8 სახეობა, რომელთაგან 5 მიეკუთვნება დატოტვილულვამიან, ხოლო 3 — ნიჩაბფეხიან კიბოსნაირებს [1—3].

ჩვენს მიერ ჩატარებული გამოკვლევებით დადგინდა, რომ ახალდაბის ტბაში ამჟამად მოსახლეობს ცხოველური პლანქტონის 14 სახეობა. ესენია: *Lecane luna* (Müller), *Monostyla bulla* (Gosse), *Euchlanis dilatata* Ehrbg., *Diaphanosoma brachyurum* Lievin, *Simocephalus vetulus* (O. F. Müller), *Alona rectangulara* (Sars), *Dunhevedia crassa* (King), *Ceriodaphnia laticaudata* (O. F. Müller), *Chydorus sphaericus* (O. F. Müller), *Pleuroxus aduncus* (Jurine), *Eucyclops serrulatus* (Fisch), *Cyclops strenuus* (Fisch), *Acanthocyclops viridis* (Jur), *Arctodlaptomus acutulus* (Sars). პლანქტონში ამა თუ იმ სეზონზე მოიპოვება *Nauplii Copepoda*.

როგორც მონაცემებიდან ჩანს, ლიტერატურული წყაროების მიხედვით ახალდაბის ტბისათვის მითითებული არ არის როტატორიების არც ერთი წარმომადგენელი. ჩვენს მასალაში კი აღმოჩნდა ამ ჯგუფის სამი სახეობა: *Lecane luna*, *Euchlanis dilatata* და *Monostyla bulla*.

ჩვენს მიერ აღებულ პლანქტონის სინჯებში დატოტვილულვამიან კიბოსნაირებიდან აღმოჩნდა *Simocephalus vetulus*, რომელიც ნ. დეკსბახის მიერ [2] უკვე აღრე იყო მითითებული ახალდაბის ტბისათვის, და *Chydorus sphaericus*, რომელიც აგრეთვე ა. ბენინგისა და ნ. დეკსბახის მიერ იყო მითითებული, მაგრამ არ აღმოჩნდა *Daphnia pulex*, რომელიც ა. ბენინგის მიერ იყო მითითებული, და *Rinchoatalona rostrata*, რომელიც ნ. დეკსბახის მიერ იყო აღნიშნული.

ამგვარად, დატოტვილულვაშიანი კიბოსნაირების ოთხი წარმომადგენლიდან ჩვენს სინჯებში აღმოჩნდა მხოლოდ ორი. სამაგიეროდ ამ ჯგუფიდან პლანქტონის სინჯებში ჩვენ მოვიპოვეთ *Diaphanosoma brachyurum*, *Ceriodaphnia laticaudata*, *Alona rectangula*, *Pleuroxus aduncus* და *Dunhevedia crassa*, რომელიც მანამდე ამ ტბისათვის მითითებული არ ყოფილა.

ნიჩაბფეხიანი კიბოსნაირებიდან სინჯებში ჩვენ მოვიპოვეთ ოთხი სახეობა: *Arctodiaptomus acutulus* (Brian), *Eucyclops serrulatus* (Fischer), *Cyclops strenuus* Fisch, რომლებიც მითითებულია კრილოვის [3] მიერ, და *Acanthocyclops viridis*, რომელიც ახალდაბის ტბისათვის არ იყო მითითებული.

პლანქტონის სინჯები ახალდაბის ტბიდან ავიღეთ 4 სხვადასხვა სეზონში: ზამთარში, გაზაფხულზე, ზაფხულში და შემოდგომაზე. აღნიშნულ პერიოდებში, ცხადია, ზოოპლანქტონის ყველა წარმომადგენელი დამახასიათებელი არ არის ახალდაბის ტბისათვის. მათი შედგენილობა დაკვირვების პერიოდში იცვლება შემდეგნაირად:

გ ა ზ ა ფ ხ უ ლ ი: 20/III 1967 წ.

ამ დროს წყალსატევის წყლის ტემპერატურა (18° C) სამჯერ მაღალია, ვიდრე წყლის ტემპერატურა თებერვალში და ამიტომ სახეთა რაოდენობაც მეტია: *Simocephalus vetulus*, *Alona rectangula*, *Chydorus sphaericus*, *Eucyclops serrulatus*, *Cyclops strenuus*, *Acanthocyclops viridis*, *Arctodiaptomus acutulus*, გვხვდება *Nauplii Copepoda*.

ზ ა ფ ხ უ ლ ი: 28/VI, 18/VII 1967 წ.

წყლის ტემპერატურაა 27°C. 1967 წლის ივნისისა და ივლისის თვეებში ჩატარებულია დაკვირვება და განსხვავებული შედეგებია მიღებული ზოოპლანქტონურ ორგანიზმთა შედგენილობის თვალსაზრისით. პლანქტონის სინჯებში ჩვენ მოვიპოვეთ 9 სახეობა: *Simocephalus vetulus*, *Eucyclops serrulatus*, *Acanthocyclops viridis*, *Alona rectangula*, *Chydorus sphaericus*, *Cyclops strenuus*, *Dunhevedia crassa*, *Arctodiaptomus acutulus* და *Diaphanosoma brachyurum*. არის *Nauplii Copepoda*.

შ ე მ ო დ გ ო მ ა: 23/XI 1966 წ., 19/XI 1967 წ.

20—23°C წყლის ტემპერატურის პირობებში პლანქტონის სინჯებში მოვიპოვეთ: *Diaphanosoma brachyurum*, *Eucyclops serrulatus*, *Acanthocyclops viridis*, *Alona rectangula*, *Chydorus sphaericus*, *Ceriodaphnia laticaudata*, *Pleuroxus aduncus*, *Eucyclops serrulatus*, *Cyclops strenuus* და *Nauplii Copepoda*.

ზ ა მ თ ა რ ი: 28/II 1967 წ.

პლანქტონის სინჯებში მოვიპოვეთ ზოოპლანქტონის მხოლოდ ხუთი სახეობა: *Ceriodaphnia laticaudata*, *Eucyclops serrulatus*, *Acanthocyclops viridis*, *Monostyla bulla*, *Lecane luna*, *Euchlanis dilatata*. როგორც ჩანს, სახეთა რაოდენობას განსაზღვრავს წყლის შედარებით დაბალი ტემპერატურა (+5°C), რისი უშუალო მოქმედება შესაძლებელია ასატანი იყოს ტბის ორგანიზმებისათვის, მაგრამ ტემპერატურა მხოლოდ უშუალო ზემოქმედების ფაქტორი როდია, მასზე დიდად არის დამოკიდებული საკვები კომპონენტების

განვითარება, რომელზედაც თავის მხრივ დიდად არის დაკავშირებული ჰიდრობიონტების თვისობრივი და რაოდენობრივი განვითარების ხასიათი.

საყურადღებოა ის, რომ ტბაში ოთხივე სეზონში გვხვდება მხოლოდ 2 სახეობა (*Eucyclops serrulatus*, *Acanthocyclops viridis*), რომლებიც საკმაოდ დიდ ევრითერმულობას ამჟღავნებენ. მნიშვნელოვან ევრითერმულობას ავლენს აგრეთვე 4 ზოოპლანქტონური სახეობა (*Alona rectangularis*, *Chydorus sphaericus*, *Cyclops strenuus* და *Simocephalus vetulus*), რომლებიც ტბაში გვხვდება სამ სეზონში (ვაზაფხული, ზაფხული, შემოდგომა). დანარჩენი ფორმები ტბაში გვხვდებიან რომელიმე ორ ან ერთ სეზონზე.

