

524

1984

T. 115



ISSN—0182—1447

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

აშაშაშა

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი, 115 ტომ

✓34

№ 3

(115 №3)

სექტემბერი 1984 СЕНТЯБРЬ

II-1125

524
1984
კავშირის
სამსახური

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

გზაგადასახვევი

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 115 ტომ

№ 3

სექტემბერი 1984 СЕНТЯБРЬ

№ 34
(115 № 3)
II-1125

ს ა რ ა დ ა კ ტ ო რ ი კ ო ლ ე გ ი ა

ე. ანდრონიკაშვილი, ა. აფაქიძე, ა. ბიწაძე, ლ. ვაბუნია (მთავარი რედაქტორის მოადგილე),
თ. გამყრელიძე, ი. გვერდწითელი, ა. გუნია, ს. ღურმიშიძე, ა. თავხელიძე, ე. კუბრაძე
(მთავარი რედაქტორის მოადგილე), გ. მელიქიშვილი, ვ. ოკუჩავა, ა. დრანგიშვილი,
ა. ცაგარელი, გ. ციციშვილი, ა. ძიძიგური, შ. ძიძიგური, გ. ხარატიშვილი,
ე. ხარაძე (მთავარი რედაქტორი), ნ. ჭავჭავაძე, გ. ჭიბლაძე

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

პასუხისმგებელი მდივანი გ. შახარაძე

Ответственный секретарь Г. Е. Махарадзе

გადაეცა ასაწყობად 15.8.1984; ხელმოწერილია დასაბეჭდად 20.12.1984; შვევ.
№ 2538; ანაწყობის ზომა $7 \times 12\frac{3}{4}$; ქაღალდის ზომა 70×108 ; ფიზიკური ფურცე-
ლი 14; სააღრიცხვო-საგამომცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 19,6;
უგ 16628; ტირაჟი 1400; ფასი 1 მან 90 კაპ.

Сдано в набор 15.8.1984; подписано к печати 20.12.1984; зак. № 2538; размер
набора $7 \times 12\frac{3}{4}$; размер бумаги 70×108 ; физический лист 14; уч. издатель-
ский лист 18,5; печатный лист 19,6; УЭ 16628; тираж 1400;
цена 1 руб. 90 коп.

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

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

შ ი ნ ა რ ს ი

მათემატიკა

- *ლ. ეიქი აშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). ფურიეს ჯერადი მწკრივების შეჯამებადობის შესახებ 466
- *მ. გელაშვილი, ი. კილაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი) ჩვეულებრივ დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემებისათვის სასაზღვრო ამოცანების რიცხვითი ამოხსნის ერთი მეთოდის შესახებ 472
- *ნ. ვასილევსკი. აბსტრაქტული სინგულარული ოპერატორითა და კარლემანის გადადგილებით წარმოქმნილი ალგებრის შესახებ 476
- *ტ. ბუაძე. განწილების სიმკვრივის პროექციული შეფასების ზღვართი ყოფაქცევის საკითხისათვის 480
- *ა. ტურაკოლოვი. განზოგადებული ანალიზური ვექტორები და ჰოლომორფული ვექტორული ფიბრაციები რიმანის კომპაქტურ ზედაპირზე 484
- *გ. ბექაური. ფურიეს ჯერადი მწკრივებისა და ინტეგრირების რისის სფერული საშუალოების ზოგიერთი აპროქსიმირებული თვისებების შესახებ 488
- *გ. თევზაძე. ნულოვანი ლაპლას — დარბუს ინვარიანტების მქონე შეუღლებულ ბაღათა შესახებ 491
- *მ. შუშაგოვი. წყვეტილი მარჯვენამხარისანი სამი დიფერენციალური განტოლების სისტემის განსაკუთრებულობათა ტოპოლოგიური კლასიფიკაცია 495
- *დ. ლელაძე. შეუღლებული ტრიგონომეტრიული მწკრივების შესახებ 499
- *გ. მელაძე. დიფერენციალური ოპერატორის ფრედაგოლმისეულობის და შებრუნებადობის შესახებ უნიმოდულარულ ლის უჯრედებზე 503
- *ა. ხარაზიშვილი. გარდაქმნათა ჯგუფები და აბსოლუტურად ნულზომადი სიმრავლებები 508

კიბერნეტიკა

- *ზ. ფუტურაძე. ტექნიკურ მოწყობილობებში ელექტროქსელის ოპტიმალური გაყვანის ამოცანა 512

ფიზიკა

- *ი. გვერდწითელი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ა. გერასიმოვი მ. ფხაკაძე, ა. ცერცვაძე. კოვალენტურ ნახევარგამტარებში მყარიდან თხევად მდგომარეობაში ფაზური გადასვლის შესაძლო მექანიზმის შესახებ 515
- *ზ. ხალირაშვილი, ჯ. წაქაძე. შერბევ ზედაპირთა წყობილის მეთოდი ზედხად სითხეებში ურთიერთხახუნის B კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის 520
- *პ. ჯაფარიძე, ნ. ჯიჯიშვილი, მ. დგებუაძე. სპილენძისა და მისი შენადნობების ერთსახელა წყვილების ელექტროწინაღობა კონტაქტში 524
- *ა. ნერსესიანი. ერთგანზომილებიანი მესერული ფერმი-სისტემების ელექტრონულ-ხერგულური სიმეტრია და კონტინუალური რეალტივისტური მოდელები 527

* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

*თ. ქღენტო. მაგნიტური დაცვა პროტონული და ელექტრული ნაკადებისაგან

გეოფიზიკა

*ზ. ცქვიტინიძე, ვ. შერშკოვი. ატმოსფეროს დინამიკის მცირეპარამეტრიან განტოლებათა ასიმპტოტური ამონახსნის გამოკვლევა

536

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

*გ. ცინცაძე, თ. წივწივაძე, თ. ტურიაშვილი, ა. კვიტაშვილი, ა. შუტრპელი, ლ. ნაგორნაია. მანგანუმის (II)[Mn(NCS)₂(AH)₂·1/2H₂O ტიპილინგის თიოცანატური კომპლექსის კრისტალური და მოლეკულური სტრუქტურა

540

ორგანული ქიმია

*ე. უშარაული, ლ. კორტავა, ლ. მელიქაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი) ნორიის ნავთობის მაღალმდლარე არმატული ნახშირწყალბადების არმატული ფრაგმენტების კვლევა

544

ფიზიკური ქიმია

*გ. ციციშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ლ. კვანტალიანი, მ. ქანთარია, მ. ადოლაშვილი, ზ. მიქელაშვილი, დ. ჭიბაშვილი. მოდიფიცირების გავლენა კლინობტილოლითის თერმულ თვისებებზე

548

*ნ. სულთანოვი, თ. ანდრონიკაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ.-კორესპონდენტი) კ. მარქარიანი, ლ. არუსტამოვა. ქრომატოგრაფიული ანალიზი თევზადკრისტალურ უძრავი ფაზების შემცველ სვეტებზე

552

მ. კობიძე, ნ. დაჭავა, ლ. ჯალაღონია. ქრომატოგრაფიული მეთოდით ნაჯერი ნახშირწყალბადების (C₁—C₄) ნარევის დაყოფა ულტრასილზე

553

*გ. ბეზარაშვილი, ზ. ძოწენიძე, დ. ლორთქიფანიძე, მ. მუსერიძე. განსტობულ-ჰაქვური პროცესის მოდელირება მონტე-კარლოს მეთოდით

559

ელექტროქიმია

*რ. აგლაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), მ. ჯინჭარაძე. Cl-იონების გავლენა გოგირდმჟავა გარემოში ფერომანგანუმის ანოდურ გახსნაზე

564

გეოლოგია

*ი. კოლოშვილი. ტექნოლოგიური დასინჯვა მყარი სასარგებლო ნაპარტების დაზვერვისა და ათვისების პროცესში

567

*ლ. ბაშელეიშვილი. აპარა-თრიალეთის ნაოჭა ზონის მთისწინა როფის სტრუქტურის თავისებურებები (სს. პირველი სვირისა და ფარცხალის მერიდიანებს შუა)

571

*ი. ყიფიანი. დარილის მასივი და კისტინკის წყება: ურთიერთობა და ასაკი

575

მინერალოგია

*გ. ნასიძე, რ. ახვლედიანი. აპარა-თრიალეთის ცენტრალური ნაწილის პალეოგენური ასაკის ქანების პიროქსენების რენტგენოგრაფია

580

საზოგადოებრივი მეცნიერება

*ნ. კანდელაკი, ა. ყუბანეიშვილი, ზ. მენაღარიშვილი. სასრულ ელემენტთა მეთოდით კომპლური კონსტრუქციების გაანგარიშებისათვის

584

საბადოთა და მუშავება და გამდიდრება

*ს. ხოშტიანი. კარიერის ბორტების მდგრადობის ანგარიშისათვის 587

მეტალურგია

*ფ. თაყაიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ბ. ამალლოზელი, გ. ინანიშვილი. ბულატის ფოლადის კვლევის საკითხისათვის 592

ჰიდროტექნიკა

*ტ. კვიციანი. ნაკადის ვერტიკალურად წყალგამყოფის მომკვეთის ქიმის წერტილის კოორდინატთა განსაზღვრა 596

ატმოსფერული მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

*ზ. ყრუაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), კ. ქახელიძე, ნ. ხულია, თ. ძაგანია. ფუნქციის ელექტრული სიდიდეების ექსტრემუმის განსაზღვრის შესახებ 600

*ნ. ცისკარიშვილი. აღმოჩენის ალბათობის განსაზღვრა უშემდეგო დაკვირვების შემდეგ 604

*თ. ცინცაძე. ოპტიმალური ტრაექტორიის პროექციის თანმიმდევრობითი დახუსტების დამთხვევის საკითხები 608

აბრძოლია

თ. დარჩია. სამგორის ვაკეზე მინდვრის თესვბრუნვაში სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მიერ მოსავლით გამოტანილი საკვები ელემენტების რაოდენობა 609

ბოტანიკა

*გ. ღვალაძე, მ. გაჩეჩილაძე. ფარულთესლოვანთა ორმაგი განაყოფიერების მიტოზური პიპოთეზისათვის 616

გენეტიკა და სელექცია

*გ. შვეარდნაძე. სიმინდის მრავალტაროიანობის გენეტიკური ანალიზი დიალელურ შეჯვარებათა სისტემაში 620

აღამიანისა და ცხომელთა ფიზიოლოგია

*ა. ბაკურაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი), ლ. გუგუშვილი. ხატისმიერი მეტსიერების შესწავლის შედეგები პრეფრონტალური ქერქის და მისი სხვადასხვა ნაწილის მოცილების შემდეგ უდაბლეს მაიპუნებში 623

ბიოფიზიკა

*ქ. ნათენაძე, ლ. შვეარდნაძე, მ. ზაალიშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). ორვალენტური კათიონების გავლენა რეკონსტრუირებული დნმ-ჰისტონ HI კომპლექსების ლლობაზე 628

ბიომედიცინა

*მ. ყაზახაშვილი, ნ. ვორონოვა. დოფამინისა და დისულფირამის გავლენა რნმ-ის რაოდენობაზე ვირთავის კულდანი ბირთვის ნერვულ უჯრედებში 631

*კ. ცინცაძე, ე. კვეზერელი, ა. ლეჟავა, რ. ავეტიკოვა, ე. სარქისოვი, დ. ნოზაძე. გერმანიუმის ზოგერთი კოორდინაციული ნერთების გავლენა არტერიულ წნევაზე, ელექტროკარდიოგრაფიაზე და სისხლის დენადობაზე ძალეებში 636

- *ნ. ლონიაშვილი. ნიტროგენაზული აქტივობის განსაზღვრისათვის

640

ფიტოკატილოგია

- *დ. ბუჯიაშვილი. კავშირი ლიმონის მალსეკოს მიმართ გამძლეობასა და თავისუფალი რადიკალების კონცენტრაციას შორის

643

ენტომოლოგია

- *ნ. გეგენავა. ეტაფოსი პერსპექტიული პრეპარატია ვენახებში გამოსაყენებლად

648

ჰისტოლოგია

- *ნ. კოსტენკო, ნ. ერისთავი. მიღებული ზოგიერთი ელექტროფიზიოლოგიური და მორფოლოგიური მონაცემები ნეირონალურად იზოლირებული ტვინის ქერქის ზოლის შესწავლისას

651

მასპერიმენტული მიდრინა

- *რ. მაღალაშვილი. N-აცეტილტრანსფერაზას პოლიმორფიზმი და ანთებადი პროცესი

655

კალეოგეოლოგია

- *ე. ყვავაძე, პ. ასლანიშვილი, ვ. ჩეირანაშვილი. სოხუმის ზედაპლეს-ტოცენური და კოლოცენური ნალექების პალინოლოგიური დახასიათება

660

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

Л. В. Жижиашвили (член-корреспондент АН ГССР). О суммировании кратных рядов Фурье	465
Ш. М. Гелашвили, И. Т. Кигурадзе (член-корреспондент АН ГССР). Об одном методе численного решения краевых задач для систем обыкновенных дифференциальных уравнений	469
Н. Л. Василевский. Об алгебре, порожденной абстрактным сингулярным оператором и сдвигом Карлемана	473
Т. Г. Буадзе. К вопросу о предельном поведении проекционных оценок плотности распределения вероятностей	477
А. Туракулов. Обобщенные аналитические векторы и голоморфные векторные расслоения над компактной римановой поверхностью	481
Г. Ш. Бекаури. О некоторых аппроксимативных свойствах сферических средних рисса кратных рядов и интегралов Фурье	485
Г. Н. Тевзадзе. О сопряженных сетях с нулевыми инвариантами Лапласа—Дарбу	489
М. М. Шумафов. Топологическая классификация особенностей систем трех дифференциальных уравнений с разрывными правыми частями	493
Д. В. Леладзе. О сопряженных тригонометрических рядах	497
Г. А. Меладзе. О фредгольмовости и обратимости дифференциальных операторов на унимодулярных группах Ли	501
А. Б. Харазишвили. Группы преобразований и абсолютно пренебрежимые множества	505

КИБЕРНЕТИКА

З. Ш. Пугуридзе. Задача о проводке электросети в технических изделиях	509
---	-----

ФИЗИКА

И. Г. Гвердцители (академик АН ГССР), А. Б. Герасимов, М. Г. Пхакадзе, А. А. Церцвадзе. О возможном механизме фазового перехода твердое состояние — жидкость в ковалентных полупроводниках	513
З. Ш. Надирашвили, Дж. С. Цакадзе. Метод колеблющейся стопки поверхностей для определения коэффициента взаимного трения B в сверхтекучих жидкостях	517