ამგვარად, გამოირკვა, რომ ლიტერატურაში მითითებული რვა სახის პლანქტონური სახეობებიდან ამჟამად ტბაში მოიპოვება მხოლოდ ხუთი (*Simocephalus vetulus*, *Chydorus sphaericus*, *Eucyclops serrulatus*, *Cyclops strenuus*, *Arctodiaptomus acutulus*) ხოლო არ გვხვდება სამი (*Daphnia pulex*, *Rhynchotalona rostrata* და *Paracyclops fimbriatus*). ეს შეიძლება გამოწვეული იყოს იმით, რომ ამჟამად ახალდაბის ტბა მოხუცებულობის სტადიაშია და სიცოცხლის პირობები არსებულთან შედარებით მნიშვნელოვნად შეცვლილია. ამჟამად ტბაში აღნიშნული ხუთი სახის ცხოველური პლანქტონის წარმომადგენლებთან ერთად, რომელიც ლიტერატურაში იყო მითითებული და ჩვენს მიერაცაა შენიშნული, მოიპოვება კიდევ 8 სახის ზოოპლანქტონური ფორმა, რომელთაგან სამი როტატორია (*Lecane luna*, *Monostyla bulla*, *Euchlanis dilatata*), 5—კლადოცერა (*Diaphanosoma brachyurum*, *Ceriodaphnia laticaudata*, *Alona rectangularis*, *Dunhevedia crassa* და *Pleuroxus aduncus*), ხოლო 1—კოპეპოდა (*Acanthocyclops viridis*). რაოდენობრივად ახალდაბის ტბაში ზოოპლანქტონის გაბატონებულ კომპონენტებს ზამთარში შეადგენს *Acanthocyclops viridis* და *Eucyclops serrulatus*, ხოლო ზაფხულში *Arctodiaptomus acutulus* და *Simocephalus vetulus*. *Eucyclops serrulatus* გვხვდება ოთხივე სეზონში, ამასთან, შემოდგომაზე ყველაზე დიდი რაოდენობით.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 13.11.1975)

ЗООЛОГИЯ

Л. Е. КУТЪБИДЗЕ

ЗООПЛАНКТОН ОЗЕРА АХАЛДАБА

Резюме

В результате проведенной работы установлено уменьшение видового состава зоопланктона озера Ахалдаба: вместо восьми видов, указанных в литературе, имеется пять. Это можно объяснить изменением условий жизни в озере, вступившем в пору старения.

В зимний период в озере преобладают *Acanthocyclops viridis* и *Eucyclops serrulatus*, в летний—*Arctodiaptomus acutulus* и *Simocephalus vetulus*. *Eucyclops serrulatus* встречается круглый год.

L. E. KUTUBIDZE

## ZOOPLANKTON OF LAKE AKHALDABA

## Summary

A study carried out by the author has indicated a decrease in the specific composition of zooplankton in lake Akhaldaba.

In winter the number of *Acanthocyclops viridis* and *Eucyclops serrulatus* predominates in the lake, and in summer *Arctodiaptomus acutulus* and *Simmphalus veteles*. *Eucyclops serrulatus* is in the lake all the year round.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Бенинг. Кладоцера Кавказа. Тбилиси, 1941.
2. Н. К. Дексбах. Работы Северо-Кавказской гидробиол. станции, 1/3, 1930.
3. В. М. Рылов. *Cyclopida* пресных вод. Фауна СССР, ракообразные, т. III, вып. 3 М., 1948.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

В. В. БАБУХАДИА, Л. Е. ГОГИАШВИЛИ

УЛЬТРАСТРУКТУРА ПОЧЕЧНЫХ КЛУБОЧКОВ ПРИ  
 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ГИДРОНЕФРОЗЕ

(Представлено академиком И. Я. Татишвили 4.12.1975)

Работы, посвященные ультраструктурным изменениям почечной ткани при гидронефрозе, немногочисленны. Наиболее полно электронномикроскопические данные при экспериментальном гидронефрозе представлены в работе [1], а ультраструктурные изменения в почке человека — в [2].

Согласно данным литературы, ранние ультраструктурные изменения в почечных тельцах, возникающие уже в первые сутки после окклюзии мочеточника, определяют дальнейшее течение патологического процесса в почке.

Настоящая работа посвящена изучению ультраструктурных сдвигов в клубочковом аппарате почки при экспериментальном прогрессирующем гидронефрозе.

Исследование выполнено на взрослых беспородных собаках, у которых производилась перевязка левого мочеточника. Животные забивались через 1, 2, 3 недели и 1, 2, 3 месяца после операции. Материал для электронномикроскопического исследования брался как из оперированной, так и из интактной почки, фиксировался в 1% забуференном растворе четырех окиси осмия, обрабатывался по Паладе. Срезы приготавливались с помощью стеклянных ножей на ультрамикротоме Рейхерт Om-U2, окрашивались по Рейнольдсу, изучались в электронном микроскопе Тесла BS 500 при электронном увеличении от 5000 до 40000.

Результаты исследований показали следующее. Спустя 1 и 2 недели после перевязки мочеточника в левой почке обнаруживаются сосудистые клубочки с умеренно выраженными дистрофическими изменениями. В частности, эндотелиальные клетки капилляров увеличены в объеме и значительно просветлены. Область перикариона выступает в просвет, отмечаются набухание митохондрий, просветление их матрикса и укорочение крист. Эндоплазматический ретикулум становится менее заметным. Уменьшается содержание свободных рибосом и полисом. Комплекс Гольджи меняет свою топографию, располагаясь в перикарионе; он в основном представлен уплощенными цистернами. Подобные изменения в эндотелиальных клетках можно расценить как вакуолярную дистрофию, сопровождающуюся уменьшением числа ультраструктур в цитоплазме (рис. 1).

Ядро претерпевает дистрофические изменения в виде деформации наружной мембраны, уменьшения в объеме, появляется перинуклеарный ореол. Ядрышко нечетко контурируется, теряет гранулярное строение, становится гомогенным. Базальный слой капилляров разрыхляется и набухает, приобретает меньшую электронную плотность. Фибриллярный компонент набухает, между волокнами образуются округлые полости, заполненные аморфным материалом.

Наибольшие изменения из структур гломерулярного фильтра претерпевают подоциты. В описываемый период наблюдаются набухание клеток, частичное слияние педикулов. При этом цитоплазма подоцита мутнеет, расширенные каналцы эндоплазматического ретикулума образуют цистерны и вакуоли, располагающиеся вблизи плазматических мембран; в цистернах определяются содержимое высокой электронной плотности. На других электронограммах видны подоциты с просветленной цитоплазмой. В таких клетках матрикс трабекул и педикулов пятнисто просветлен, линия трабекул имеет ворсинчатый контур. Матрикс цитоплазмы в основном мелкогранулярен, осмиофилен, органеллы перераспределяются к основанию отростков. Одиночные лизосомоподобные тельца контактируют с вакуолями Гольджи, в которых определяется вещество средней и высокой электронной плотности, чаще аморфного характера.

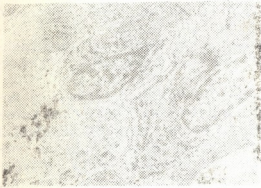


Рис. 1. Капилляры клубочков через 2 недели после перевязки мочеточника. В цитоплазме ядра эндотелия пикноморфные изменения, появление фибриллярных структур. Ув.  $\times 12\ 000$

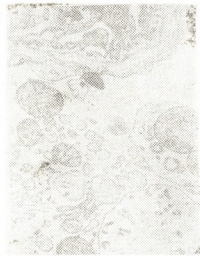


Рис. 2. Капилляры клубочков через 2 месяца после перевязки мочеточника. Деструкция эндотелиальной клетки. В площади капсулы остатки дистрофически измененной органеллы. Набухание базального слоя капилляров. Ув.  $\times 12\ 000$

Ядро в подоцитах увеличено, контуры его неровные, хроматин рыхло распределяется в просветленной нуклеоплазме, скапливаясь в периферических зонах. Вокруг ядра образуется незначительный перинуклеарный ореол.

К концу 3-й недели и 1-го месяца после операции в почечных тельцах, наряду с дистрофическими изменениями, развиваются процессы, имеющие гипертрофическую направленность. Последние выражаются в увеличении объема некоторых эндотелиальных клеток, которые обогащаются органеллами, возрастает осмиофильность их матрикса. Появляются единичные крупные митохондрии. Гиперплазия мембран гранулярного эндоплазматического ретикулума сочетается с увеличением числа свободных рибосом и полисом. Базальный слой капилляров утолщается, фибриллярные структуры четко выражены.

Описанные изменения в клубочках, по-видимому, компенсируют нарушенную функцию поврежденных гломерул.