П. Н. Джапаридзе, Н. Ш. Джиджейшвили, М. К. Дгебуадзе. Электросопротивление в контакте одноименных пар из меди и ее сплавов 521

А. А. Нерсисян. Симметрия «частица—дырка» в одномерных решеточных ферми-системах и континуальные релятивистские модели 525

Т. Г. Жгенти. Магнитная защита от протонных и электронных потоков 529

ГЕОФИЗИКА

З. И. Цквитинидзе, В. В. Шершов. Исследование асимптотического решения уравнений динамики атмосферы с малым параметром 533

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Г. В. Цинцадзе, Т. И. Цивцивадзе, Т. Н. Туриашвили, А. И. Квиташвили, А. И. Шкурпело, Л. К. Нагорная. Кристаллическая и молекулярная структура тиоцианатного комплекса марганца (II) с ацетилгидразидом $[\text{Mn}(\text{NCS})_2(\text{AH})_2] \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ 537

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Э. А. Ушараули, Л. М. Кортава, Л. Д. Меликадзе (академик АН ГССР). Исследование ароматических фрагментов высококипящих ароматических углеводородов норийской нефти 541

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Г. В. Цицишвили (академик АН ГССР), Л. К. Кванталиани, М. Л. Кантария, М. Г. Адолашвили, З. В. Микелашвили, Д. С. Чипашвили. Влияние модифицирования на термические свойства клиноптилолита 545

Н. Т. Султанов, Т. Г. Андроникашвили (член-корреспондент АН ГССР), К. Г. Маркарян, Л. Г. Арустамова. Хроматографический анализ на колонках с жидкокристаллической неподвижной фазой 549

* М. Н. Кобидзе, Н. С. Гачава, Л. Г. Джалагония. Хроматографическое разделение смесей насыщенных (C_1 — C_4) углеводородов на ультрасиле 556

Г. С. Безарашвили, З. Г. Дзоценидзе, Д. Н. Лордкипанидзе, М. Д. Мусеридзе. Моделирование разветленно-цепного процесса методом Монте-Карло 557

ЭЛЕКТРОХИМИЯ

Р. И. Агладзе (академик АН ГССР); М. Д. Джинчарадзе. Влияние Cl -ионов на процесс анодного растворения ферромарганца в серно-кислой среде 561

ГЕОЛОГИЯ

- И. Д. Чогошвили. Технологическое опробование в процессе разведки и освоения твердых полезных ископаемых 565
- Л. В. Башелеишвили. Особенности структуры предгорного прогиба Аджаро-Триалетской складчатой зоны 569
- Я. Р. Кипиани. Дарьяльский массив и кистинская свита: взаимоотношения и возраст 573

МИНЕРАЛОГИЯ

- Г. И. Насидзе, Р. А. Ахвледиани. Рентгенография пироксенов из палеогеновых пород центральной части Аджаро-Триалетии 577

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

- Н. П. Канделаки, А. С. Кубанеишвили, З. Р. Менагаришвили. К расчету башенных конструкций методом конечных элементов 581

РАЗРАБОТКА И ОБОГАЩЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

- С. К. Хомерики. К расчету устойчивости бортов карьера 585

МЕТАЛЛУРГИЯ

- Ф. Н. Тавадзе (академик АН ГССР), Б. Г. Амаглобели, Г. В. Ианишвили. К вопросу исследования булатной стали 589

ГИДРОТЕХНИКА

- Т. А. Квициани. Определение координат точки установки острья отсекаателя в вододелителе с вертикальным делением потока 593

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

- З. Е. Круашвили (член-корреспондент АН ГССР), К. Г. Кахеладзе, Н. П. Булия, Т. Б. Дзагания. К вопросу определения экстремума функции электрических величин 597
- Н. Э. Цискаришвили. Определение вероятности обнаружения после неудачных наблюдений 601
- Т. Ю. Цинцадзе. Вопросы сходимости процедуры последовательного уточнения проекций оптимальной траектории 605

АГРОХИМИЯ

- * Т. С. Дарчия. Количество питательных элементов, выносимых с урожаем сельскохозяйственных культур в полевом севообороте на самгорской равнине 612

БОТАНИКА

- Г. Е. Гваладзе, М. И. Гачечиладзе. К митогической гипотезе двойного оплодотворения у покрытосеменных 613

ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

- Г. А. Шеварднадзе. Генетический анализ многопочатковости кукурузы в системе диаллельных скрещиваний 617

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- А. Н. Бакурадзе (член-корреспондент АН ГССР), Л. Н. Гугушвили. Результаты исследования образной памяти у низших обезьян после удаления дорсолатеральной префронтальной коры и различных частей коры вокруг главной борозды 621

БИОФИЗИКА

- К. И. Натенадзе, Л. М. Шеварднадзе, М. М. Заалишвили (член-корреспондент АН ГССР). Влияние двухвалентных катионов на плавление реконструированных комплексов ДНК-гистон HI 625

БИОХИМИЯ

- М. Р. Казахашвили, Н. В. Воронова. Влияние дофа и дисульфирама на содержание РНК в нервных клетках хвостатого ядра крыс 629
- К. И. Цинцадзе, Э. А. Квезерели, А. П. Лежава, Р. Г. Аветиков, Е. А. Саркисов, Д. И. Нозадзе. Влияние некоторых координационных соединений германия на артериальное давление, электрокардиограмму и текучесть крови у собак 633
- Н. О. Гониашвили. К определению нитрогеназной активности 637

ФИТОПАТОЛОГИЯ

- Д. М. Буджиашвили. О связи между устойчивостью лимонов к мальсекко и концентрацией свободных радикалов 641

ЭНТОМОЛОГИЯ

- Н. Г. Гегенава. Этафос — перспективный препарат для применения на виноградниках 645

ГИСТОЛОГИЯ

- Н. А. Костенко, Н. Г. Эристави. Некоторые морфологические и электрофизиологические данные изучения нейронально-изолированной полоски коры мозга 649

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- Р. Д. Магалашвили. Полиморфизм по N-ацетилтрансферазе и воспалительный процесс 653

ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

- Э. В. Квавадзе, П. Л. Асланишвили, В. Г. Джейранашвили. Палинологическая характеристика верхнеплейстоценовых и голоценовых отложений Сухуми 657

CONTENTS

MATHEMATICS

L. V. Zhizhiashvili. On the summability of multiple Fourier series	466
Sh. M. Gelashvili, I. T. Kiguradze. On a method for numerical solution of boundary value problems for systems of ordinary differential equations	472
N. L. Vasilevski. On an algebra generated by an abstract singular operator and Karleman shift	476
T. G. Buadze. On the boundary behaviour of a distribution density projective estimate	480
A. Turakulov. Generalized analytic vectors and holomorphic vector fibering over a compact Riemann surface	484
G. Sh. Bekauri. On some approximate properties of Riesz spherical means of multiple Fourier series and integrals	488
G. N. Tevzadze. On Conjugate nets with zero Laplace-Darboux invariants	492
M. M. Shumafov. Topological classification of singularities of systems of three differential equations with discontinuous right-hand sides	496
D. V. Leladze. On conjugate trigonometric series	499
G. A. Meladze. On the Fredholm property and invertibility of differential operators on unimodular Lie groups	503
A. B. Kharazishvili. Groups of transformations and absolutely null sets	508

CYBERNETICS

Z. Sh. Puturidze. The problem of optimal design of electric wiring in facilities	512
--	-----

PHYSICS

I. G. Gverdtsiteli, A. B. Gerasimov, M. G. Pkhkadze, A. A. Tsertsvadze. On a possible mechanism of the solid-liquid phase transition in covalent semiconductors	515
Z. Sh. Nadirashvili, J. S. Tsakadze. A method of oscillating surface pile for the determination of the mutual friction coefficient B in superfluids	520
P. N. Djaparidze, N. Sh. Jijeishvili, M. K. Dgebuadze. Electric resistance at the contact of the same name copper couples and its alloys	524
A. A. Nersesian. Particle-hole symmetry in one-dimensional lattice fermi systems and continuum relativistic models	528
T. G. Zhgenti. Magnetic protection from proton and electron fluxes	531

GEOPHYSICS

Z. I. Tskvitinidze, V. V. Shershkov. Investigation of an asymptotic solution of atmospheric dynamics equations with a small parameter	536
---	-----

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

- G. V. Tsintsadze, T. I. Tsivtsivadze, T. N. Turiashvili, A. I. Kvitashvili, A. I. Shkurpelo, L. K. Nagornaya. Crystalline and molecular structure of the manganese (II) acetylhydrazine thiocyanate complex $[Mn(NCS)_2(AH)_2] \cdot 1/2 H_2O$ 540

ORGANIC CHEMISTRY

- E. A. Usharauli, L. M. Kortava, L. D. Melikadze. Study of aromatic fragments of high-boiling aromatic hydrocarbons of Norio oil 544

PHYSICAL CHEMISTRY

- G. V. Tsitsishvili, L. K. Kvantaliani, M. L. Kantaria, M. G. Adolashvili, Z. V. Mikelashvili, D. S. Chipashvili. Effect of modification on thermal properties of clinoptilolite 548
- N. T. Sultanov, T. G. Andronikashvili, K. G. Markaryan, L. G. Arustamova. Chromatographic analysis on columns with liquid-crystal stationary phase 552
- M. N. Kobidze, N. S. Gachava, L. G. Jalagonia. Chromatographic separation of saturated hydrocarbon (C_1-C_4) mixtures on ultrasil 556
- G. S. Bezarashvili, Z. G. Dzotsenidze, D. N. Lordkipanidze, M. D. Museridze. Simulation of a branched-chain reaction by the Monte-Carlo method 560

ELECTROCHEMISTRY

- R. I. Agladze, M. D. Jincharadze. The influence of Cl^- ions on the process of anodic dissolution of ferromanganese in sulphate medium 564

GEOLOGY

- I. D. Chogoshvili. Technological testing in the process of exploration and exploitation of hard minerals 568
- L. V. Basheleishvili. Peculiarities of the structure of the piedmont trough of the Adjara-Trialetian folded zone between the meridians of Pirveli Sviri and Partskhnali villages 571
- J. R. Kipiani. The Darial and the Kistinka suite: relationship and age 576

MINERALOGY

- G. I. Nasidze, R. A. Akhvediani. X-ray analyses of Palaeogenic pyroxenes of the Adjara-Trialetian central part 580

STRUCTURAL MECHANICS

- N. P. Kandelaki, A. S. Kubaneishvili, Z. R. Menagarishvili. Tower structure calculation by the method of ultimate elements 584

EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

- S. K. Khomeriki. On the computation of the stability of the pit edges 587

METALLURGY

- F. N. Tavadze, B. G. Amaglobeli, G. V. Inanishvili. Towards the study of Damascus steel 592

HYDRAULIC ENGINEERING

- T. A. Kvitsiani. Determination of the point of coordinates of the edge of the shutoff device in a water divider with vertical division of the flow 596

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- Z. E. Kruashvili, K. G. Kakheladze, N. P. Bulia, T. B. Dzagania. On the determination of the function extremum of electrical values 600
- N. E. Tsiskarishvili. Towards determining the probability of discovery following unsuccessful observation 604
- T. I. Tsintsadze. On the convergence of a procedure of successive refinement of optimum trajectory projections 608

AGRICULTURAL CHEMISTRY

- T. S. Darchia. The quantity of nutrient elements taken up by field cultivars in the crop rotation system in Samgori plain land 612

BOTANY

- G. E. Gvaladze, M. I. Gachechiladze. On the mitotic hypothesis of double fertilization of Angiospermae 616

GENETICS AND SELECTION

- G. A. Shevardnadze. Genetic analysis of maize prolificacy in the system of diallelic crossing 620

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- A. N. Bak'uradze, L. N. Gugushvili. Results of the study of image memory in lower monkeys after ablation of the dorsolateral prefrontal cortex and different parts of the cortex around the sulcus principalis 624

BIOPHYSICS

- K. I. Natenadze, L. M. Shevardnadze, M. M. Zaalishvili. The influence of divalent cations on the melting of reconstructed DNA-histone H_1 complexes 628

BIOCHEMISTRY

- M. R. Kazakhashvili, N. V. Voronova. Effect of DOPA and disulfiram on the RNA content in the neurons of the rat caudate nucleus 631
- K. I. Tsintsadze, E. A. Kvezereli, A. P. Iezhava, R. G. Avetikov, E. A. Sarkisov, D. I. Nozadze. Influence of some coordination compounds of germanin on the arterial pressure, electrocardiogram and rheology of blood in dogs 636
- N. O. Goniashvili. Towards the determination of nitrogenase activity 640

PHYTOPATHOLOGY

- D. M. Bujashvili. The relation between the resistance of lemons to *Phoma tracheiphila* Petri and the concentration of free radicals 643

ENTOMOLOGY

- N. G. Gegenava. Etaphos: a prospective preparation for application in vineyards 648

HISTOLOGY

- N. A. Kostenko, N. G. Eristavi. Morphological and electrophysiological study of a neuronally-isolated slab of the cerebral cortex 652

EXPERIMENTAL MEDICINE

- R. D. Magalashvili. N acetyltransferase polymorphism and inflammation 655

PALAEOBIOLOGY

- E. V. Kvavadze, P. L. Aslanishvili, V. G. Jeiranashvili. Palynological description of the Upper Pleistocene and holocene deposits of Sukhumi 660



Л. В. ЖИЖИАШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР)

О СУММИРОВАНИИ КРАТНЫХ РЯДОВ ФУРЬЕ

1. В дальнейшем будут использованы некоторые обозначения, которые имеются и в наших ранних работах (см., например, [1—4]). В частности, точки n -мерного евклидова пространства будем обозначать через $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, $y = (y_1, y_2, \dots, y_n), \dots$ а $R_n = [-\pi, \pi]^n$,

$\|x\| = \left\{ \sum_{i=1}^n x_i^2 \right\}^{1/2}$. Предполагается, что рассматриваемая функция f -периодическая с периодом 2π относительно каждой из переменных. Для $f \in L(R_n)$ символом $\sigma_n[f]$ обозначим n -кратный тригонометрический ряд Фурье функции f . Затем, если $\beta = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n) (\beta_i > -1, i = \overline{1, n})$ $m = (m_1, m_2, \dots, m_n)$, $m_i = 0, 1, \dots (i = \overline{1, n})$, то через $\sigma_m^\beta(x, f)$ будем обозначать n -кратные средние Чезаро для ряда $\sigma_n[f]$. Если $f \in L^p(R_n)$, $p \in [1, +\infty)$, $\alpha \in (0, 1]$

а) $\|f(\cdot + h) - f(\cdot)\|_{L^p R_n} = o(\|h\|^\alpha)$,

или же

б) $\|f(\cdot + h) - f(\cdot)\|_{L^p(R_n)} = O(\|h\|^\alpha)$,

то соответственно пунктам а) и б) пишут $f \in \text{Lip}^*(\alpha, p)$ или же $f \in \text{Lip}(\alpha, p)$. Заметим, что эти классы в одномерном случае довольно подробно изучены Харди и Литтлвудом [5], а в многомерном случае — С. М. Никольским [6].

2. В работах [2, 4] приводятся утверждения, относящиеся к вопросу равномерной суммируемости рядов $\sigma_n[f]$ методом Чезаро отрицательного порядка. Были изложены (см. [4]) и результаты, относящиеся к аппроксимативным свойствам средних $\sigma_m^\beta(x, f)$ неположительного порядка в метрике $c(R_n)$ ($n \geq 2$). В настоящей статье приводятся теоремы, которые характеризуют аппроксимативные свойства средних $\sigma_m^\beta(x, f)$ в метрике $L(R_n)$; обобщается также соответствующее утверждение Харди и Литтлвуда [5] на многомерный случай.

Справедлива следующая

Теорема 1. Пусть $\alpha \in (0, 1)$, $n < \alpha p < +\infty$ и $f \in C(R_n) \cap \text{Lip}^*(\alpha, p)$.

Тогда для любого β с $\beta_i \in \left[0, \frac{\alpha}{n}\right]$ ($i = \overline{1, n}$)

$\|\sigma_m^\beta(\cdot, f) - f(\cdot)\|_{C(R_n)} \rightarrow 0 (m \rightarrow \infty)$.

Заметим, что в одномерном случае эта теорема доказана Харди и Литтлвудом [5].

დაქ. სსრ კ. მეცნიერებათა აკადემიის ბულეტენი.

1X. 835

Теорема 2. *Предположим, что $\alpha \in (0, 1)$ и $f \in \text{Lip}(\alpha, 1)$. Если*

$$\sum_{i=1}^n \beta_i = \delta < \alpha, \quad \beta_i \in (0, \alpha) \quad (i = \overline{1, n}),$$

то

$$\|\sigma_m^\beta(\cdot, f) - f(\cdot)\|_{L(R_n)} = O \left\{ \sum_{i=1}^n \frac{1}{m_i^{\alpha-\delta}} \right\}.$$

Пусть теперь $M = \{1, 2, \dots, n\}$ и B — произвольное подмножество M . Через $\lambda = \lambda(B)$ обозначим число элементов множества B .

Теорема 3. *Пусть $\alpha \in [0, 1]$ и $f \in \text{Lip}(\alpha, 1)$. Если $S_m(x, f)$ — прямоугольная частная сумма ряда $\sigma_n[f]$, то*

$$\|S_m(\cdot, f) - f(\cdot)\|_{L(R_n)} = O \left\{ \sum_{BCM} \prod_{i \in B} \frac{\ln(m_i + 2)}{m_i^{\alpha/\lambda}} \right\}. \quad (1)$$

Замечание. В теоремах 2 и 3 случай $p \in (1, +\infty)$ опускается, так как с применением соответствующего результата Сокол-Соколовского (при $p \in (1, +\infty)$) получаются более точные оценки.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 15.4.1983)

მათემატიკა

ლ. ჯიჯიაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

ფურცის ჯერადი მჭკრივების შეჯამებადობის შესახებ

რეზიუმე

სტატიაში მოყვანილია დებულებანი, რომლებიც წარმოადგენენ ჯერადი ტრიგონომეტრიული მჭკრივების ჩეზაროს საშუალოების აპროქსიმაციულ თვისებებს. განზოგადებულია მრავალი განზომილების შემთხვევისათვის პარდი — ლიტლეუდის [5] ერთი დებულება.

MATHEMATICS

L. V. ZHIZHIASHVILI

ON THE SUMMABILITY OF MULTIPLE FOURIER SERIES

Summary

The approximate properties of Césaro means of multiple Fourier trigonometric series are studied. Besides, the theorem of Hardy-Littlewood is generalized to the multidimensional case.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. В. Жижиашвили. УМН, 28, 2, 1973, 65—119.
2. Л. В. Жижиашвили. Сообщения АН ГССР, 75, № 1, 1974, 49—51.
3. Л. В. Жижиашвили. Сообщения АН ГССР, 103, № 1, 1981, 17—19.
4. Л. В. Жижиашвили. ДАН СССР, 269, № 6, 1983, 1307—1309.
5. G. H. Hardy, J. E. Littlewood. Math. Z., 28, № 4, 1928, 612, 634.
6. С. М. Никольский. Труды МИАН СССР, 38, 1951, 244—278.
7. К. Sokol-Sokolowski. Fund. Math., 34, № 1, 1947, 166-182.

Ш. М. ГЕЛАШВИЛИ, И. Т. КИГУРАДZE (член-корреспондент АН ГССР)

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ КРАЕВЫХ
 ЗАДАЧ ДЛЯ СИСТЕМ ОБЫКНОВЕННЫХ
 ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

В предлагаемой статье рассматривается вопрос о численном решении краевых задач вида

$$\frac{du_k}{dt} = f_k(t, u_1, \dots, u_m) \quad (k = 1, \dots, m), \quad (1)$$

$$u_k(t_k) = \varphi_k(u_1, \dots, u_m) \quad (k = 1, \dots, m), \quad (2)$$

где $-\infty < a < b < +\infty$, $a \leq t_k \leq b$ ($k = 1, \dots, m$), $f_k: [a, b] \times R^m \rightarrow R$ ($k = 1, \dots, m$) — функции, удовлетворяющие условиям Каратеодори на каждом компакте, содержащемся в $[a, b] \times R^m$, а φ_k ($k = 1, \dots, m$) — непрерывные функционалы, заданные в пространстве m -мерных непрерывных вектор-функций $C([a, b]; R^m)^{(1)}$.

Мы будем пользоваться следующими обозначениями и определениями.

R — множество действительных чисел, R^m — m -мерное вещественное евклидово пространство.

$(x_k)_{k=1}^m$ и $(x_{jk})_{j,k=1}^m$ — m -мерный вектор и $m \times m$ матрица с элементами x_k и x_{jk} ($j, k = 1, \dots, m$).

$$N_n = \{1, \dots, n\}, \quad \tilde{N}_n = \{0, 1, \dots, n\}.$$

E_n — пространство функций $x: \tilde{N}_n \rightarrow R$ с нормой

$$\|x\|_{E_n} = \max \{|x(i)|: i \in \tilde{N}_n\}.$$

E_n^m — m -кратное декартово произведение E_n на себя.

Δ — разностный оператор Δ первого порядка.

δ_{kj} — символ Кронекера.

$$t_{in} = a + \frac{b-a}{n} i \quad \text{при } i \in N_n.$$

$p_n: C([a, b]; R) \rightarrow E_n$ и $q_n: E_n \rightarrow C([a, b]; R)$ — операторы, заданные равенствами

$$p_n(u)(i) = u(t_{in}) \quad \text{при } i \in N_n,$$

$$q_n(x)(t) = \frac{n}{b-a} [(t_{in}-t)x(i-1) + (t-t_{i-1n})x(i)]$$

$$\text{при } t_{i-1n} \leq t \leq t_{in}, \quad i \in N_n.$$

Определение 1. Пусть $\varphi_{0k}: C([a, b]; R^m) \rightarrow R$ ($k = 1, \dots, m$) — линейные непрерывные неотрицательные функционалы. Скажем, что матричная функция $(g_{kj})_{k,j=1}^m$ с суммируемыми элементами $g_{kj}: [a, b] \rightarrow$

⁽¹⁾ Признаки существования и единственности решений таких задач содержатся в [1].

$\rightarrow R$ ($k = 1, \dots, m$) принадлежит классу $U(t_1, \dots, t_m; \varphi_{01}, \dots, \varphi_{0m})$, если $g_{kj}(t) > 0$ при $k \neq j$, $a < t < b$ и система дифференциальных неравенств

$$u'_k(t) \operatorname{sign}(t - t_k) \leq \sum_{j=1}^m g_{kj}(t) u_j(t) \quad \text{при } a \leq t \leq b \quad (k=1, \dots, m)$$

не имеет ненулевого неотрицательного решения, удовлетворяющего крайевым условиям

$$u_k(t_k) \leq \varphi_{0k}(u_1, \dots, u_m) \quad (k=1, \dots, m).$$

Предложение 1. Пусть $g_{kj}: [a, b] \rightarrow R$ ($k, j=1, \dots, m$) — суммируемые неотрицательные функции и спектральный радиус матрицы

$$\left(l_{kj} + \int_a^b g_{kj}(t) dt \right)_{k, j=1}^m, \quad \text{где } l_{kj} = \varphi_{0k}(\delta_{j1}, \dots, \delta_{jm}), \text{ меньше единицы.}$$

Тогда

$$(g_{kj})_{k, j=1}^m \in U(t_1, \dots, t_m; \varphi_{01}, \dots, \varphi_{0m}). \quad (3)$$

Определение 2. Пусть функция $g: [a, b] \times R^m \rightarrow R$ удовлетворяет условиям Каратеодори на каждом компакте, содержащемся в $[a, b] \times R^m$, а функции $g_n: N_n \times R^m \rightarrow R$ ($n = n_0 + 1, n_0 + 2, \dots$) непрерывны и для любого $r \in]0, +\infty[$

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} \sum_{i=1}^n \eta_{rn}(i) = 0,$$

где

$$\eta_{rn}(i) = \max \left\{ \left| g_n(i, x) - \int_{t_{i-1n}}^{t_{in}} g(t, x) dt \right| : \|x\|_{R^m} < r \right\}.$$

Тогда скажем, что последовательность $(g_n)_{n=n_0+1}^{+\infty}$ принадлежит множеству D_g .

Определение 3^а. Пусть $F_{kn}: E_{n-1}^m \times E_n^m \rightarrow E_n$, $\Phi_{kn}: E_{n-1}^m \times E_n^m \rightarrow R$ ($k=1, \dots, m; n=n_0+1, n_0+2, \dots$). Разностная схема

$$\Delta x_{kn}(i-1) = F_{kn}(x_{1n-1}, \dots, x_{mn-1}; x_{1n}, \dots, x_{mn})(i) \quad (k=1, \dots, m),$$

$$\Phi_{kn}(x_{1n-1}, \dots, x_{mn-1}; x_{1n}, \dots, x_{mn}) = 0 \quad (k=1, \dots, m),$$

где n пробегает множество $\{n_0+1, n_0+2, \dots\}$, называется устойчивой, если существуют числа $r \in]0, +\infty[$ и $\gamma \in]0, 1[$ такие, что для любых последовательностей $y_{kn} \in E_n$ и $z_{kn} \in E_n$ ($k=1, \dots, m; n=n_0+1, \dots$) справедливы оценки

$$\|y_{kn} - z_{kn}\|_{E_n} \leq r \gamma^n \sum_{\nu=n_0}^n \gamma^{-\nu} \epsilon_{\nu},$$

где

$$\epsilon_{n_0} = \sum_{k=1}^m \|y_{kn_0} - z_{kn_0}\|_{E_{n_0}}, \quad \epsilon_{\nu} = \sum_{k=1}^m \left(|\epsilon_{k\nu}^0| + \sum_{i=1}^{\nu} |\epsilon_{k\nu}(i)| \right)$$

при $\nu > n_0$;



$$\begin{aligned} \mathfrak{E}_{kv}^{\circ} &= \Phi_{kv}(y_{1v-1}, \dots, y_{mv-1}; y_{1v}, \dots, y_{mv}) - \Phi_{kv}(z_{1v-1}, \dots, z_{mv-1}; z_{1v}, \dots, z_{mv}); \\ \mathfrak{E}_{kv}(i) &= \Delta y_{kv}(i-1) - F_{kv}(y_{1v-1}, \dots, y_{mv-1}; y_{1v}, \dots, y_{mv})(i) - \\ &- \Delta z_{kv}(i-1) + F_{kv}(z_{1v-1}, \dots, z_{mv-1}; z_{1v}, \dots, z_{mv})(i). \end{aligned}$$

Для любого $k \in N_m$ и натурального n подберем $i_{kn} \in \tilde{N}_n$ таким образом, чтобы $t_{i_{kn}n} \leq t_k < t_{i_{kn}+1n}$. Положим

$$\sigma_{kn}(i) = \begin{cases} 1 & \text{при } i > i_{kn} \\ -1 & \text{при } i \leq i_{kn}, \end{cases} \quad s_{kn}(x)(i) = \begin{cases} x(i) & \text{при } i > i_{kn} \\ x(i-1) & \text{при } i \leq i_{kn} \end{cases}$$

и рассмотрим разностные системы

$$\Delta x_{kn}(i-1) = f_{kn}(i, x_{1n-1}(i), \dots, x_{k-1n-1}(i), s_{kn}(x_{kn})(i), x_{k+1n-1}(i), \dots, x_{mn-1}(i)) \quad (k=1, \dots, m) \quad (4_n)$$

и

$$\Delta x_{kn}(i-1) = f_{kn}(i, x_{1n-1}(i), \dots, x_{mn-1}(i)) \quad (k=1, \dots, m) \quad (5_n)$$

с краевыми условиями

$$x_{kn}(i_{kn}) = \varphi_k(q_{n-1}(x_{1n-1}), \dots, q_{n-1}(x_{mn-1})) \quad (k=1, \dots, m). \quad (6_n)$$

Предложение 2. Пусть задача (1), (2) имеет единственное решение $(u_i)_{i=1}^m$

$$(f_{kn})_{n=n_0+1}^{+\infty} \in D_{f_k} \quad (k=1, \dots, m) \quad (7)$$

и разностная схема $((4_n), (6_n))_{n=n_0+1}^{+\infty}$ (разностная схема $((5_n), (6_n))_{n=n_0+1}^{+\infty}$) устойчива. Тогда для любой $(x_{kn})_{k=1}^m \in E_{n_0}^m$ существует единственная последовательность вектор-функций $(x_{kn})_{k=1}^m \in E_n^m$ ($n=n_0+1, n_0+2, \dots$) такая, что каждая $(x_{kn})_{k=1}^m, n > n_0$, является решением задачи $(4_n), (6_n)$ (задачи $(5_n), (6_n)$) и

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} \|p_n(u_k) - x_{kn}\|_{E_n} = 0.$$

Замечание. Условие (7) соблюдается, например, если

$$\hat{f}_{kn}(i, x_1, \dots, x_m) = \int_{t_{i-1n}}^{t_{in}} f_k(\tau, x_1, \dots, x_m) d\tau \quad (k=1, \dots, m)$$

или каждая \hat{f}_k непрерывна и

$$\hat{f}_{kn}(i, x_1, \dots, x_m) = \frac{b-a}{n} \hat{f}_k(t_{in}, x_1, \dots, x_m) \quad (k=1, \dots, m).$$

Рассмотрим случай, когда на множестве $N_n \times R^m$ соблюдаются односторонние

$$\begin{aligned} \sigma_{kn}(i) [f_{kn}(i, y_1, \dots, y_m) - f_{kn}(i, z_1, \dots, z_m)] \operatorname{sign}(y_k - z_k) &\leq \\ &\leq \sum_{j=1}^m g_{kln}(i) |y_j - z_j| \quad (k=1, \dots, m; n > n_0) \end{aligned} \quad (8)$$

или двусторонние

$$\begin{aligned} |f_{kn}(i, y_1, \dots, y_m) - f_{kn}(i, z_1, \dots, z_m)| &\leq \\ &\leq \sum_{j=1}^m g_{kfn}(i) |y_j - z_j| \quad (k=1, \dots, m; n > n_0) \end{aligned} \quad (9)$$



условия Липшица. Кроме того, в пространстве $C([a, b]; R^m)$ выполняются условия

$$|\varphi_k(v_1, \dots, v_m) - \varphi_k(\bar{v}_1, \dots, \bar{v}_m)| \leq \varphi_{0k}(|v_1 - \bar{v}_1|, \dots, |v_m - \bar{v}_m|),$$

$$(k = 1, \dots, m), \quad (10)$$

где $\varphi_{0k}: C([a, b]; R^m) \rightarrow R$ ($k = 1, \dots, m$) — линейные непрерывные неотрицательные функционалы.