К концу 2 и 3-го месяцев наблюдения на уровне гломерулярного фильтра преобладают деструктивно-склеротические процессы (рис. 2). В гомогенной электронноплотной цитоплазме подоцитов уже не просматриваются митохондрии и эндоплазматический ретикулум. На электронограммах эндотелиальных клеток выявляются поля уплотнения и гомогенизации, по-видимому претерпевающие гиалиноподобную и белковую дегенерацию, что сопровождается распадом органелл. Эти изменения в ультраструктуре сосудистых клубочков максимальной выраженности достигают к концу наблюдения.

Через 3 месяца после операции эндотелиальная выстилка в большинстве капилляров слущена и не просматривается, преобладают фиброз и запустевание клубочков. Изменения в базальном слое развиваются параллельно структурным нарушениям в клеточных элементах клубочка, матриксе цитоплазмы разрежен, отмечается разрыхление не клеточного компонента за счет разволокнения и повышенной гидрофильности коллагеновых волокон, он становится гомогенным, однородным, часто претерпевает гиалинизацию.

При гидронефротической перестройке здоровая контралатеральная почка подвергается значительным морфо-функциональным изменениям, которые на уровне ультраструктуры можно охарактеризовать как реакцию компенсаторной гипертрофии и гиперплазии ультраструктур, приводящую к увеличению объема клубочков. Последнее, надо полагать, компенсирует количество поврежденных, функционально неполноценных клубочков. Клинические наблюдения [2] подтверждают относительную стабильность величины клубочковой фильтрации за счет компенсаторной гипертрофии второй почки. На электронограммах спустя 1—2 недели этот факт выражается в комплексе признаков, а именно: в увеличении объема эндотелиальной клетки, расширении пор, межклеточных каналов, наличии большого количества инноцитозных везикул по базальному люминальному краю эндотелия, при этом отдельные пузырьки с осмиофильным содержанием, сливаясь, образуют длинные каналы с неровной уплотненной пограничной мембраной. В целом мембраны гломерулярного фильтра находятся в активном состоянии. Базальный слой капилляров, по сравнению с нормой, расширен, уплотнен, в нем иногда обнаруживаются плотные включения. Фибриллярный компонент представлен разрыхленными волокнами коллагена, среди которых выявляются и более тонкие нежные микрофибриллы, образующие густую переплетающуюся сеть.

Подоциты крупные, в их матриксе умеренной электронной плотности находятся крупные округлые митохондрии с малочисленными, но четко контурируемыми кристами. Педикулы увеличены, длинные отростки подоцитов, гипертрофируясь, образуют трабекулы.

Изменения ультраструктуры клубочка компенсаторно-приспособительного характера, постепенно нарастая в течение 1 месяца после окклюзии мочеточника, наибольшей выраженности и распространенности достигаются спустя 2 и 3 месяца от начала опыта. Как показали результаты наших наблюдений, в эндотелиальных клетках отмечается увеличение количества пор, ядра гипертрофированы, в ядерной оболочке обнаруживаются небольшие инвагинации. В эргостоплазме появляются свободные рибосомы и полисомы, расширяются каналы и вакуоли эндоплазматической сети и комплекса Гольджи, особенно показательное увеличение размеров и количества митохондрий с осмиофильным матриксом и четким профилем крист. На электронограммах определяются морфологические признаки изменения белково-водного обмена, что приводит в начале патологического процесса к осмотиче-



ским нарушениям в структурах клубочка, а затем и к деструктивным изменениям, тесно связанным с поражением ультраструктуры базального слоя капилляров и составляющих его белково-углеводных комплексов основного вещества.

Таким образом, результаты ультраструктурного исследования клубочков почек при экспериментальном гидронефрозе показали, что основные изменения в них представляют собой морфологические проявления, с одной стороны, нарушения гемо- и уродинамики, а с другой — гиперактивности всех элементов гломерулярного фильтра.

Академия наук Грузинской ССР  
Институт экспериментальной морфологии  
им. А. Н. Натившвили

Институт урологии и нефрологии  
им. А. П. Пулукидзе  
МЗ ГССР

(Поступило 4.12.1975)

მეცნიერებათა აკადემიის  
სამედიცინო ცენტრი

ვ. ბაბუხადია, ლ. გოგიაშვილი

თირკვლის გორბლების ულტრასტრუქტურა მეცნიერებათა  
კიდრონიფროზის დროს

რეზიუმე

ძირითადი ცვლილებები პათოლოგიური პროცესის დასაწყისშივე 1-, 2 კვირის გავლის შემდეგ ვითარდება გორბლების კაპილარების ბაზალურ შრეში, აღინიშნება მისი გაუხეშება, შეშუპება და განშრეგება. ექსპერიმენტის დაწყებიდან 1—3 თვის განმავლობაში ადგილი აქვს კაპილარების ენდოთელური შრის ჩამოფცქვნას, ბაზალური მემბრანის ფრაგმენტაციას გორბლების ატროფიას, ხოლო მეორე კონტრალატერალურ თირკველში პარალელურად ვითარდება კომპენსატორული ჰიპერტროფია, რომლის საფუძველია ულტრასტრუქტურების ჰიპერტროფია და ჰიპერპლაზია.

EXPERIMENTAL MEDICINE

V. V. BABUKHADIA, L. E. GOGIASHVILI

THE ULTRASTRUCTURE OF THE KIDNEY GLOMERULI IN  
EXPERIMENTAL HYDRONEPHROSIS

Summary

The ultrastructure of the kidney glomeruli has been studied in dogs within 1,2,3 weeks and 1,2,3 months of ureter ligation.

Major changes at the onset of the pathological process (i. e. within 1 to 2 weeks) were found to occur in the basal layer of glomerular capillaries, the layer becoming coarse, swollen and exfoliated. Later on, within 1—3 months, endothelial layer dystrophy, basal membrane fragmentation, and glomerular atrophy develop. Simultaneously, in the other contralateral kidney compensatory hypertrophy on the basis of hypertrophy and hyperplasia of the ultrastructures develops.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. H. David. Elektronenmikroskopische Organpathologie. Berlin, 1967.
2. А. Ф. Киселева, Ю. Н. Зурнаджи. Ультраструктурные изменения в почках при гидронефрозе. Киев, 1974.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

М. Ш. ИЗРАЕЛАШВИЛИ

О РАЗВИТИИ КОЛЛАТЕРАЛЕЙ ПЕЧЕНОЧНЫХ ВЕН ПОСЛЕ  
 КЛИНОВИДНОЙ РЕЗЕКЦИИ ПЕЧЕНИ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурадзе 6.10.1975)

Роль коллатералей в компенсации кровообращения после перекрытия печеночных вен окончательно еще не выяснена.

По сведениям некоторых авторов [1—4], выключение одного из стволов печеночных вен не вызывает существенного нарушения кровообращения; по мнению же других [5, 6], выключение отдельных печеночных вен, несмотря на развитие коллатералей, сопровождается тяжелыми морфологическими изменениями в органе.

В литературе хотя достаточно освещены последствия перевязки сегментарных и долевых печеночных вен [1, 5, 6], но возможности и динамика развития коллатералей между печеночными венами при резекции печени изучены крайне недостаточно. Кроме того, экспериментально изучены последствия лишь перевязки изолированных вен без вмешательства на печеночную ткань, между тем как условия восстановления кровообращения после блокирования сосуда путем его перевязки и вследствие резекции части органа с нарушением целостности внутриорганической сосудистой сети совершенно различны.

Исходя из вышесказанного мы поставили перед собой задачу изучить возможности и динамику развития коллатералей при полном перекрытии сегментарной печеночной вены в условиях резекции участка доли печени у собак.

Наблюдения проводились над 27 животными после клиновидной резекции участка левой латеральной доли печени вместе с соответствующим отрезком ствола передней сегментарной печеночной вены. В зависимости от срока забивания животных опыты были подразделены на 9 серий (по 3 животных в каждой серии). Развитие коллатералей между печеночными венами изучалось способом коррозии после заливки вен латексом.

В контрольную группу мы отнесли 5 коррозионных препаратов печеночных вен неоперированных собак. На контрольных препаратах анастомозы в бассейне левых печеночных вен не были выявлены.