Теорема. Пусть соблюдаются условия (7), (8) и (10) (условия (7), (9), (10)), где $g_{kin} \in D_{g_{kj}}$, $|g_{kin}(i)| < 1$ ($k, j = 1, \dots, m$), а $(g_{kj})_{k,j=1}^m$ — матричная функция, удовлетворяющая условию (3). Тогда задача (1), (2) имеет единственное решение $(u_k)_{k=1}^m$, разностная схема $((4_n), (6_n))_{n=n_0+1}^{+\infty}$ (разностная схема $((5_n), (6_n))_{n=n_0+1}^{+\infty}$) устойчива, и справедливо утверждение предложения 2.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 21.6.1984)

მათემატიკა

შ. გელაშვილი, ი. კიგურაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი)

ჩვეულებრივ დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემებისათვის სასაზღვრო ამოცანების რიცხვითი ამოხსნის ერთი მეთოდის შესახებ

რეზიუმე

(1), (2) დიფერენციალური ამოცანის რიცხვითი ამოხსნის საპოვნელად აგებულია $(4_n), (6_n)$ და $(5_n), (6_n)$ ($n = n_0 + 1, n_0 + 2, \dots$) სახის სხვაობიანი სქემები. მოყვანილია პირობები, რომლებიც უზრუნველყოფენ (1), (2) ამოცანის ცალსახად ამოხსნადობის და ხსენებულ სხვაობიან სქემათა კრებადობასა და მდგრადობას.

MATHEMATICS

Sh. M. GELASHVILI, I. T. KIGURADZE

ON A METHOD FOR NUMERICAL SOLUTION OF BOUNDARY VALUE PROBLEMS FOR SYSTEMS OF ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATIONS

Summary

$(4_n), (6_n)$ and $(5_n), (6_n)$ ($n = n_0 + 1, n_0 + 2, \dots$) difference schemes are constructed for numerical solution of the differential problem (1), (2). The conditions are given which provide a unique solvability of the problem (1), (2) and the convergence and stability of the above-mentioned schemes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Т. Кигурадзе, Б. Пужа. Дифф. уравнения, 12, № 12, 1976, 2139—2148.
2. Х. Штеттер. Анализ методов дискретизации для обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1978.

Н. Л. ВАСИЛЕВСКИЙ

ОБ АЛГЕБРЕ, ПОРОЖДЕННОЙ АБСТРАКТНЫМ
СИНГУЛЯРНЫМ ОПЕРАТОРОМ И СДВИГОМ КАРЛЕМАНА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 12.1.1983)

Пусть M — некоторый линейно связанный компакт в \mathbb{R}^m , $\eta = \alpha(\zeta)$ — непрерывно дифференцируемый сдвиг (гомеоморфизм) M на себя, удовлетворяющий условию Карлемана $\alpha[\alpha(\zeta)] \equiv \zeta$. В пространстве $L_2(M)$ введем оператор взвешенного сдвига

$$(W\varphi)(\zeta) = \omega(\zeta)\varphi[\alpha(\zeta)].$$

Функцию $\omega(\zeta)$ выбираем так, чтобы выполнялись следующие условия:

1. $W^2 = I$,
2. $W^* = W$.

Здесь и далее через I будем обозначать единичный оператор.

Пусть, кроме того, в пространстве $L_2(M)$ задан (абстрактный сингулярный) оператор S , удовлетворяющий следующему условию: операторы

1. $S^2 = I$,
2. $S^* = S$,
3. $SaI = aS$ для $a(\zeta) \in C(M)$

компактны.

Будем изучать алгебру $R = R(C(M); W, S; J)$, порожденную всеми действующими в пространстве $L_2(M)$ операторами вида

$$A = a(\zeta)I + b(\zeta)W + c(\zeta)S + T,$$

где $a(\zeta), b(\zeta), c(\zeta) \in C(M)$, $T \in J$, J — идеал всех действующих в $L_2(M)$ компактных операторов.

Случай, когда S — сингулярный интегральный оператор с ядром Коши, а M — простой замкнутый контур на комплексной плоскости, хорошо известен (см., например, [1] и цитированную там литературу). В более общей ситуации нарушается имеющее место в [1] свойство: один из операторов $WS - SW$ либо $WS + SW$ компактен. Это приводит к качественно новой ситуации, описанию которой и посвящена настоящая работа. Алгебра символов $\text{Sym } R = R/J$ алгебры $R = R(C(M); W, S; J)$ в данном случае является уже C^* -алгеброй, все неприводимые представления которой имеют размерность один, два или четыре. В работе приведено описание алгебры символов, в терминах символа дан критерий нетеровости операторов из R .

Для сдвига $\eta = \alpha(\zeta)$ обозначим через F_α множество его неподвижных точек. Рассмотрим соответствующий оператор сдвига W и алгебру $R = R(C(M); W, S; J)$.



Для формулировки основного результата введем некоторые обозначения. Пусть $\mathfrak{M}_0 = M \times [0, 1]$, через $R_{\mathfrak{M}_0}$ обозначим алгебру всех непрерывных на \mathfrak{M}_0 4×4 матриц-функций $\sigma(\zeta, t)$, удовлетворяющих следующим условиям:

1. Для $\zeta \in M \setminus F_\alpha$ матрицы $\sigma(\zeta, 0)$ и $\sigma(\zeta, 1)$ 2×2 блочно-диагональны.

2. Для $\zeta \in F_\alpha$ матрица $\sigma(\zeta, 0)$ диагональна, а матрица $\sigma(\zeta, 1)$ 2×2 блочно-диагональна с одинаковыми блоками.

3. Для $\zeta \in F_\alpha$ матрица $N_1(t) \sigma(\zeta, t) N_1^*(t)$ 2×2 блочно-диагональна. Здесь

$$N_1 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} \sqrt{1+\sqrt{1-t}} & 0 & -i\sqrt{1-\sqrt{1-t}} & 0 \\ 0 & \sqrt{1-\sqrt{1-t}} & 0 & -i\sqrt{1+\sqrt{1-t}} \\ \sqrt{1-\sqrt{1-t}} & 0 & i\sqrt{1+\sqrt{1-t}} & 0 \\ 0 & \sqrt{1+\sqrt{1-t}} & 0 & i\sqrt{1-\sqrt{1-t}} \end{pmatrix},$$

$$N_1^* = N_1^{-1}.$$

4. Для точек $\zeta \in M \setminus F_\alpha$ значения $\sigma(\zeta, t)$ и $\sigma(\alpha(\zeta), t)$ связаны следующим образом:

$$\sigma(\zeta, t) = N_2(t) \sigma(\alpha(\zeta), t) N_2(t),$$

где

$$N_2(t) = N_2^*(t) = N_2^{-1}(t) = \begin{pmatrix} \sqrt{1-t} & 0 & -i\sqrt{t} & 0 \\ 0 & -\sqrt{1-t} & 0 & -i\sqrt{t} \\ i\sqrt{t} & 0 & -\sqrt{1-t} & 0 \\ 0 & i\sqrt{t} & 0 & \sqrt{1-t} \end{pmatrix}.$$

Норму в алгебре $R_{\mathfrak{M}_0}$ определим равенством

$$\|\sigma(\zeta, t)\| = \max_{\zeta, t} \lambda(\sigma(\zeta, t)),$$

где $\xi^2(\sigma)$ — наибольшее собственное число матрицы σ^* .

Через \mathfrak{M} будем обозначать замкнутое подмножество множества $\mathfrak{M}_0 = M \times [0, 1]$.

Теорема 1. Алгебра символов $\text{Sym } R$ алгебры $R = R(C(M); W, S; J)$ изоморфна и изометрична сужению $R_{\mathfrak{M}}$ алгебры $R_{\mathfrak{M}_0}$ на некоторое множество \mathfrak{M} . При отождествлении $\text{Sym } R$ с $R_{\mathfrak{M}}$ гомоморфизм

$$\text{sym}: R \rightarrow \text{Sym } R$$

порождается следующим отображением образующих алгебры R

$$\text{sym } a(\zeta) I = \begin{pmatrix} a_+(\zeta) & a_-(\zeta) & 0 & 0 \\ a_-(\zeta) & a_+(\zeta) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & a_+(\zeta) & -a_-(\zeta) \\ 0 & 0 & -a_-(\zeta) & a_+(\zeta) \end{pmatrix}.$$

Здесь

$$a_+(\zeta) = \frac{1}{2} [a(\zeta) + a(\alpha(\zeta))], \quad a_-(\zeta) = \frac{1}{2} [a(\zeta) - a(\alpha(\zeta))],$$

$$\text{sym } W = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}.$$



$$\text{sym } S = \begin{pmatrix} 1-t & t & -i\sqrt{t(1-t)} & -i\sqrt{t(1-t)} \\ t & 1-t & i\sqrt{t(1-t)} & i\sqrt{t(1-t)} \\ i\sqrt{t(1-t)} & -i\sqrt{t(1-t)} & t-1 & t \\ i\sqrt{t(1-t)} & -i\sqrt{t(1-t)} & t & t-1 \end{pmatrix}.$$

Замечание 1. Под сужением в теореме 1 понимается не только ограничение матриц-функций $\sigma(\zeta, t)$ на \mathfrak{M} , но и, быть может, исключение некоторых диагональных элементов (блоков) в той части \mathfrak{M} , где $\sigma(\zeta, t)$ имеет (блочко) диагональную структуру.

Теорема 2. Точка $(\zeta, t) \in \mathfrak{M}$ тогда и только тогда, когда

$$t \in \left\{ \frac{\lambda^2}{4} : \lambda \in \text{ess-sp}(S - WSW)_\zeta \right\}.$$

Через $\text{ess-sp}(S - WSW)_\zeta$ обозначен существенный спектр локального представителя⁽¹⁾ в точке $\zeta \in M$ оператора $S = WSW$.

Теорема 3. Для того чтобы произвольный оператор A алгебры R был нетеров, необходимо и достаточно, чтобы его символ $\text{sym } A$ был обратим, т. е.

$$\det \text{sym } A(\zeta, t) \neq 0, \quad (\zeta, t) \in \mathfrak{M}.$$

Рассмотрим некоторые примеры.

Пример 1. Пусть (как в [1]) M — простой замкнутый ляпуновский контур на комплексной плоскости,

$$(S\varphi)(\zeta) = \frac{1}{\pi i} \int_M \frac{\varphi(\eta)}{\eta - \zeta} d\eta.$$

Тогда [1] либо оператор $WS - SW$ компактен, что реализуется для сдвигов $\alpha(\zeta)$, сохраняющих ориентацию M , либо $WS + SW$ компактен, что реализуется для сдвигов изменяющих ориентацию на M . В первом случае $\mathfrak{M} = \{(\zeta, 0) : \zeta \in M\}$, во втором

$$\mathfrak{M} = \{(\zeta, 1) : \zeta \in M\}.$$

Замечание 2. Пример 1 показывает определенную вырожденность подробно изученного одномерного случая. От общего случая его существенно отличают хорошие коммутационные свойства W и S . Они приводят к тому, что, во-первых, алгебра исчерпывается лишь всеми операторами вида

$$A = aI + bW + cS + dWS + T.$$

во вторых, алгебра $\text{Sym } R$ имеет только двумерные представления, в-третьих, в одномерном случае слабо выражена зависимость множества \mathfrak{M} от свойств сдвига $\alpha(\zeta)$.

Пример 2. Пусть M — единичная сфера в \mathbb{R}^3 , S — введенный А. В. Бицадзе [5] пространственный налог сингулярного оператора с ядром Коши. Здесь множество \mathfrak{M} должно уже вычисляться отдельно для каждого конкретного сдвига $\eta = \alpha(\zeta)$ (задаваемого в данном случае системой функций $\eta_k = \alpha_k(\zeta_1, \zeta_2, \zeta_3)$, $k = 1, 2, 3$).

Рассмотрим три модельных случая сдвигов с пустым, дискретным и непрерывным множеством неподвижных точек.

2,а. Для произвольного $a > 0$ введем сдвиг

$$\eta_1 = -\frac{2a\zeta_1}{(a^2+1) + (1-a^2)\zeta_3}, \quad \eta_2 = -\frac{2a\zeta_2}{(a^2+1) + (1-a^2)\zeta_3}, \quad \eta_3 = \frac{(a^2-1) - (a^2+1)\zeta_3}{(a^2+1) + (1-a^2)\zeta_3}.$$

⁽¹⁾ Используется локальный принцип описанный, например, в [2-4].