На экспериментальном материале анастомозы между ветвями печеночных вен нами выявлены в 23 случаях. Они связывают между собой ветви перекрытой и «интактной» сегментарных вен в пределах оперированной доли органа, реже (2 случая) — и ветви печеночных вен смежных долей. Количество анастомозов на отдельных препаратах печени колеблется от 9 до 35 (в среднем 14,7), а калибр — от 0,1 до 3,0 мм (в среднем 1,06 мм). Количество и диаметр анастомозов целиком зависят от продолжительности опыта.

В течение первых суток после операции участок доли печени с выключенной печеночной веной увеличен и уплотнен, имеет темно-

фиолетовую окраску. На коррозионных препаратах сосудов анастомозы между печеночными венами не найдены.

Через 3 суток после операции во всех 3 случаях отмечено сравнительное уменьшение объема переднего сегмента левой латеральной доли. На кооррозионных препаратах найдены внутриорганные анастомозы, которые, образуя сеть аркад, соединяют между собой притоки IV—V порядков перекрытой и соседней («интактной») вен доли. Обращает на себя внимание характерная кольцевидная форма связей (в виде клубочков) между ветвями печеночных вен. Количество анастомозов на отдельных препаратах соответственно 8, 9 и 12 (в среднем 9,7), а диаметр колеблется от 0,35 до 0,9 мм (в среднем 0,61).

Через 7 дней после операции выключенный из венозного оттока участок доли еще более уменьшен. В 2 случаях между печеночными венами выявлены анастомозы, связывающие между собой ветви IV—V порядков перекрытой и соседней («интактной») вен оперируемой доли. Количество анастомозов на одном препарате 9, на другом 18 (в среднем 13,5), калибр колеблется от 0,1 до 0,9 мм (в среднем 0,52). Анастомозы в основном располагаются поверхностно и имеют форму дуги с выпуклостью, обращенной к периферии.

Через 2 недели после операции привлекают внимание сращения между левыми долями органа. Количество анастомозов на 3 препаратах соответственно 18, 20 и 32 (в среднем 23,3), а калибр колеблется от 0,3 до 1,2 мм (в среднем 0,68) (рис. 1).



Рис. 1. Коррозионный препарат печеночной вены собаки через 2 недели после операции. Вновь развившиеся анастомозы связывают ветви перекрытой и соседней («интактной») вен оперируемой доли

Через месяц после операции сращения между левыми долями печени более обширны и прочны. На коррозионных препаратах выявлена хорошо развитая сеть анастомозов между центральной и периферической концами перекрытой вены, а также между боковыми ветвями перекрытой и соседней («интактной») вен. Количество анастомозов на отдельных препаратах соответственно 30, 33 и 43 (в среднем 35,3), диаметр колеблется от 0,1 до 1,3 мм (в среднем 0,81).

Через 2, 3, 6 и 12 месяцев после операции сращения между левыми долями печени настолько прочны, что разъединить их без нарушения целостности печеночной паренхимы не удается. На коррозионных препаратах найдены хорошо выраженные анастомозы более крупного калибра, чем в предыдущие сроки.

Количество анастомозов со 2-го месяца постепенно уменьшается. Так, если через месяц после операции в среднем отмечено 35,3 анастомоза, то через 2 месяца их насчитывается 20,0, через 3 месяца —



თაჟენი 1 გოდა) უმუწააქა, მუდუ თუ კაკ სუმა იუ კალიბრუ პრო-  
 დოლუაკ უვლიჩუაქა.

თბილსკი გოსუდარსტუენი  
 მედიცინსკი ინსტიტუტ

(პოსტუპილუ 3.10.1975)

ქაქსაპერიმენტული მუდოცინა

მ. იზრაელაშვილი

ლვიქილს ვენის კოლატერალეზის განვითარება ორგანოს  
 სოლისებური რეზექციის შემდეგ ქაქსაპერიმენტში

რეზიუმე

შესწავლილია ღვიძლის ვენის კოლატერალეზის განვითარების დინამიკა  
 ორგანოს სოლისებური რეზექციის შემდეგ. გამოკვლევა ჩატარებულია 27 ძალ-  
 ლზე (ცდების 9 სერია).

EXPERIMENTAL MEDICINE

M. Sh. ISRAELASHVILI

## DEVELOPMENT OF HEPATIC VEIN COLLATERALS FOLLOWING WEDGE-LIKE LIVER RESECTION

Summary

Observation has been made after wedge-like resection of the left lateral lobe of the liver involving the relevant section of the stem of the segmental hepatic vein. 27 animals were used. Depending on the survival period, the experiments were divided into 9 series (3 animals per series).

Development of collaterals between the hepatic veins was studied by means of corrosion after introduction of latex.

In the experimental material, anastomoses between the branches of hepatic veins were observed in 23 cases. They associated with each other the branches of blocked and "intact" segmental veins within the operated lobe of the organ, rarely (2 cases) also the branches of hepatic veins of the adjacent lobes.

The amount of anastomoses in certain preparations ranged from 9 to 35 (19, on an average) while their calibre ranged from 0.1 to 3.0 mm (1.06 mm, on an average). The number and diameter of anastomoses were entirely dependent on the duration of the experiment.

### ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. А. Журавлев. Методы резекции и показания к ней при очаговых поражениях печени. Автореферат, Киров, 1971.
2. T. T. Tung. Chirurgie d'exerese de foie, Hanoi, 1962.
3. C. Couinaud. Le foie etudes anatomiques et chirurgicales. Paris, 1957.
4. H. Elias, D. Petty. An. J. Anat., 1952, v. 90, p. 59.
5. М. С. Арбузова. О функциональных и морфологических изменениях паренхиматозных органов при различных нарушениях печеночного кровотока. Автореферат, Казань, 1963.
6. Г. А. Михайлов. Вестник хирургии, 9, 1971, 27.



УДК 564.53:551.762

ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

В. В. ДРУЩИЦ, Л. А. ДОГУЖАЕВА, Т. А. ЛОМИНАДZE

СТРОЕНИЕ ПРОТОКОНХА И ФРАГМОКОНА У ТРЕХ  
 КЕЛЛОВЕЙСКИХ РОДОВ АММОНИТОВ (*PSEUDOCADOCERAS*,  
*CADOCERAS*, *KOSMOCERAS*)

(Представлено академиком Л. Ш. Давиташвили 5.8.1975)

Строению раковины аммонитов на ранних стадиях развития придается большое значение. В [1] рассматриваются признаки внутреннего строения раковины филлоцератид и литоцератид, позволяющие сравнивать и отличать представителей двух отрядов. Вопросы внутреннего строения раковины и ранних стадий онтогенеза юрских аммонитов затронуты в немногих работах, поэтому понятен интерес к трем келловейским родам, принадлежащим не только к разным семействам, но и, по мнению некоторых специалистов [2], к разным надсемействам.

Материалом для статьи послужили аммониты, собранные одним из авторов (Т. А. Ломинадзе) из глин среднего келловья, относимых к зоне *Kosmoceras jason*, которые обнажаются на левом берегу р. Ока у с. Елатьма (Рязанская область). Изучение внутреннего строения велось на пришлифованных в медиальной плоскости раковинах, хорошая сохранность которых позволила изучить многие детали строения.

Протоконх (рис. 1, а, г). Поперечное сечение у изученных родов овальное. Большой диаметр (проведенный через проселпу) у вида *Cadoceras tschekini* равен 0,49—51 мм, у *Pseudocadoceras* sp.—0,48—0,52 мм, у *Kosmoceras jason* и *Kosmoceras* sp.—0,42 мм (в дальнейшем все измерения даются в миллиметрах); малый диаметр (перпендикулярный к большому) соответственно равен: 0,38—0,39; 0,38—0,42 и 0,35—0,39; разница между большим и малым диаметрами у родов *Cadoceras* и *Pseudocadoceras* составляет 0,08—0,13, а у *Kosmoceras* 0,03—0,07.

Название вида	№ экз.	Длина просифона	Ц <sub>1</sub>	Ц <sub>2</sub>	Тип просифона
<i>Cadoceras tschekini</i> (Orb.)	1137	0,126	0,078	0,058	Средний
<i>Pseudocadoceras</i> sp.	1145	0,112	0,112	0,112	Короткий
<i>Pseudocadoceras</i> sp.	1147	0,07	0,112	0,112	Короткий
<i>Pseudocadoceras</i> sp.	1148	0,126	0,112	0,112	Средний
<i>Kosmoceras jason</i> (Rein.)	1142	0,084	0,084	0,084	Короткий
<i>Kosmoceras jason</i> (Rein.)	1141	0,140	0,07	0,07	Средний
<i>Kosmoceras</i> sp.	1149	0,28	0,112	0,078	Длинный

Просифон, цекум и сифон. Размеры ленты просифона и диаметр цекума, измеренный вдоль оси спирали (ц<sub>1</sub>) и перпендикулярно к оси спирали (ц<sub>2</sub>), приведены в таблице.

По соотношению длины ленты просифона (л) и диаметра цекума (ц) различают три типа просифонов: 1 — короткий,  $л \leq ц$ , 2 — средний, л немного больше ц, 3 — л значительно больше ц. У *Cadoceras tschefkini* просифон, сохранившийся в одной раковине, имеет среднюю длину, у двух экземпляров *Pseudocadoceras* sp. просифон короткий, у одного — средний. У одного экземпляра *Kosmoceras jason* просифон короткий, у другого — средний, у *Kosmoceras* sp. — длинный. Вентральная часть бокала просифона прилегает к стенке протоконха, края бокала упираются в просепту, а с дорсальной стороны — в кромку. Цекум имеет овальное или почти круглое сечение, внешне напоминает колбочку, узкая часть которой переходит в сифон. У кадоцератин цекум имеет круглое сечение с диаметрами, равными 0,098 и 0,112, у *Kosmoceras jason* цекум равен соответственно 0,07 и 0,084, *Kosmoceras* sp. имеет овальное сечение с диаметрами 0,112 и 0,098. Сифон проходит через вторую септу почти по середине и сохраняет центральное положение на первом обороте у *Pseudocadoceras* и *Cadoceras* и даже в начале второго оборота у *Kosmoceras*. Затем сифон смещается к вентральной стенке; это смещение происходит несколько медленнее у *Kosmoceras* и быстрее у *Pseudocadoceras* и *Cadoceras*. У первого рода сифон занимает вентральное положение с третьего оборота, у остальных родов — с середины второго.

У *Pseudocadoceras* и *Cadoceras* на первых четырех оборотах диаметр сифона уменьшается от 1/3 высоты оборота на 1—2-м оборотах до 1/5—1/6 на четвертом; на пятом обороте за счет резкого увеличения высоты оборота диаметр сифона резко уменьшается — до 1/10—1/12. У *Kosmoceras* постепенное уменьшение диаметра сифона наблюдается на первых пяти оборотах: от 1/3 на первом до 1/6 на пятом; за счет резкого увеличения высоты шестого оборота наблюдается сокращение диаметра сифона до 1/10—1/12 высоты оборота.

Септы, септальные трубки, манжеты и аннулярные отложения. У трех экземпляров *Cadoceras tschefkini* на первом и втором оборотах насчитывалось по 15—16 септ, на третьем—17—21; у трех экземпляров *Pseudocadoceras* sp. на первом обороте 15—17, на втором 16, на третьем—15—17, у четвертого экземпляра на соответствующих оборотах 12—14—16; у *Kosmoceras jason* на первом обороте — 10—11, на втором — 10, на третьем—9—10, на четвертом —9—10; у *Kosmoceras* sp. на соответствующих оборотах 12—12—11. У *Kosmoceras jason* последние две септы, прилегающие в жилой камере, в отличие от всех остальных, очень сближены, причем последняя септа значительно тоньше остальных. Вероятно, гибель животного произошла в момент формирования этой септы и последняя гидростатическая камера короче предыдущей.

У изученных форм, по-видимому, отсутствовали ретрохоанитовые трубки. Начиная с первых септ наблюдаются короткие прохоанитовые септальные трубки, длина которых на пятом обороте составляет 1/12—1/20 длины сифона в камере (рис. 1, д). Септальные трубки, как правило, сопровождаются манжетами, которые расположены внутри

трубок и немного выступают сзади. В местах прикрепления органической части сифона к септальной трубке и манжете развиты небольшие аннулярные отложения.

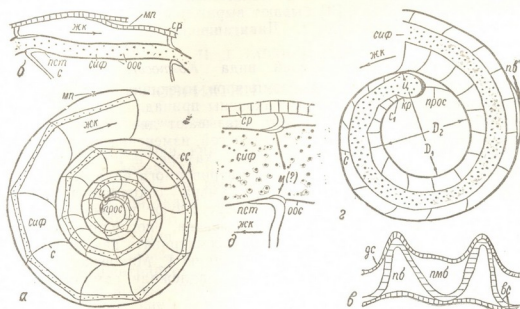


Рис. 1. а—б—*Kosmoceras jason* (Rein.), а—протоконх и начальные обороты, б—повреждение раковины в начале четвертого оборота, в—*K. spinosum* (Sow.), разрез через вентральные бугорки; г—д—*Cadoceras tschekini* (Orb.), г—протоконх и первый оборот, д—начало шестого оборота. Условные обозначения: вс—вентральная стенка, кр—кромка, мп—место повреждения раковины, оос—органическая оболочка сифона, пб—полость бугорка, пмб—полость между бугорками, пст—проханитовая септальная трубка, сс—сближенные септы, с<sub>1</sub>, с<sub>2</sub>, ... сп—первая, вторая и последующие септы, сиф—сифон, ср—стенка раковины, ц—декум, прос—просифон, ж. к.—живая камера, м—манжета

Стенка раковины. Стенка протоконха и первого оборота, как у всех амmonoидей, вероятно, построена из призматического слоя, который у первичного валика выклинивается. Угол первичного валика у кадоцератин равен 260—270°, у изученных космоцератин — 280—290°. После первичного валика стенка раковины состоит из трех слоев, однако при просмотре аншлифов в бинокулярном микроскопе их различить нельзя. У одного экземпляра *K. jason* на четвертом обороте обнаружено повреждение, залеченное моллюском при жизни (рис. 1, б). При регенерации новый слой раковины был построен изнутри на некотором расстоянии от поврежденного края. Болезнь моллюска сказалась на образовании двух сближенных септ в конце бывшей в то время жилой камеры, равной 3/4 оборота. После регенерации моллюск вновь стал строить гидростатические камеры нормальных размеров. Раковина рода *Kosmoceras*, как известно, обладает крупными вентральными полыми бугорками; они возникали в результате изгиба одного (может быть, двух) слоя, второй слой (внутренний призматический) выстилает дно бугорка, изолируя его полость от полости



жилой камеры. Дорсальная стенка следующего оборота образует между двумя бугорками слегка провисающий мостик, опираясь на их вершины, но не следует изгибам бугорков (рис. 1 в).

Половой диморфизм. У моллюсков вторичные половые или перигамические признаки [3] бывают выражены очень резко. Они были подробно описаны Л. Ш. Давиташвили [3] и Г. Маковским [4].

У изученных представителей вида *Kosmoceras jason* обнаружены диморфные пары. У двух экземпляров, имеющих 6 и 6,5 оборотов, найдены ушки. Рассматриваемые раковины принадлежали аммонитам, достигшим взрослой стадии. На это указывают две сближенные последние септы у одной формы и три у другой, изменение скульптуры на части раковины, соответствующей жилой камере, и изменение устьевого края. У третьего экземпляра рассматриваемого вида раковина состоит из 6,5 оборотов, однако жилая камера сохранилась не полностью (она занимает 1/2 оборота). Отсутствуют признаки зрелости на этой стадии, т. е. скульптура не изменена, последние септы не сближены. Раковины с ушками можно рассматривать как микроконхи, а третью раковину как макроконх. По мнению Г. Маковского [4], которое разделяют авторы, макроконхи принадлежали самкам аммоноидей, а микроконхи — самцам.

Московский государственный  
университет

Академия наук Грузинской ССР  
Институт палеобиологии

(Поступило 4.9.1975)

საქართველოს  
სამეცნიერო ცენტრი

3. დრუჯიცი, ლ. დოგუჯაევა, თ. ლომინაძე

ამონიტების სამი კალოვიური გვარის *PSEUDOCADOCERAS*,  
*CADOCERAS*, *KOSMOCERAS* პროტოკონხისა და ფრაგმოკონის  
აგებულება

რეზიუმე

აღწერილია ამონიტების სამი გვარის (*Pseudocadoceras*, *Cadoceras*, *Kosmoceras*) შიდა აგებულება.