Имеем

$$F_a = \Phi(W\varphi)(\zeta) = \frac{2a}{(a^2+1) + (1-a^2)\zeta_3} \varphi[\alpha(\zeta)].$$

Здесь

$$\mathfrak{M} = \{(\zeta, t): \zeta \in M, t \in [0, h(\zeta)],$$

где

$$h(\zeta) = \frac{1}{2} \frac{(a-1)^2(1-\zeta_3^2)}{(a^2+1) + (1-a^2)\zeta_3}.$$

2, б. Пусть $\eta_1 = -\zeta_1$, $\eta_2 = -\zeta_2$, $\eta_3 = \zeta_3$. Тогда $F_a = \{(0,0,1), (0,0,-1)\}$, $(W\varphi)(\zeta) = \varphi[\alpha(\zeta)]$. В этом случае

$$\mathfrak{M} = \{(\zeta, t): \zeta \in M, t \in [\zeta_3^2, 1]\}.$$

2, в. Пусть $\eta_1 = -\zeta_1$, $\eta_2 = \zeta_2$, $\eta_3 = \zeta_3$. Здесь $F_a = \{0, \zeta_2, \zeta_3\}$; $\zeta_2^2 + \zeta_3^2 = 1$ $(W\varphi)(\zeta) = \varphi[\alpha(\zeta)]$, и

$$\mathfrak{M} = \{(\zeta, t): \zeta \in M, t \in [\zeta_1^2, 1]\}.$$

Одесский государственный университет
им. И. И. Мечникова

(Поступило 13.1.1983)

მათემატიკა

6. ვასილევსკი

აბსტრაქტული სინგულარული ოპერატორითა და კარლემანის
გადაადგილებით წარმოქმნილი ალგებრის შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილია აბსტრაქტული სინგულარული ინტეგრალური ოპერატორით, კარლემანის გადაადგილებით და უწყვეტი კოეფიციენტებით წარმოქმნილი ალგებრა. სიმბოლოს ტერმინებში ჩამოყალიბებულია ნეტერისეულობის კრიტერიუმი.

MATHEMATICS

N. L. VASILEVSKI

ON AN ALGEBRA GENERATED BY AN ABSTRACT SINGULAR
OPERATOR AND KARLEMAN SHIFT

Summary

The algebra R —generated by an abstract singular operator, Karleman shift, and continuous coefficients—is investigated. For the algebra R the symbol algebra $\text{Sym } R$ has been constructed. The Noetherian criteria for operators A from R are given in symbol terms.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. С. Литвинчук. Краевые задачи и сингулярные интегральные уравнения со сдвигом. М., 1977.
2. И. Б. Симоненко. Изв. АН СССР, сер. матем., т. 29, № 3, 1965, 567—586.
3. R. G. Douglas. Banach algebra techniques in operator theory. Academic Press, 1972.
4. И. Ц. Гохберг, И. Я. Крупник. Введение в теорию одномерных сингулярных интегральных операторов. Кишинев, 1973.
5. А. В. Бицадзе. Краевые задачи для эллиптических уравнений второго порядка. М., 1966.

Т. Г. БУАДЗЕ

К ВОПРОСУ О ПРЕДЕЛЬНОМ ПОВЕДЕНИИ ПРОЕКЦИОННЫХ
 ОЦЕНОК ПЛОТНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 24.2.1983)

1. Пусть в R^d наблюдается случайный вектор ξ , $\xi = (\xi^{(1)}, \dots, \xi^{(d)})$, с неизвестным распределением P , имеющим плотность $f(x)$, $x \in R^d$, относительно некоторой конечной непрерывной меры $m(dx)$, заданной на борелевской τ -алгебре в R^d . Будем предполагать, что $f(x)$ ограничено, так что $f(x) \in L_2(R^d, m)$ — пространство функций, определенных на R^d и интегрируемых с квадратом по мере m . Ставится задача об определении $f(x)$ по последовательности независимых наблюдений ξ_1, \dots, ξ_n случайного вектора ξ . \widehat{P}_n — соответствующая эмпирическая мера. Выберем в $L_2(R^d, m)$ некоторый ортонормированный базис $\{\varphi_k(x)\}_{k=1}^\infty$. Тогда в $L_2(R^d, m)$

$$f(x) = \sum_{k=1}^{\infty} c_k \varphi_k(x),$$

где $c_k = M\varphi_k(\xi)$. Так что мы можем в качестве оценки c_k рассмотреть величину $\widehat{c}_k^{(n)} = \int \varphi_k(x) \widehat{P}_n(dx)$ ¹ и составить проекционную оценку $f(x)$ (см. [1,2])

$$\widehat{f}_{n,N}(x) = \sum_{k=1}^N \widehat{c}_k^{(n)} \varphi_k(x),$$

точность, которой будем характеризовать величиной

$$\eta_{n,N} = \int |\widehat{f}_{n,N}(x) - f_N(x)|^2 m(dx),$$

где

$$f_N(x) = \sum_{k=1}^N c_k \varphi_k(x).$$

2. Предлагаемая работа посвящена исследованию асимптотического поведения преобразования Лапласа $L_x(\eta_{n,N})$ — интегрально-кватратического отклонения $\eta_{n,N}$ проекционной оценки от истинного значе-

¹ Здесь и ниже $\int \equiv \int_{R^d}$

ния плотности методом, основанным на сведении исследования квадратичного функционала от эмпирической функции распределения к исследованию линейной функции от такого распределения, а затем от квадратической функции некоторого гауссовского поля. Установлены условия, достаточные для асимптотической нормальности $\eta_{n,N}$, и тем самым уточнены некоторые результаты, полученные в [2, 3].

Предположим, что для всех k , $\sup_x |\varphi_k(x)| < \infty$. Тогда имеем (см. следствие теоремы 2 [3])

$$L_z(\eta_{n,N}) = MM \left[\exp \left\{ z C_N - 2z \int f_N(x) \widehat{P}_n(dx) + \right. \right. \\ \left. \left. + \sqrt{2z} \int \mathfrak{S}_N(x) \widehat{P}_n(dx) \right\} \middle| \mathfrak{F}_N \right],$$

где $C_N = \sum_{k=1}^N c_k^2$, $\mathfrak{S}_N(x)$ — гауссово поле со средним 0 и корреляционной

функцией $K_N(x, y) = \sum_{k=1}^N \varphi_k(x) \varphi_k(y)$, $(x, y \in R^d)$, не зависящее от ξ_1, \dots, ξ_n ;

\mathfrak{F}_N — σ -алгебра, порожденная полем $\mathfrak{S}_N(x)$.

Лемма. Существует такая постоянная \tilde{C} , что для всякой вещественной ограниченной функции $g(x)$, $x \in R^d$,

$$\left| \left(\int \exp \left\{ \frac{1}{n} g(x) \right\} P(dx) \right)^n - \exp \left\{ \int g(x) P(dx) = \frac{1}{2n} \int \bar{g}^2(x) P(dx) \right\} \right| \leq \\ \leq \frac{\tilde{C}}{n^2} \int \bar{g}(y) \left| \left(\exp \left\{ \frac{1}{n} \bar{g}(y) \right\} + 1 \right) P(dy) \left[\exp \left\{ \int g(x) P(dx) + \right. \right. \right. \\ \left. \left. \left. + \frac{1}{2n} \int \bar{g}^2(x) P(dx) \right\} + \left(\exp \left\{ \frac{1}{n} g(x) \right\} P(dx) \right)^n + 1 \right] \right|,$$

где $\bar{g}(x) = g(x) - \int g(y) P(dy)$.

Доказательство. Доказательство этой леммы основано на применении формулы Тейлора с остаточным членом по форме Лагранжа и на неравенстве $|a^n - b^n| \leq n|a - b| \max(a^n, b^n, 1)$, $a > 0$, $b > 0$. Лемма доказана.

Рассмотрим выражение

$$M \exp \left\{ \sqrt{2z} \int \mathfrak{S}_N(x) P(dx) - \frac{(2z)^{3/2}}{n} \left[\int \mathfrak{S}_N(x) (f_N(x) - C_N) P(dx) \right] + \right. \\ \left. + \frac{z}{n} \left[\int \mathfrak{S}_N^2(x) P(dx) - \left(\int \mathfrak{S}_N(x) P(dx) \right)^2 \right] \right\}.$$

Для вычисления этого выражения применим теорему 4 [3], учитывая, что в качестве гильбертова пространства H у нас будет про-



странство $L_2(R^d, m)$, линейный член в экспоненте можно переписать в виде $\int a_N(x) \mathfrak{Z}_N(x) m(dx)$, где $a_N(x) = [V\sqrt{2}z - n^{-1}(2z)^{3/2} (f_N(x) - C_N)] f(x)$.

Корреляционный оператор $\mathfrak{Z}_N(x)$ совпадает с оператором проектирования P_N на подпространство H_N , порожденное элементами $\varphi_1, \dots, \varphi_N$, значит $P_N^{1/2} = P_N$. Записывая квадратическую форму, входящую в экспоненту в виде $(R\mathfrak{Z}_N, \mathfrak{Z}_N)$ в пространстве $L_2(R^d, m)$, находим, что ядро соответствующего линейного интегрального оператора R удовлетворяет условию

$$(R\varphi, \varphi) = \frac{z}{n} \left\{ \int \varphi^2(x) f(x) m(dx) - \left[\int \varphi(x) f(x) m(dx) \right]^2 \right\}.$$

Пусть, далее \tilde{a}_N — проекция a_N на H_N , I_N — единичный оператор в H_N ; R_N — оператор $2P_N R P_N$, действующий из H_N в H_N , $\|R_N\| < 1$, так что можем воспользоваться теоремой 5 и ее следствием [3]. Записывая в явном виде $Sp R_N$, $Sp R_N^k$, $(\tilde{a}_N(x), \tilde{a}_N(x))$, $(R_N \tilde{a}_N(x), \tilde{a}_N(x))$ и оценивая

$$\sum_{l=3}^{\infty} Sp R_N^l, \sum_{k=2}^{\infty} (R_N^k \tilde{a}_N(x), \tilde{a}_N(x)),$$

мы можем вычислить нужное нам математическое ожидание экспоненты, после чего нормируя $z \sim \frac{n}{N} z$ и выбрав в качестве $g(x)$, $V\sqrt{2}z [\mathfrak{Z}_N(x) - V\sqrt{2}z f_N(x)]$, из вышедшей леммы вытекает

$$\begin{aligned} & \left| L_z(\eta_{n,N}) - \exp \left\{ \alpha_{n,N} z + \beta_{n,N} z^2 + \left[1 + O\left(\frac{|z|}{n}\right) + O\left(\frac{|z|^3}{n^2} + \frac{z^4}{n^3} + \frac{|z|^5}{n^4}\right) \right] \right\} \right| \leq \\ & \leq \frac{\tilde{C}}{n^2} M \int \left| V\sqrt{2}z \mathfrak{Z}_N(x) - 2zf_N(x) - \int \left(V\sqrt{2}z \mathfrak{Z}_N(y) - 2zf_N(y) \right) P(dy) \right|^2 \times \\ & \times \left[\exp \left\{ \frac{V\sqrt{2}z}{n} \mathfrak{Z}_N(x) - \frac{V\sqrt{2}z}{n} \int \mathfrak{Z}_N(y) P(dy) \right\} + 1 \right] P(dx) (1 + \exp\{\Psi_{n,N,z}\} + \\ & + \exp\{\Phi_{n,N,z}\}), \end{aligned}$$

где

$$\begin{aligned} \alpha_{n,N} &= \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \left[\int \varphi_k^2(x) f(x) m(dx) - C_k^2 \right], \\ \beta_{n,N} &= \frac{1}{n^2} \sum_{k,i=1}^N \left[\int \varphi_k(x) \varphi_i(x) f(x) m(dx) - c_k c_i \right]^2, \\ \Phi_{n,N,z} &= zC_N - 2z \int f_N(x) \bar{P}_n(dx) + V\sqrt{2}z \int \mathfrak{Z}_N(x) \bar{P}_n(dx) \end{aligned}$$

и

$$\begin{aligned} \Psi_{n,N,z} &= -zC_N + \frac{2z^2}{n} \left[\int f_N^2(x) P(dx) - C_N^2 \right] + V\sqrt{2}z \int \mathfrak{Z}_N(x) P(dx) - \\ & - \frac{(27)^{3/2}}{n} \int \mathfrak{Z}_N(x) (f_N(x) - C_N) P(dx) + \frac{z}{n} \left[\int \mathfrak{Z}_N^3(x) P(dx) - \right. \\ & \left. - \left(\int \mathfrak{Z}_N(x) P(dx) \right)^2 \right]. \end{aligned}$$

Оценивая соответствующие остаточные члены в полученном неравенстве, можем написать, что

$$\left| L_z \left(\frac{\eta_{n,N} - \alpha_{n,N}}{\sqrt{2\beta_{n,N}}} \right) - e^{-\frac{1}{2}z^2} \right| = O(1) \left[1 + L_z \left(\frac{\eta_{n,N} - \alpha_{n,N}}{\sqrt{2\beta_{n,N}}} \right) \right].$$

Таким образом, имеет место следующая

Теорема. Пусть $\sup_{x,k} |\varphi_k(x)| < \infty$ и плотность $f(x)$ ограничена. Если

$\frac{n^2}{N^3} \rightarrow 0$, при $n, N \rightarrow \infty$, то случайная величина $(\eta_{n,N} - \alpha_{n,N})/\sqrt{2\beta_{n,N}}$ имеет асимптотически нормальное распределение с параметрами $(0; 1)$.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 25.2.1983)

მათემატიკა

ბ. ბუაძე

განაწილების სიმკვრივის პროექციული შეფასების ზღვარი
ყოფაქცევის საკითხისათვის

რეზიუმე

გაუსის შემთხვევითი ველების თეორიის გამოყენებით შესწავლილია მრავალგანზომილებიანი განაწილების სიმკვრივის პროექციული შეფასების ინტეგრალურ-კვადრატული გადახრის ასიმპტოტური ყოფაქცევა და მიღებულია საკმარისი პირობები ამ გადახრის ასიმპტოტურად ნორმალურობისათვის.

MATHEMATICS

T. G. BUADZE

ON THE BOUNDARY BEHAVIOUR OF A DISTRIBUTION DENSITY PROJECTIVE ESTIMATE

Summary

Using the Gaussian theory of random fields, the asymptotic behaviour of the integral square deviation of the projective estimate of a multidimensional distribution density is obtained and sufficient conditions for the asymptotic normality of this deviation are established.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Н. Ченцов. ДАН СССР, 147, 1, 1962, 45—48.
2. Э. А. Надарая. Теория вероятн. и ее примен., т. XXI, вып. 4, 1976, 864—871.
3. Т. Г. Буадзе. Сообщения АН ГССР, 104, № 3, 1981, 553—556.

А. ТУРАКУЛОВ

ОБОБЩЕННЫЕ АНАЛИТИЧЕСКИЕ ВЕКТОРЫ И ГОЛОМОРФНЫЕ
 ВЕКТОРНЫЕ РАССЛОЕНИЯ НАД КОМПАКТНОЙ РИМАНОВОЙ
 ПОВЕРХНОСТЬЮ

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

Пусть M — компактная риманова поверхность рода ρ и $A(p)$ — $(n \times n)$ -матрица на M , принадлежащая $L_p(M, n \times n)$, $p > 2$ [1], элементы которой при замене локальной координаты z на z^* изменяются по закону

$$A_{ij}(z^*) = A_{ij}(z) \frac{dz}{dz^*}. \quad (1)$$

Рассмотрим уравнение

$$\bar{\partial}U = AU, \quad \bar{\partial} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial}{\partial x} + i \frac{\partial}{\partial y} \right), \quad (2)$$

где $z(q) = x + iy$ — локальная координата точки поверхности. Мы будем рассматривать как векторные решения этой системы, так и матричные решения размера $(n \times n)$. При этом под решением мы понимаем регулярное решение или решения, имеющие дискретное множество особенностей [2].

Теорема 1. *В единичном круге $T\{|z| < 1\}$ существует регулярное матричное решение $H(z)$ уравнения (2), аналитически продолжимое на всю плоскость и не вырожденное ни в одной точке расширенной плоскости.*

Рассмотрим уравнение

$$PU = U(z) + \frac{1}{\pi} \iint_T A(t)U(t) \frac{d\sigma_t}{t-z} = 0 \quad (3)$$

в пространстве $C(T, n \times 1)$ вектор-функций f , непрерывных в T с нормой

$$\|f\|_{C(T, n \times 1)} = \sum_{i=1}^n \|f_i\|_{C(T)}, \quad f = \begin{pmatrix} f_1 \\ f_2 \\ \vdots \\ f_n \end{pmatrix}.$$

Убедимся прежде всего в том, что число k решений этого уравнения меньше n . Действительно, если бы мы имели n линейно-независимых решений, то из них можно было бы сформировать $(n \times n)$ -матрицу U_0 , которая была бы решением уравнения (2).

Определитель этой матрицы удовлетворяет уравнению

$$\bar{\partial} \det U_0 = Sp A (\det U_0) \quad (4)$$

и, следовательно, представим в области T в виде

$$\det U_0(z) = \varphi(z) \exp \left(-\frac{1}{\pi} \iint_T \operatorname{Sp} A(t) \frac{d\sigma_t}{t-z} \right).$$

Столбцы матрицы U_0 в силу (3) аналитически продолжимы на внешность единичного круга и обращаются в нуль на бесконечности, откуда следует, что $\varphi(z)$ также аналитически продолжима на всю плоскость и $\varphi(z) = 0$, следовательно, столбцы линейно зависимы.

Рассмотрим теперь уравнение $PU = C$, где C — вектор-константа. Для разрешимости этого уравнения необходимо и достаточно выполнение условий $(C, V_1) = 0, \dots, (C, V_k) = 0$, где V_1, \dots, V_k — базис решений уравнения $P^*V = 0$.

Если l_1, \dots, l_n — базис C^n , то число решений уравнений $PU = C$ при различных правых частях, включая нуль, равно

$$n - \operatorname{rang} \|(C_i, V_i)| + k \geq n.$$

Таким образом, имеется по крайней мере n таких решений. Сформируем из любых n решений матрицу $H(z)$. Эта матрица не вырождена в каждой точке плоскости, так как $\det H$ удовлетворяет уравнению (4).

Теорема 2. *Существует голоморфное векторное расслоение B_A над поверхностью M со слоем C^n и группой $GL(n, c)$, сечения которого находятся во взаимно-однозначном соответствии с векторными решениями уравнения (2) в соответствующих областях.*

Построим это расслоение. В каждой координатной окрестности U в силу теоремы 1 существует матричное решение $H_U(q)$ уравнения (2), невырожденное в каждой точке. Тогда матрицы перехода расслоения B_A задаются соотношением

$$h_{UV} = H_U^{-1} H_V. \quad (5)$$

Если $\{\varphi_U\}$ есть голоморфное сечение этого расслоения, то $\varphi_U(q) = H_U^{-1} H_V \varphi_V(q)$.

Тогда вектор-функция $U(q) = H_U(q) \varphi_U(q)$ удовлетворяет уравнению $\bar{\partial} U = \bar{\partial} H_U \varphi_U = A H_U \varphi_U = AU$.

Обратно, если U — регулярное векторное решение уравнения (2), то $\varphi_U = H_U^{-1} U(q)$ есть голоморфное расслоение B_A

$$\begin{aligned} \bar{\partial} \varphi_U &= \bar{\partial} (H_U^{-1}) U + H_U^{-1} \bar{\partial} U = -H_U^{-1} \bar{\partial} H_U H_U^{-1} U + H_U^{-1} AU = \\ &= H_U^{-1} (-A H_U H_U^{-1} U + AU) = 0. \end{aligned}$$

Теорема 3. *В конечной области $D \in M$ векторное решение U уравнения (2) представимо в виде*

$$U(q) = H_0(q) \varphi(q), \quad (6)$$

где $H_0(q)$ — невырожденное матричное решение уравнения (2) и $\varphi(q)$ — аналитический вектор.

Конечная риманова поверхность есть многообразие Штейна и, следовательно, расслоение B_A тривиально над D [3]. Это означает, что существует невырожденная в каждой точке области голоморфная матричная коцепь $\{\Psi_U\}$ такая, что $\Psi_U = h_{UV} \Psi_V$.



Отсюда следует, что $H_0(q) = H_U(q) \Psi_U(q) = H_V(q) \Psi_V(q)$ есть функция на D . Ясно что $H_0(q)$ есть невырожденное матричное решение уравнения (2), откуда следует (6).

Отсюда, в частности, вытекает, что если $M(p, q)$ — однозначное в D ядро Коши [4], то существует такая голоморфная в D матрица-функция $F(q)$, что уравнение

$$P_M U = U(q) + \frac{1}{\pi} \iint_D A(p) U(p) M(p, q) d\sigma_p = F(q)$$

имеет невырожденное в каждой точке матричное решение. Чтобы проверить это, достаточно положить $F(q) = P_M(H_0)$.

Проведем на M некоторый контур Γ , разбивающий поверхность на области T^\pm . Тогда любое векторное решение уравнения (2) представимо в виде

$$U(q) = H_0^+(q) \varphi^+(q) \text{ в } T^+, \quad (7)$$

$$U(q) = H_0^-(q) \varphi^-(q) \text{ в } T^-.$$

Полагая $G(p) = (H_0^+(p))^{-1} (H_0^-(p))$, $p \in \Gamma$, мы получаем, что $\varphi^\pm(q)$ есть аналитическое решение краевой задачи Римана

$$\varphi^+(p) = G(p) \varphi^-(p), \quad (8)$$

к которой сводится проблема классификации векторных расслоений над римановой поверхностью [5, 6]. Заметим, что $\text{ind}_\Gamma \det G = 0$.

Рассмотрим пространство L_V векторных решений уравнения (2), кратных дивизору $-\gamma$. Тогда представление (7) может быть уточнено следующим образом:

$$U(q) = H^\pm(q) \Upsilon^\pm(q) \varphi^\pm(q),$$

где $\Upsilon^\pm(q)$ — аналитические T^\pm функции, определяемые дивизорами Υ^\pm и $\varphi^\pm(q)$ — голоморфные вектор-функции. Мы получаем краевую задачу

$$\varphi^+(q) = [\Upsilon^+(p) H_0^+(p)]^{-1} (\Upsilon^-(p) H_0^-(p)) \varphi^-(p), \quad (9)$$

индекс которой равен $n \cdot \text{ord } \gamma$.

Рассмотрим теперь уравнение

$$\bar{\partial} V + A^* V = 0, \quad (10)$$

где V — вектор-дифференциал.

В конечной области D мы получаем из представления (6), что $A = \bar{\partial} H_0 H_0^{-1}$, откуда $A^* = H_0^{*-1} \bar{\partial} H_0^*$.

Тогда уравнение (10) может быть переписано в форме $\bar{\partial} V + H_0^{*-1} \bar{\partial} H_0^* V = 0$, т. е. $\bar{\partial} (H_0^* V) = 0$. Таким образом, вектор-дифференциал $\Psi = H_0^* V$ есть аналитический вектор, откуда следует представление для решений уравнения (10)

$$V(q) = H_0^{*-1}(q) \Psi(q). \quad (11)$$

Из этого представления вытекает, что вектор Ψ есть решение задачи

$$\Psi^+(p) = G_{(\sigma)}^{*-1} \Psi^-(p), \quad G_{(\sigma)}^{*-1} = (H_0^+)^* (H_0^-)^{*-1}, \quad (12)$$



Для пространства H_γ векторов-дифференциалов, удовлетворяющих уравнению (10) и кратных дивизору γ , мы приходим к задаче Римана

$$\Psi^+(p) = [\gamma^+(p) H_0^+(p)]^* [\gamma^-(p) H_0^-(p)]^{*-1} \Psi^-(p), \quad (13)$$

сопряженной к (9).

Из теоремы об индексе задачи Римана [6] следует теорема Римана—Роха для системы (2).

Теорема 4. (Римана—Роха).

$$\dim L_\gamma - \dim H_\gamma = n \cdot \text{ord } \gamma - n \cdot \rho + n. \quad (14)$$

Ташкентский институт инженеров
железнодорожного транспорта

(Поступило 4.3.1983)

МАТЕМАТИКА

А. ТУРАКУЛОВ

ბანზოგადებული ანალიზური ვექტორები და ჰოლომორფული
ვექტორული ფიბრაციები რიმანის კომპაქტურ ზედაპირზე

რეზიუმე

განხილულია კარლემან—ვეკუას დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემა. მიღებულია განსაკუთრებულობათა დისკრეტული სიმრავლის მქონე ვექტორულ აპონანსთა წარმოდგენები და დამტკიცებულია რიმან—როხის თეორემა.

MATHEMATICS

A. TURAKULOV

GENERALIZED ANALYTIC VECTORS AND HOLOMORPHIC VECTOR
FIBERING OVER A COMPACT RIEMANN SURFACE

Summary

The system of differential equations of Carleman-Vekua is considered. Representations for vector solutions with a discrete set of singularities are obtained and the Riemann-Roch theorem is proved.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Туракулов. ДАН УзССР, № 8, 1975.
2. И. Н. Веква. Обобщенные аналитические функции. М., 1959.
3. О. Форстер. Римановы поверхности. М., 1980.
4. С. Я. Гусман, Ю. Л. Родин. Сиб. матем. ж., 3, № 4, 1962.
5. Н. Röhrl. Math. Ann. 151, 1963.
6. Ю. Л. Родин. ДАН СССР, 232, № 5, 1977.

Г. Ш. БЕКАУРИ

О НЕКОТОРЫХ АППРОКСИМАТИВНЫХ СВОЙСТВАХ
 СФЕРИЧЕСКИХ СРЕДНИХ РИССА КРАТНЫХ РЯДОВ
 И ИНТЕГРАЛОВ ФУРЬЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Жижиашвили 16.5.1983)

Пусть $E_N (N \geq 2)$ — евклидово пространство размерности N , элементы которого будем обозначать через $x = (x_1, \dots, x_N)$, $y = (y_1, \dots, y_N)$ и т. д., а через $xy = \sum_{k=1}^N x_k y_k$ — скалярное произведение этих векторов. Пусть $|x| = \sqrt{x \cdot x}$ — длина вектора x . Куб $\{x : x \in E_N, -\pi \leq x_k < \pi, k = \overline{1, N}\}$ будем обозначать через Q_N , а единичную сферу $\{x : x \in E_N, |x| = 1\}$ — через Ω_N .

Пусть $f \in L(Q_N)$ имеет период 2π по каждому аргументу x_j ($j = \overline{1, N}$) и

$$f(x) \sim \sum_n a_n e^{inx}, \quad a_n = \frac{1}{(2\pi)^N} \int_{Q_N} f(x) e^{-inx} dx, \quad (1)$$

где $n = (n_1, \dots, n_N)$ — целые точки в E_N .

Средними Рисса порядка $\delta \geq 0$ ряда (1) называются суммы

$$S_R^\delta(x, f) = \sum_{|n| < R} \left(1 - \frac{|n|^2}{R^2}\right)^\delta a_n e^{inx} \quad (R > 0). \quad (2)$$

Если $f \in L(E_N)$, то интегральным аналогом для средних (2) являются

$$\sigma_R^\delta(x, f) = \int_{|y| < R} \left(1 - \frac{|y|^2}{R^2}\right)^\delta F(y) dy,$$

где

$$F(y) = \frac{1}{(2\pi)^N} \int_{E_N} f(x) e^{-ixy} dx.$$

Через f_x будем обозначать сферические средние функции f , т. е.

$$f_x(t) = \frac{1}{|\Omega_N|} \int_{\Omega_N} f(x + ty) d\Omega_N(y) \quad (t \geq 0),$$

где $|\Omega_N|$ — площадь поверхности сферы Ω_N , а интегрирование производится по поверхности сферы Ω_N .

Пусть Φ — строго возрастающая непрерывная функция на $[0, +\infty[$, $\Phi(0) = 0$. Функция $f : [a, b] \rightarrow R$ называется функцией ограниченной Φ -вариации, или класса $V_\Phi \equiv V_\Phi[a, b]$, если

$$V_{\Phi}(f) = \sup_{\Pi} \sum_{i=0}^{n-1} \Phi(|f(x_{i+1}) - f(x_i)|) < \infty,$$

где $\Pi = \{a = x_0 < x_1 < \dots < x_n = b\}$ — произвольное разбиение отрезка $[a, b]$. Здесь же отметим, что последнее определение ввела Юнг [1].

Пусть f ограничена на $[a, b]$. Модулем изменения функции f называется функция $v(\cdot, f)$ целочисленного неотрицательного аргумента, определенная следующим образом: $v(0, f) = 0$, а при $n \geq 1$

$$v(n, f) = \sup_{\Pi_n} \sum_{k=0}^{n-1} |f(x_{2k+1}) - f(x_{2k})|,$$

где Π_n — произвольное разбиение интервала $[a, b]$ на n непересекающихся интервалов (x_{2k}, x_{2k+1}) , $k = \overline{0, n-1}$. Относительно последнего определения см. работу З. А. Чантурия [2].

Пусть $v(\cdot)$ — неубывающая выпуклая вверх функция при $n \geq 0$ и $v(0) = 0$. Обозначим через $V(v)$ (см. [2]) класс тех функций f , для которых $v(n, f) = O(v(n))$ при $n \rightarrow \infty$, а через $\omega(\cdot, f)$ — модуль непрерывности функции f .

В дальнейшем через A обозначим произвольное ограниченное множество из E_N , а через $C(N, f)$, $C(N, f, A)$ и т. д. — положительные константы, зависящие лишь от указанных параметров.

В данной работе приводятся утверждения, являющиеся аналогами соответствующих результатов З. А. Чантурия [3] и В. О. Асатиани [4] для сферических средних Рисса кратных тригонометрических рядов и интегралов Фурье.