PALAEOBIOLOGY

V. V. DRUZHIC, L. A. DOGUZHAEVA, T. A. LOMINADZE

THE STRUCTURE OF PROTOCONCH AND PHRAGMOCONE IN THREE  
CALLOVIAN AMMONITE GENERA (*PSEUDOCADOCERAS*,  
*CADOCERAS*, *KOSMOCERAS*)

Summary

The internal structure of the shells of some *Pseudocadoceras*, *Cadoceras* and *Kosmoceras* species from the left bank of the Oka river near the village of Elatma (Ryazan district) is described.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Друщиц, Л. А. Догужаева. Палеонтол. ж., № 1, 1974, 42—53.
2. А. А. Шевырев. Бюлл. МОИП, отд. геол., т. XXXV (1), 1960, 69—77.
3. Л. Ш. Давиташвили. Теория полового отбора. М., 1961.
4. H. Makowski. Paleontologia Polonica, № 12, 1962.

Н. Д. ТАВХЕЛИДЗЕ

## К ВОПРОСУ О ВОСПРИЯТИИ КОНСОНАНСА И ДИССОНАНСА

(Представлено академиком А. С. Прангишвила 2.10.1975)

Восприятие музыки, как и всякое восприятие, является единством чувственного и логически осмысленного процесса. Слушая музыкальное произведение, мы его воспринимаем как одно целое. Одновременно из музыкальной ткани возможно выделить такие компоненты, как гармония, мелодия, ритм, тембр, тема, динамические оттенки, разные музыкальные созвучия и пр. Анализируя гармоническую сторону музыкального произведения, музыкально образованный слушатель свое внимание концентрирует на таких музыкально осмысленных сочетаниях, которые имеют художественно выразительное значение и являются координирующим отношением тонов в вертикальном аспекте. Эта координация образуется в тех случаях, когда последование тонов обрисовывает аккордовую структуру. Всякие созвучия (аккорд, двузвучие и т. д.), приобретающие выразительное значение, в музыке являются основными типами гармонического сочетания.

Звуковые соотношения — двузвучие и аккорды по характеру их звучания в музыке делятся на консонансы и диссонансы. Консонансами считаются как интервалы — октава, кварта, квинта, терция и секста, так и консонирующие аккорды — мажорные и минорные трезвучия с обращениями. Все остальные звукосочетания являются диссонансными. Диссонансами считаются как остальные интервалы — секунда, септима, нона, тритон, так и всякие аккорды и созвучия — доминантсептаккорды, уменьшенные, увеличенные септаккорды, нонакорды, аккорды с разными неаккордовыми звуками и т. д.

Существует много различных теорий о восприятии диссонанса и консонанса, которые отличаются диаметрально противоположными представлениями и различным подходом.

Целью наших опытов было выявление особенностей психологического механизма восприятия консонирующих и диссонирующих соотношений в основном в аккордовых последовательностях музыкально образованными слушателями, имеющими определенный опыт в восприятии современной музыки.

Для этого нами была использована методика опытов академика Д. Н. Узнадзе [1], разработанная для выявления особенностей иллюзии слуха. Методика этих опытов заключалась в следующем: испытуемые при помощи так называемого падающего аппарата (Fallapparat) получали слуховые впечатления попарно, причем первый член пары был значительно сильнее, чем второй член той же пары. После 10—15 случаев повторения предварительных опытов следовали критические опыты, в которых испытуемые получали по паре равных слуховых раздражений с поручением сравнить их между собой.

Результаты опытов Д. Н. Узнадзе показывают наличие установки при восприятии звуков разной силы, притом число ассимилятивных

иллюзий в данном случае значительно превосходит число контрастных иллюзий.

По аналогии с опытами Д. Н. Узнадзе в наших экспериментах испытуемым для прослушивания давались попарно 10—15 раз слуховые раздражители. Но, в отличие от экспериментов Узнадзе, в наших экспериментах вместо простых звуков разной силы экспонировалась пара диссонанса и консонанса. Эти опыты проводились в трех вариантах (см. пример № 1).



Пример № 1

Первый вариант эксперимента был построен таким образом, что сперва 10—15 раз экспонировалась одна и та же пара диссонанса и консонанса, после чего следовал критический опыт, в котором испытуемым давались для прослушивания два консонанса. Им следовало сравнить их между собой по диссонантности звучания, т. е. указать, что из себя представляют критические, сравниваемые между собой аккорды — консонанс или диссонанс. Аккорды были выбраны из разных музыкальных произведений советских и зарубежных авторов.

Результаты опытов показывают, что критические аккорды вследствие особенности эксперимента в большинстве случаев испытуемыми воспринимались адекватно: из 35 испытуемых критический аккорд адекватно восприняли 29, остальные ответы были неопределенные.

В вышеупомянутом варианте, в связи с тем что для прослушивания давалась одна и та же пара (диссонанс и консонанс), многократные повторения созвучий создавали у испытуемых специфическое состояние и при замене в критических аккордах одной составляющей из этих пар, в данном случае диссонанса критическим аккордом, наблюдался феномен объективации. Поэтому замененный аккорд в большинстве случаев испытуемыми воспринимался адекватно.

Во втором варианте опытов испытуемым для прослушивания давались сначала 14 пар разных диссонансирующих и консонансирующих аккордов таким образом, что первый аккорд в каждой паре был диссонансом. После 14 установочных аккордов, взятых из разных музыкальных произведений, следовала пара критических аккордов, которые представляли собой консонансы (см. пример № 2).

В данном варианте участвовало 54 испытуемых. Из них критические аккорды адекватно восприняли 5, остальные 49 ответов (90,7%) были ошибочными (см. таблицу), т. е. эти испытуемые из последней (критической) пары первый (в данном случае консонансирующий) аккорд восприняли как диссонанс.

В третьем варианте опытов испытуемым для прослушивания давались сначала 14 пар разных консонансирующих и диссонансирующих аккордов таким образом, что, в отличие от второго варианта, первый аккорд в каждой паре был консонансом. После 14 установочных аккор-

дов, взятых из второго варианта, только в противоположной последовательности, следовала пара критических аккордов, которые представляли собой диссонансы.



Пример № 2

В данном варианте участвовало 49 испытуемых. Из них критические аккорды адекватно восприняли 5, остальные 44 ответа (89,8%) были ошибочными, т. е., как и во втором варианте, испытуемые из последней (критической) пары первый (в данном случае диссонансирующий) аккорд восприняли как консонирующий (см. таблицу).

Правильные и ошибочные ответы, %	Вариант I	Вариант II	Вариант III
Правильные ответы	82,8%	9,3%	10,2%
Ошибочные или неопределенные ответы	18,2%	90,7%	89,8%

Рассматривая результаты, подытоженные в таблице, нетрудно заметить, что во втором и третьем варианте этой серии опытов, как и в опытах Д. Н. Узнадзе, обнаруживается феномен ассимилятивной иллюзии, что является одним из видов проявления фиксированной установки.

Наличие ассимилятивных иллюзий в опытах на слуховые раздражения, в отличие от опытов на иллюзию веса, Д. Н. Узнадзе объясняет тем, что «в данном случае играет роль то обстоятельство, что мы имеем дело с последовательным порядком предложения раздражений, т. е. испытуемые получают раздражения одно за другим, но не одновременно, с заданием сравнить их между собой, и в этих случаях нами замечено, что число ассимилятивных (иллюзий. — Н. Т.) значительно возрастает за счет числа феноменов контраста» [2].

То же самое можно сказать о наших опытах, в которых наблюдается наличие ассимилятивных иллюзий, возникающих у испытуемых вследствие многократного показа разных пар диссонансов и консонансов. После частых экспозиций однохарактерных аккордов у испытуемых фиксируется установка, которая влияет на дальнейшее восприятие, в результате чего восприятие становится иллюзорным, при этом иллюзии являются ассимилятивными, так как возникают вследствие раздражений, следующих друг за другом. Испытуемые неправильно воспринимают аккорд из-за воздействия установки, которая мешает дальнейшему правильному восприятию и, по мнению Д. Н. Узнадзе, являясь целостно-личностным состоянием, модусом сосуществования

личности в целом, во взаимосвязи с ситуацией предворяет деятельность.