Теорема 1. Если функция f непрерывна на E_N , имеет период 2π по каждому аргументу и

$$\min_{1 < m < [R]-1} \left\{ \omega\left(\frac{1}{R}, f_x\right) \ln m + \sum_{k=m+1}^{[R]-1} \frac{v(k, f_x)}{k^2} \right\} \rightarrow 0, \quad R \rightarrow \infty,$$

то

$$S_{\frac{N-1}{R}}^{(N-1)/2}(x, f) - f(x) \rightarrow 0, \quad R \rightarrow \infty.$$

Теорема 2. Пусть функция f непрерывна на E_N , финитна и $f_x \in V_{\Phi}[0, \eta]$ для некоторого $\eta > 0$. Тогда

$$|S_{\frac{N-1}{R}}^{(N-1)/2}(x, f) - f(x)| \leq C(N, f, A) \int_0^{\frac{\pi}{R}} \log \frac{V_{\Phi}(f_x)}{\Phi(y)} dy, \quad x \in A,$$

где

$$\int_{0+} \log \frac{1}{\Phi(y)} dy < \infty.$$

Теорема 3. Если функция f финитна и непрерывна на E_N , то

$$|\sigma_R^{(N-1)/2}(x, f) - f(x)| \leq C(N, f, A) \left\{ \omega\left(\frac{1}{R}, f_x\right) \ln m + \sum_{k=m+1}^{[R]-1} \frac{\nu(k, f_x)}{k^2} \right\},$$

где $x \in A$.

Теорема 4. Пусть функция f непрерывна на E_N и финитна. Тогда

$$|\sigma_R^{(N-1)/2-\beta}(x, f) - f(x)| \leq C(N, f, A, \beta) \left\{ \omega\left(\frac{1}{R}, f_x\right) m^\beta + \sum_{k=m+1}^{[R]-1} \frac{\nu(k, f_x)}{k^{2-\beta}} \right\},$$

где $0 < \beta < 1$, $x \in A$.

Теорему 4 можно высказать и в следующей эквивалентной форме.

Теорема 4'. Если функция f непрерывна на E_N и финитна, то

$$|\sigma_R^{(N-1)/2-\beta}(x, f) - f(x)| \leq C(N, f, A, \beta) \min_{1 < m < [R]-1} \left\{ \omega\left(\frac{1}{R}, f_x\right) m^\beta + \sum_{k=m+1}^{[R]-1} \frac{\nu(k, f_x) - \nu(k-1, f_x)}{k^{1-\beta}} \right\},$$

где $x \in A$.

Отметим, что теоремы 1, 3, 4, 4' в определенном смысле неусилияемы. Пусть $\omega(\cdot)$ — произвольный модуль непрерывности, а $\nu(\cdot)$ — модуль изменения. Предположим еще, что

$$\tau_\beta(R) = \min_{1 < m < [R]-1} \left\{ \omega\left(\frac{1}{R}\right) l(\beta, m) + \sum_{k=m+1}^{[R]-1} \frac{\nu(k) - \nu(k-1)}{k^{1-\beta}} \right\},$$

где

$$l(\beta, m) = \begin{cases} \ln m, & \text{если } \beta = 0, \\ m^\beta, & \text{если } 0 < \beta < 1. \end{cases}$$

Справедливы следующие утверждения.

Теорема 5. Если $\overline{\lim}_{R \rightarrow \infty} \tau_\beta(R) = P > 0$, тогда существует функция

$f: E_N \rightarrow R$ такая, что $f_0 \in H^\omega \cap V[\nu]$ и

$$\overline{\lim}_{R \rightarrow \infty} \frac{|\sigma_R^{(N-1)/2-\beta}(0, f) - f(0)|}{\tau_\beta(R)} > 0.$$

Теорема 6. Если $\overline{\lim}_{R \rightarrow \infty} \tau_0(R) = P > 0$, тогда существует функция

$f: E_N \rightarrow R$ такая, что $f_0 \in H^\omega \cap V[\nu]$ и $S_R^{(N-1)/2}(x, f)$ расходятся в точке $x=0$.

ბ. ბეკაური

ფურიეს ჯერადი მფკრივებისა და ინტეგრალების რისის სფერული
 საშუალოების ზოგიერთი აპროქსიმატული თვისების შესახებ

რეზიუმე

ნაშრომში დადგენილია ფურიეს ჯერადი ტრიგონომეტრიული მწკრივებისა და ფურიეს ინტეგრალების რისის სფერული საშუალოების ზოგიერთი აპროქსიმატული თვისება.

MATHEMATICS

G. Sh. BEKAURI

ON SOME APPROXIMATE PROPERTIES OF RIESZ SPHERICAL
 MEANS OF MULTIPLE FOURIER SERIES AND INTEGRALS

Summary

Statements characterizing some approximate properties of the Riesz spherical means of multiple trigonometric Fourier series and Fourier integrals are presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. L. C. Young. Comptes Rendus, 204, 1937, 470-472.
2. З. А. Чантурия. ДАН СССР, 214, № 1, 1974, 63-66.
3. З. А. Чантурия. Матем. сб., 100 (142), № 4 (8), 1976, 534-553.
4. В. О. Асатиани. Сообщения АН ГССР, 92, № 3, 1978, 549-552.

Г. Н. ТЕВЗАДЗЕ

О СОПРЯЖЕННЫХ СЕТЯХ С НУЛЕВЫМИ ИНВАРИАНТАМИ
 ЛАПЛАСА—ДАРБУ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 25.5.1983)

1. В проективном пространстве p_3 на неразвертывающейся поверхности s сопряженная сеть определяется ее дифференциальным уравнением

$$a_{ij} du^i du^j = 0, \tag{1}$$

где тензор сети a_{ij} удовлетворяет условию аполярности относительно тензора асимптотической сети поверхности s ([1], стр. 310)

$$a_{ij} b^{ij} = 0;$$

при этом

$$b_{ij} du^i du^j = 0$$

является дифференциальным уравнением асимптотической сети поверхности S , а тензорные индексы всюду принимают значения 1 и 2. Здесь же отметим, что для поднятия и опускания тензорных индексов всегда применяются два взаимных бивектора ϵ_{ij} , ϵ^{kj} ([1], стр. 34), где

$$\epsilon_{12} = -\epsilon_{21} = \sqrt{\det(b_{ij})} = \sqrt{-\det(a_{ij})}, \quad \epsilon_{ij} \epsilon^{jk} = \delta_i^k.$$

Поверхность s нормализуем по Нордену прямыми Грина сети (1) ([1], стр. 364), т. е. первой и второй осью сети (1)

$$p, \nu, \tag{2}$$

где p —ось Грина (первая ось), а ν —ребро Грина (вторая ось) сети (1).

Деривационные уравнения Нордена поверхности S , нормализованной прямыми (2), имеют следующий вид ([2], стр. 12)

$$\begin{aligned} \partial_j y_i &= G_{ij}^k y_k + l_j y_i + p_{ij} x + b_{ij} X, \quad y_i = \partial_i x - l_i x, \\ \partial_i \eta_j &= \Gamma_{ij}^k \eta_k + \lambda_j \eta_i + \pi_{ij} \xi + b_{ij} \Sigma, \quad \eta_i = \partial_i \xi - \lambda_i \xi \end{aligned} \tag{3}$$

где $x, y_i, X; \xi, \eta_i, \Sigma$ —соответственно точечный и тангенциальный реперы поверхности S .

В соотношениях (3)

$$G_{ij}^k, \Gamma_{ij}^k \tag{4}$$

называются соответственно связностями первого и второго родов на поверхности s , индуцированными прямыми (2). Связности (4) и тен-

G. N. TEVZADZE

ON CONJUGATE NETS WITH ZERO LAPLACE-DARBOUX
INVARIANTS

Summary

Condition (8) is proved to characterize a conjugate net, both Laplace-Darboux point invariants of which are zero.

In this case the integrability conditions of differential equations (3) are represented in the form of system (10) in which it is assumed that the surface is normalized by the straight lines (2).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. П. Норден. Пространства аффинной связности. М., 1976.
2. Г. Н. Тевзадзе. Труды Тбил. матем. ин-та, т. LIV, 1976.
3. С. П. Фиников. Теория конгруенций. М.—Л., 1950.



М. М. ШУМАФОВ

ТОПОЛОГИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ
 СИСТЕМ ТРЕХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ
 С РАЗРЫВНЫМИ ПРАВЫМИ ЧАСТЯМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. Т. Кигурадзе 3.6.1983)

В области D пространства $\{x\}$, $x \in \mathbb{R}^3$, $(0, 0, 0) \in D$ рассмотрим систему уравнений в векторной записи

$$\dot{x} = f(x).$$

Основные предположения. 1°. В каждой из частей $x_3 < 0$ и $x_3 > 0$ области D вектор-функция $f = (f_1, f_2, f_3) \in C^2$ вплоть до границы $\{x_3 = 0\}$, т. е. существует предельные значения f^- и f^+ вектор-функции f и ее производных при $x_3 \rightarrow -0$ и $x_3 \rightarrow +0$. Вообще говоря, $f^- \neq f^+$.

2°. Если $f_3^- \cdot f_3^+ \leq 0$, то на плоскости $x_3 = 0$ определено движение (скользящий режим) со скоростью

$$\dot{x} = f^0(x), \tag{2}$$

$$f^0(x_1, x_2, 0) = \mu f^+(x_1, x_2, 0) + (1 - \mu) f^-(x_1, x_2, 0), \mu = f_3^- / (f_3^- - f_3^+).$$

3°. $f^-(x_1, x_2, 0) \neq 0$, $f^+(x_1, x_2, 0) \neq 0$.

4°. Каждое из равенств $f_3^- = 0$, $f_3^+ = 0$ и $f^0 = 0$ возможно только в конечном числе точек, во всех точках конечного числа гладких линий и во всех точках конечного числа областей плоскости $x_3 = 0$ с кусочно гладкой границей.

При условиях 1°, 2° для системы (1) справедлива теорема существования [1].

Устойчивость точечной особенности $(0,0,0)$ исследовалась в [2, 3]. Цель настоящей работы — дать локальную топологическую классификацию грубых двумерных, линейных и точечных особенностей системы (1).

Рассматриваются случаи общего положения (см. [4]).

Наряду с системой (1) в области $G \subset \mathbb{R}^3$, $O \in G$ рассмотрим систему

$$\dot{y} = \varphi(y), \quad y \in \mathbb{R}^3, \tag{3}$$

правая часть которой удовлетворяет условиям 1°—4°.

1. Случай $f_3^- \cdot f_3^+ < 0$ при $x_3 = 0$.

Теорема 1. Пусть существует топологическое отображение (гомеоморфизм) двумерных окрестностей (т. е. лежащих соответственно в плоскостях $x_3 = 0$ и $y_3 = 0$) двух точек O и O_1 , при котором траектории скользящего режима системы (1) переходят в траектории скользящего режима системы (3) с сохранением направления движения по траекториям, и $f_3^- \cdot f_3^+ < 0$, $\varphi_3^- \cdot \varphi_3^+ < 0$, $f_3^- \cdot \varphi_3^- > 0$.



Тогда существует и гомеоморфизм пространственных окрестностей точек O и O_1 , переводящее траектории системы (1) в траектории (3).

Следствие. Пусть для систем (1) и (3) $f_3^- \cdot f_3^+ < 0$, $f^0 \neq 0$ в области $D_0 \subset \{x_3=0\}$, и $\varphi_3^- \cdot \varphi_3^+ < 0$, $\varphi^0 \neq 0$ (φ^0 — вектор скользящего режима системы (3)) в области $G_0 \subset \{y_3=0\}$.

Тогда для любой точки $M \in D_0$ существует гомеоморфизм ее окрестности $U \subset \mathbb{R}^3$ на некоторую окрестность точки $M_1 \in G_0$, переводящий траектории системы (1) в траектории системы (3).

Теорема 2. Если уравнение $\dot{x} = f^0(x)$ в области $D_0 \subset \{x_3=0\}$ является грубым (или 1 степени негрубости) в окрестности V_0 точки $M \in V_0 \subset \bar{V}_0 \subset D_0$, то система (1) груба (или 1 степени негрубости) также в некоторой трехмерной окрестности V_1 точки M .

Следствие 1. Система (1) груба в некоторой трехмерной окрестности точки M , если точка M неособая для уравнения (2).

Следствие 2. Для системы (1) в случае $f_3^- \cdot f_3^+ < 0$ существуют только три разных топологических класса грубых состояний равновесия;

- 1) устойчивый узел или фокус для (2), $f_3^- \cdot f_3^+ > 0$;
- 2) неустойчивый узел или фокус для (2), $f_3^- \cdot f_3^+ > 0$;
- 3) седло для (2), $f_3^- \cdot f_3^+ > 0$.

Следствие 3. Для системы (1) при условии $f_3^- \cdot f_3^+ < 0$ существуют только четыре топологических класса состояний равновесия 1 степени негрубости. В каждом из следующих случаев: а) седло—узел кратности 2 для (2); б) сложный фокус кратности 1 для (2), для системы (1) имеются два топологических класса в зависимости от направлений движения по траекториям.

2. Случай $f_3^- \neq 0$, $f_3^+ = 0$ на гладкой линии L . Пусть $f_3^- > 0$.

Теорема 3. Система (1), для которой $f_3^- > 0$ в области D_0 плоскости $x_3=0$, $f_3^+ = 0$ на гладкой линии $L = \{(x_1, x_2): x_2 = h(x_1)\} \subset D_0$, $h(0)=0$, в случае $(f^+, n) > 0$ на L , где n — единичный вектор нормали к L , направленный из $D_0^- = \{(x_1, x_2): f_3^+ < 0\}$ в $D_0^+ = \{(x_1, x_2): f_3^+ > 0\}$, топологически эквивалентна системе $\dot{x} = (1, 0, 2x_1)$ при $x_3 > 0$, $\dot{x} = (0, 0, 1)$ при $x_3 < 0$, а в случае $(f^+, n) < 0$ — системе $\dot{x} = (1, 0, -2x_1)$ при $x_3 > 0$, $\dot{x} = (0, 0, 1)$ при $x_3 < 0$.

Если $\text{grad } f_3^+(x_1, x_2, 0) \neq 0$, то линейная особенность L груба.

Теорема 4. Пусть в системе (1) $f \in C^\infty(x_3 \geq 0)$, $f \in C^1(x_3 \leq 0)$, $f_3^- > 0$ в $D_0 \subset \{x_3=0\}$, $f_3^+ = 0$ на гладкой линии L , $\text{grad } f_3^+(x_1, x_2, 0) \neq 0$ на L и рассматриваемая на L функция $(f^+, \text{grad } f_3^+)$ имеет корень 1 кратности в точке O .