Из вышеизложенного можно заключить, что восприятие консонансов и диссонансов, как и восприятие лада, экспериментально исследованное Г. Н. Кечхуашвили [3], основано на систематизированном прошлом опыте, в корне которого лежит целостно-личностная настройка или установка субъекта, приобретенная и фиксированная в общественно-исторической музыкальной практике.

Тбилисская государственная консерватория  
им. В. Сараджишвили

(Поступило 6.11.1975)

ფსიქოლოგია

6. თავხელიძე

კონსონანსის და დისონანსის აღქმის საკითხისათვის

რეზიუმე

კონსონანსის და დისონანსის აღქმის თავისებურების ექსპერიმენტული კვლევის შედეგად დადგენილია, რომ კონსონირებული და დისონირებული აკორდების სხვადასხვა წყვილის ხშირი მოსმენა მსმენელში იწვევს ასიმილაციური ილუზიის წარმოშობას, რაც განწყობის არსებობის აუცილებელი პირობაა.

PSYCHOLOGY

N. D. TAVKHELIDZE

ON THE PERCEPTION OF CONSONANCE AND DISSONANCE

Summary

Experimental studies of the perception of consonance and dissonance have shown that repeated listening to various pairs of consonant and dissonant chords results in the emergence of an assimilative illusion in the Ss, being one of the factors of the manifestation of fixed set.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. Н. Узнадзе. Экспериментальные исследования по психологии установки. Тбилиси, 1958.
2. Д. Н. Узнадзе. Труды, т. III, IV. Тбилиси, 1964.
3. Г. Н. Кечхуашвили. Экспериментальные исследования по психологии установки. Тбилиси, 1958.



А. А. КУРАТАШВИЛИ

## ХОЗРАСЧЕТ И НЕОБХОДИМОСТЬ УСИЛЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ

(Представлено академиком И. С. Микеладзе 2.12.1975)

Плановое руководство развитием экономики в нашей стране осуществляется на основе принципов хозяйственного расчета, который является методом социалистического хозяйствования.

Хозяйственный расчет есть экономическая категория социализма, в которой выражаются определенные стороны социалистических производственных отношений. Он представляет собой сложный комплекс экономических взаимосвязей, в частности, между социалистическим обществом в целом и отдельными производственными коллективами, между самими коллективами предприятий. Эти формы отношений складываются в процессе производства по поводу общественно необходимых затрат труда.

Эти затраты в условиях действия закона стоимости выражаются в стоимостной, денежной форме. Распределение общественного продукта производится в этой же форме.

Так как при социализме еще не созданы условия для прямого учета в масштабе всего общества затрат труда в единицах рабочего времени, требование закона экономии рабочего времени о систематическом снижении общественно необходимых затрат на единицу изготавливаемой продукции может соблюдаться и в период перехода от социализма к коммунизму только в стоимостной форме.

Основным в хозяйственном расчете, как методе экономического управления, является возмещение в процессе производства и реализации товаров издержек предприятий за счет доходов, создание накоплений, необходимых для дальнейшего расширенного воспроизводства.

Одним из важных принципов хозяйственного расчета является материальное стимулирование — экономическое стимулирование предприятия и материальное поощрение его работников за результаты их трудовой деятельности.

Развитие хозрасчетных отношений В. И. Ленин связывал не только с экономическими стимулами, но и с материальной ответственностью коллективов предприятий и их руководителей.

Перед хозяйством, а также перед другими предприятиями и организациями, с которыми оно связано хозяйственными договорами, предприятия материально ответственно, что способствует экономии материальных и денежных средств, укреплению плановой и финансовой дисциплины.

Материальное стимулирование организовано правильно в том случае, если принципы поощрения и ответственности используются в их неразрывном единстве. Следует здесь отметить, что часто стимулирование понимается только как поощрение за успехи и недооценивается вто-

рая его сторона—ответственность коллективов и отдельных работников за результаты хозяйственной деятельности.

В условиях социалистического общества достигнутым уровнем производительности общественного труда и трудовым вкладом всего коллектива и каждого работника в общие результаты определяются часть общественного продукта, которая поступает в распоряжение производственного коллектива, а также заработок трудящихся. Для оценки этого вклада следует учитывать отклонения от общественной меры труда, выражаемой через систему плановых нормативов, норм, показателей и заданий. Исходя из этого при оценке трудового вклада коллектива или работника нельзя игнорировать их просчеты и упущения и ограничиваться лишь успехами.

Проводимая ныне хозяйственная реформа усилила хозрасчетную ответственность коллективов предприятий за выполнение плановых заданий и условий хозяйственных договоров. Принцип взаимной материальной ответственности предприятий за нарушение договорных обязательств приобрел особо важное значение.

В отчетном докладе Центрального Комитета КПСС XXIV съезду партии тов. Л. И. Брежнев отметил, что «...необходимо повышать роль хозяйственных договоров и ответственность за их выполнение...»[1].

Хотя и есть сдвиги в этом направлении, но эффективность применения мер материальной ответственности все же остается недостаточной. Здесь главную причину следует искать в том, что на материальных интересах коллективов предприятий обычно слабо отражаются санкции. Так, те предприятия и организации-поставщики, у которых складывается нулевое или положительное штрафное сальдо, вовсе не испытывают неблагоприятных последствий уплаты штрафов ввиду того, что последние перекрываются взноскамими. Удержание штрафов в результате вышесказанного теряет свое хозрасчетное назначение. Исходя из этого приходим к выводу, что для повышения коллективной материальной ответственности поставщика за выполнение своих договорных обязательств следует часть штрафов и неустоек в определенном проценте выплачивать не из прибыли, а за счет поощрительных фондов.

Вместе с тем следует отметить, что проблема ответственности не ограничивается и не может ограничиваться ответственностью предприятий. В достижении высоких производственных результатов в современных условиях, когда растут масштабы производства, его техническое оснащение, усложняются хозяйственные связи, возрастает роль каждого работника и поэтому необходимо независимо от занимаемой должности добиваться заинтересованного и ответственного отношения каждого ко всему кругу его производственных обязанностей.

Если отношение работника к средствам и предметам труда к результатам трудовой деятельности не соответствует общественно необходимым требованиям, то это приводит к снижению эффективности общественного производства, а значит, доходов общества, чем и уменьшаются возможности удовлетворения потребностей общества и всех его членов. Отсюда следует, что в системе распределения необходимо учитывать просчеты и упущения работника, чтобы не допускать их повторения в будущем.

Экономический смысл личной ответственности в системе материального стимулирования составляет уменьшение доходов работника, деятельность которого отрицательно сказалась на эффективности общественного производства в той или иной степени.

Ответственность является составной частью организации материального стимулирования и регулируется обществом так же, как и по-



ощрение. В. И. Ленин указывал, что принцип ответственности каждого работника «за выполнение определенных операций или работ или заданий должен быть упорно и настойчиво, во что бы то ни стало, проводим в жизнь» [2].

Есть некоторые формы стимулирования, например, сдельная форма заработной платы, где ответственность непосредственно увязывается с поощрением. В этих случаях за сопутствующие количественные и качественные показатели работы, такие, как выпуск продукции высокого качества, экономии сырья и т. п., предусматриваются дополнительная ответственность или поощрение.

Хотя мы говорим об увязании ответственности с поощрением в системе материального стимулирования, но их органическое сочетание в хозяйственной практике достигается не всегда, что на эффективности всего механизма стимулирования сказывается отрицательно. Например, за экономию сырья, горючего, материалов, полуфабрикатов во многих отраслях народного хозяйства выплачивается премия, а санкции за их перерасход предусматриваются редко, так как считается, что достаточным стимулом к удержанию работника от перерасхода материальных ресурсов, а не только к их экономии является уже сама возможность не получить премию. На самом же деле отдельные работники иногда повышают расход материала на изготовление изделия и этим добиваются значительного роста выработки чем и компенсируется в этом случае потеря премии.

Итак, очень важно не преуменьшать в системе стимулирования роль основных критериев поощрения и ответственности, тщательно учитывать решающие и второстепенные стороны деятельности работника.

Тбилисская государственная консерватория  
им. В. Сараджиивили

(Поступило 4.12.1975)

ეკონომიკა

ა. კურატაშვილი

სამეურნეო ანგარიში და მატერიალური პასუხისმგებლობის გაზრდის  
აუცილებლობა

რეზიუმე

განხილულია სამეურნეო ანგარიშის არსი და მოცემულია მეცნიერულად დასაბუთებული რეკომენდაციები, რომლებმაც ხელი უნდა შეუწყოს სამეურნეო საქმიანობის შედეგებზე საწარმოთა კოლექტივებისა და ცალკეული მუშაკების მატერიალური პასუხისმგებლობის გაზრდას და ამის საფუძველზე წარმოების ეფექტიანობის ამაღლებას.



A. A. KURATASHVILI

NON-FINANCING BY THE STATE AND THE NECESSITY OF  
STRENGTHENING MATERIAL RESPONSIBILITY

## Summary

The essence of non-financing by the State is considered and scientifically substantiated recommendations are proposed which must help to strengthen collective and personal material responsibility for the results of management, thereby enhancing the economic effectiveness of production.

## ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. И. Брежнев. Отчетный доклад Центрального Комитета КПСС XXIV съезду Коммунистической партии Советского Союза. Материалы XXIV съезда КПСС, М., 1971, 70.
2. В. И. Ленин. Замечания к проекту Троцкого «Очередные задачи хозяйственного строительства». Полн. собр. соч., изд. 5-е, т. 40, стр. 190.

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. В журнале «Сообщения АН ГССР» публикуются статьи академиков, члено-корреспондентов, научных работников системы Академии и других ученых, содержащие еще не опубликованные новые значительные результаты исследований. Печатаются статьи лишь из тех областей науки, номечклатурный 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 члено-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 члено-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: вверху страницы в середине пишутся инициалы и фамилия автора, затем — название статьи; справа вверху 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. Подрисовочные подписи, сделанные на языке основного текста, должны быть представлены на отдельном листе. Не следует приклеивать фото и чертежи к листам оригинала. На полях оригинала автор отмечает карандашом, в каком месте должна быть помещена та или иная иллюстрация. Не должны представляться таблицы, которые не могут уместиться на одной странице журнала. Формулы должны быть четко вписаны чернилами в оба экземпляра текста; под греческими буквами проводится одна черта красным карандашом, под прописными — две черты черным карандашом снизу, над строчными — также две черты черным карандашом сверху. Карандашом должны быть обведены полукругом индексы и показатели степени. Резюме представляются на отдельных листах. В статье не должно быть исправлений и дополнений карандашом или чернилами.

9. Список цитированной литературы должен быть отпечатан на отдельном листе в следующем порядке. Вначале пишутся инициалы, а затем — фамилия автора. Если цитирована журнальная работа, указываются сокращенное издание журнала, том, номер, год издания, а если цитирована книга, — полное название книги, место и год издания. Если автор считает необходимым, он может в конце указать и соответствующие страницы. Список цитированной литературы приводится не по алфавиту, а в порядке цитирования в статье. При ссылке на литературу в тексте или в списках 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 напечатать 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 27-22-16, 37-93-42.

Почтовый индекс 380060

Условия подписки: на год — 12 руб.

## ს ბ ტ ო რ ტ ა ს ა უ შ რ ა დ ლ მ ბ ო ღ

1. ჟურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევათა ჭერ გამოუქვეყნებელ შედეგებს. წერილები ქვეყნდება მხოლოდ იმ სამეცნიერო დარგებიდან, რომელთა ნომენკლატურული სია დამტკიცებულია აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ.

2. „მოამბეში“ არ შეიძლება გამოქვეყნდეს ბოლშევიკური წერილი, აგრეთვე მიმოხილვითი ან აღწერიითი 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 უმუშაოდ გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიკოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბეჭდად წელიწადში შეუძლია წარმოადგინოს სხვა ავტორთა არაუმეტეს 12 წერილის (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით), ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი. საკუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანაავტორებთან ერთად — არაუმეტეს 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 წარმოსადგენად გადასცემს აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (გარდა აკადემიკოსისა და წევრ-კორესპონდენტისა) წელიწადში შეუძლია „მოამბეში“ გამოაქვეყნოს არა უმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთია, თანაავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბეჭდად საგნებით მზა სახით, ავტორის სურვილისამებრ ქართულ ან რუსულ ენაზე, ქართულ ტექსტს თან უნდა ახლდეს რუსული და მიკლე ინგლისური რეზიუმე, ხოლო რუსულ ტექსტს — ქართული და მიკლე ინგლისური რეზიუმე. წერილის მოცულობა ილუსტრაციებითურთ, რეზიუმეებითა და დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხითურთ, რომელიც მას ბოლოში ერთვის, არ უნდა აღემატებოდეს ეუროპის 4 გვერდს (8000 სასტამპო ნიშანი), ანუ საწერ მანქანაზე ორი ინტერვალით გადაწერილ 6 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულეებითი წერილი კი 5 გვერდს). არ შეიძლება წერილებს ნაწილებად დაყოფა სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად. ავტორისაგან რედაქცია ლებულობს თვეში მხოლოდ ერთ წერილს.

5. აკადემიკოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილში, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უმასუხებს 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 გამოკვლევის შედეგებს. თუ წერილში გზადაგზა, ქვეთავების მიხედვით გადმოცემულია დასკვნები, მაშინ საჭირო არაა მათი განმეორება წერილის ბოლოს.

7. წერილი ასე ფორმდება: თავში ზემოთ უნდა დაიწეროს ავტორის ინიციალები და გვარი, ქვემოთ — წერილის სათაური. ზემოთ მარჯვენა მხარეს, წარმოდგენმა უნდა წააწეროს, თუ მეცნიერების რომელ დარგს განეკუთვნება წერილი. წერილის ძირითადი ტექსტის ბოლოს, მარცხენა მხარეს, ავტორმა უნდა აღნიშნოს იმ დაწესებულების სრული სახელწოდება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია შრომა.

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 შემკირების შემთხვევაშიც კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოებისა და ნახაზ-

ბის დაწებება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კედელზე ფანქრით უნდა აღნიშნოს, ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენა იქნეს ისეთი ცხრილი, რომელიც ეურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მელნით მკაფიოდ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ეგზემპლარში; ბერძნულ ასოებს ქვემოთ ყველგან უნდა გავესას თითო ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს — ქვემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით, ხოლო არამთავრულ ასოებს — ზემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით. ფანქრითვე უნდა შემოიფარგლოს ნახევარწრით ნიშნაკები (ინდექსები და ხარისხის მახვენებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე. წერილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფანქრით ან მელნით.

9. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცელზე. საჭიროა დაცულ იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საფურნალო შრომა, ვუჩვენოთ ეურნალის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი. თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ვუჩვენოთ მისი არაერთი სახელწოდება, გამოცემის ადგილი და წელი. თუ ავტორი საჭიროდ მიიჩნევს, ბოლოს შეუძლია გვერდების ნუმერაციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით, არამედ დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტსა თუ შენიშვნებში კვადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენები უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა. არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც ტექსტში მითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის დამოწმება. დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს სად მუშაობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

10. „მოამბეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერატულ ეურნალებში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალიად).

11. ავტორს წასაკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებად შეკრული კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (არაუმეტეს ორი დღისა). თუ დადგენილი ვადისათვის კორექტურა არ იქნა დაბრუნებული, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

12. ავტორს უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 25 ამონაბეჭდი.

(დამტკიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1968; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969)

რედაქციის მისამართი: თბილისი 60, კუტუზოვის ქ. № 19; ტელ. 37-22-16, 37-93-42.

საფოსტო ინდექსი 380060

ხ ე ლ მ ო წ ე რ ი ს ბ ი რ ო ბ ე ბ ი: ერთი წლით 12 მან.

662/40



ՅՅԿ 1 885.  
ЦЕНА 1 РУБ.

ИНДЕКС 76181