Тогда система (1) топологически эквивалентна одной из систем: $\dot{x} = (1, 0, x_2 - x_1^2)$ при $x_3 > 0$, $\dot{x} = (0, 0, 1)$ при $x_3 < 0$ или $\dot{x} = (1, 0, x_1^2 - x_2)$ при $x_3 > 0$, $\dot{x} = (0, 0, 1)$ при $x_3 < 0$.

В области $x_3 > 0$ этот результат следует из [5].

3. Случай $f_3^- = 0$ на линии L_1 , $f_3^+ = 0$ на линии L_2 , L_1 и L_2 пересекаются под ненулевым углом. Взяв линии уровня функций f_3^- и f_3^+ за но-

вые координатные линии, случай общего положения системы (1) сведем к системе, в которой $f_3^- = x_1$, $f_3^+ = -x_2$.

Положим $f^+(0, 0, 0) = (a_1^+, a_2^+, 0)$, $f^-(0, 0, 0) = (a_1^-, a_2^-, 0)$. Пусть далее, $a_1^+ \neq 0$, $a_2^+ \neq 0$; $a_1^- \neq 0$, $a_2^- \neq 0$; $a_1^- a_2^+ \neq a_1^+ a_2^-$.

А. $a_1^- > 0$, $a_2^+ > 0$. Траектории системы (1) как при $x_3 \leq 0$, так и при $x_3 > 0$ обоими концами достигают плоскости разрыва $x_3 = 0$.

В этом случае нет грубых топологических классов.

В. $a_1^- < 0$, $a_2^+ > 0$. Траектории с одной стороны ($x_3 > 0$) плоскости $x_3 = 0$ обоими своими концами достигают этой плоскости и индуцируют точечное отображение T^+ , а с другой стороны — удаляются от нее. Линейная часть отображения T^+ порождает отображение π^+ прямых, проходящих через точку O : прямая $x_2 = k \cdot x_1$ проходит в $x_2 = l x_1$, где $l = \pi^+(k) = k^* k / (2k - k^*)$.

Траектории скользящего режима входят в точку O с угловыми коэффициентами k_1 и k_2 , где k_1 и k_2 — корни уравнения

$$a_1^- k^2 + (a_1^+ - a_1^-) k - a_2^+ = 0. \text{ Пусть } \Delta = a_1^+ a_2^- - a_2^+ a_1^-, k^* = k^*/_2.$$

Теорема 5. В предложениях данного пункта В существуют всего 11 грубых топологических классов систем (1): в случае $a_1^+ - a_2^- < 2\sqrt{-a_1^- a_2^+}$ — три класса:

а) $a_1^+ < 0$, б) $a_1^+ > 0$, $a_1^+ + a_2^- > 0$, в) $a_1^+ > 0$, $a_1^+ + a_2^- < 0$; в случае $a_1^+ - a_2^- > 2\sqrt{-a_1^- a_2^+}$: 1) при условии $\Delta < 0$ — три класса: а) $k_1 < k^* < k_2$, б) $0 < k^* < k_1$, $\pi^+(k_2) < k_1$, в) $0 < k^* < k_1$, $\pi^+(k_2) > k_1$; 2) при условиях $\Delta > 0$, $a_1^+ + a_2^- > 0$ — один класс, 3) при условиях $\Delta > 0$, $a_1^+ + a_2^- < 0$ — четыре класса: а) $k^* < 0$, б) $0 < k^* < k_1$, в) $0 < k_1 < k^* < k_2$, г) $k^* > k_2$.

С. $a_1^- < 0$, $a_2^+ < 0$: траектории с разных сторон от плоскости $x_3 = 0$ обоими своими концами удаляются от нее.

Теорема 6. В случае С существуют только два грубых топологических класса систем (1):

1) $\Delta > 0$; $a_1^+ + a_2^- < 0$ или $\Delta < 0$, 2) $\Delta > 0$, $a_1^+ + a_2^- > 0$.

Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова

(Поступило 3.6.1983)

მათემატიკა

ა. შუაგოვი

წვეტილი მარჯვენამხარინი სამი დიფერენციალური განტოლების
სისტემის განსაკუთრებული ბოკოლოგიური კლასიფიკაცია

რეზიუმე

მოყვანილია უხეშ ორგანზომილებიან, წრფივ და წერტილოვან განსაკუთრებული ლოკალური ტოპოლოგიური კლასიფიკაცია სამი დიფერენციალური განტოლების წყვეტილი სისტემისათვის.

М. М. SHUMAFOV

TOPOLOGICAL CLASSIFICATION OF SINGULARITIES OF SYSTEMS
OF THREE DIFFERENTIAL EQUATIONS WITH DISCONTINUOUS
RIGHT-HAND SIDES

Summary

A local topological classification of structurally stable two-dimensional, linear and point singularities is given for a discontinuous system of three differential equations.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Ф. Филиппов. Матем сб., т. 51, № 1, 1960.
2. Ю. И. Неймарк, С. Д. Княпин. Изв. вузов. Радиофиз., т. 3, № 4, 1960.
3. М. А. Айзерман, Ф. Р. Гантмахер. Прикл. мат. и мех., т. XXIV, 1960.
4. В. И. Арнольд. Вестник МГУ. Сер. мат. и мех., № 2, 1970.
5. С. М. Вишик. Вестник МГУ. Сер. мат. и мех., № 1, 1972.



Д. В. ЛЕЛАДЗЕ

О СОПРЯЖЕННЫХ ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИХ РЯДАХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Жижиашвили 25.5.1983)

1. Предположим, что 2π -периодическая относительно каждой переменной функция $f \in L([-\pi, \pi]^n)$ и $\sigma_n[f]$ —ее n -кратный тригонометрический ряд Фурье. Рассмотрим сопряженный по совокупности n переменных к $\sigma_n[f]$ ряд $\bar{\sigma}_n[f]$ ($n \geq 2$).

В дальнейшем нам понадобятся обозначения. Некоторые из них можно найти, например, в работах [1—3].

$$m = (m_1, \dots, m_n) (m_i \in \mathbb{N}, i = \overline{1, n}); x = (x_1, \dots, x_n) (x_i \in \mathbb{R}, i = \overline{1, n});$$

$$\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_n) (\alpha_i > -1, \alpha_i \in \mathbb{R}, i = \overline{1, n});$$

$$M = \{m_1, \dots, m_n\}; X = \{x_1, \dots, x_n\}.$$

Обозначим через M_i множество всех подмножеств M с i элементами, через $M^{(k)}$ —множество $M \setminus K$, где $K \in M_i$, а через $M^{(k)_j}$ —множество всех подмножеств $M^{(k)}$ с j элементами. Аналогичным образом вводятся множества $X_i, X^{(k)}, X^{(k)_j}$.

Если $L = \{l_{i_1}, l_{i_2}, \dots, l_{i_k}\} \in M_k$, то, по определению,

$$\tilde{f}_L(x) = \frac{1}{(-2\pi)^k} \int_{\frac{1}{e_{i_1}}}^{\pi} \dots \int_{\frac{1}{e_{i_k}}}^{\pi} \Delta_{i_k, s_{i_k}} (\Delta_{i_{k-1}, s_{i_{k-1}}} (\dots (\Delta_{i_1, s_{i_1}} (f, x)) \dots) \times$$

$$\times \operatorname{ctg} \frac{s_{i_1}}{2} \dots \operatorname{ctg} \frac{s_{i_k}}{2} ds_{i_1} \dots ds_{i_k},$$

где

$$\Delta_{i, h}(f, x) = f(x_1, \dots, x_{i-1}, x_i+h, x_{i+1}, \dots, x_n) -$$

$$- f(x_1, \dots, x_{i-1}, x_i-h, x_{i+1}, \dots, x_n), \quad i = \overline{1, n}.$$

Для $f \in L^q([-\pi, \pi]^n)$, $1 \leq q \leq +\infty$ ($L^\infty = C$), рассмотрим ее кратный модуль непрерывности

$$\omega_p(f; p')_{L^q} = \sup_{\substack{|h_1| < \frac{1}{m_1} \\ \dots \\ |h_i| < \frac{1}{m_i}}} \|\Delta_{i_1}^{h_{i_1}} (\Delta_{i_1}^{h_{i_1}-1} (\dots (\Delta_{i_1}^{h_{i_1}} (f, x)) \dots))\|_{L^q},$$

где

$$p = \{m_1, \dots, m_l\}, \quad p' = \left\{ \frac{1}{m_1}, \dots, \frac{1}{m_l} \right\}$$

и

$$\Delta_i^h(f, x) = f(x_1, \dots, x_{i-1}, x_i+h, x_{i+1}, \dots, x_n) - f(x_1, \dots, x_n).$$

Для случая абелевых средних введем обозначения

$$R = \{1-r_1, \dots, 1-r_n\}; \quad r = (r_1, \dots, r_n); \quad 1-r = (1-r_1, \dots, 1-r_n);$$

$$\begin{aligned} \bar{f}_{1-r}(x) = & \frac{1}{(-2\pi)^n} \int_{1-r_1}^{\pi} \dots \int_{1-r_n}^{\pi} \Delta_{n, s_n}(\Delta_{n-1, s_{n-1}}(\dots (\Delta_1, s_1(f, x)) \dots) \times \\ & \times \operatorname{ctg} \frac{s_1}{2} \dots \operatorname{ctg} \frac{s_n}{2} ds_1 \dots ds_n. \end{aligned}$$

Через $\omega_i(f; \delta)_{L^q}$, как обычно, обозначаем модуль непрерывности $f \in L^q$ по соответствующей переменной.

И, наконец,

$$\lambda(m, \alpha) = \begin{cases} m^{-\alpha}, & -1 < \alpha < 0, \\ \ln(m+1), & \alpha = 0, \\ 1, & \alpha > 0 \quad (m=1, 2, \dots). \end{cases}$$

В этой статье для чезаровских средних ряда $\sigma_n[f]$ приводятся утверждения, уточняющие соответствующие результаты Л. В. Жижиашвили ([1], стр. 185, теорема 35) и Бэзингера [4], а также доказываются их аналоги для средних Абеля—Пуассона.

2. Сформулируем основные утверждения.

Теорема 1. Если $f \in L^q([-\pi, \pi]^n)$, $1 \leq q \leq +\infty$ ($L^\infty \equiv C$), и $\bar{\sigma}_m^{(\alpha)}(x, f)$ обозначает чезаровские средние ряда $\bar{\sigma}_n[f]$, то

$$\begin{aligned} \|\bar{\sigma}_m^{(\alpha)}(x, f) - \bar{f}_M(x)\|_{L^q} = O & \left\{ \sum_{s=1}^{n-1} \sum_{p \in M_s} \omega_p(f; p')_{L^q} \prod_{i=1}^s \lambda(m_{i_l}, \alpha_{i_l}) + \right. \\ & + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{s=1}^{n-i} \sum_{k \in M_i} \sum_{p \in M_s^{(k)}} \omega_p(\bar{f}_k; p')_{L^q} \prod_{i=1}^s \lambda(m_{i_l}, \alpha_{i_l}) + \\ & \left. + \prod_{i=1}^n \lambda(m_i, \alpha_i) \omega_M(f; M')_{L^q} \right\}. \end{aligned}$$

Теорема 2. Если $f \in L^q([-\pi, \pi]^n)$, $1 \leq q \leq +\infty$ ($L^\infty \equiv C$), и $\bar{f}(r; x)$ обозначает среднее Абеля—Пуассона для ряда $\bar{\sigma}_n[f]$, то

$$\|\bar{f}(r; x) - \bar{f}_{1-r}(x)\|_{L^q} = O \left\{ \sum_{i=1}^n \omega_i(f; 1-r_i)_{L^q} + \right.$$



$$\left. + \sum_{s=1}^{n-1} \sum_{k \in R_s} \sum_{\substack{j=1 \\ 1-r_j \notin R_s}}^n \omega_j(\bar{f}_k; 1-r_j)_{L^p} \right\}$$

Следствие 1. Пусть

$$\omega_1(f; \delta_1)_C = o \left\{ \frac{1}{\ln^{n-1} \frac{1}{\delta_1}} \right\}, \dots, \omega_n(f; \delta_n)_C = o \left\{ \frac{1}{\ln^{n-1} \frac{1}{\delta_n}} \right\} \quad (1)$$

при $\delta_i \rightarrow 0$. Тогда

$$\lim_{m \rightarrow \infty} \|\bar{\sigma}_m^{(1)}(x, f) - \bar{f}_M(x)\|_C = 0, \quad \lambda \in [1, +\infty).$$

Следствие 2. Пусть выполняется (1). Тогда

$$\lim_{(1-r)\lambda \rightarrow 0} \|\bar{f}(r; x) - \bar{f}_{1-r}(x)\|_C = 0, \quad \lambda \in [1, +\infty).$$

Оказывается, что в (1) ни один o нельзя заменить через O , точнее, справедлива

Теорема 3. *Найдется функция $f \in C([-\pi, \pi]^n)$, такая, что*

$$\omega_i(f; \delta_i) = o \left\{ \frac{1}{\ln^{n-1} \frac{1}{\delta_i}} \right\} \quad (i \neq j); \quad \omega_j(f; \delta_j) = O \left\{ \frac{1}{\ln^{n-1} \frac{1}{\delta_j}} \right\},$$

а

$$a) \quad \lim_{m \rightarrow \infty} \bar{\sigma}_m^{(1)}(0; f) - \bar{f}_M(0) \neq 0;$$

$$б) \quad \lim_{(1-r)\lambda \rightarrow 0} (\bar{f}(r; 0) - \bar{f}_{1-r}(0)) \neq 0.$$

Тбилисский государственный университет

(Поступило 9.6.1983)

ამთბატობა

დ. ლელაძე

შეუღლებული ტრიგონომეტრიული მჭარვივის შესახებ

რეზიუმე

სტატიაში მოყვანილია დებულებები, რომლებშიც დადგენილია n -ჯერადი ($n \geq 2$) შეუღლებული ტრიგონომეტრიული მჭარვის ჩეზაროსა და აბელ-პუასონის საშუალოების ზოგიერთი აპროქსიმაციული თვისება $L^p([-\pi, \pi]^n)$, $1 \leq p \leq +\infty$ ($L^\infty \equiv C$), სივრცეებისათვის.

MATHEMATICS

D. V. LELADZE
ON CONJUGATE TRIGONOMETRIC SERIES

Summary

The paper presents some results on the approximate properties of Cesàro and Abel-Poisson means of conjugate multiple trigonometric Fourier series in the space $L^p([-\pi, \pi]^n)$, $n \geq 2$, $1 \leq p \leq +\infty$ ($L^\infty \equiv C$).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. В. Жижиашвили. Сопряженные функции и тригонометрические ряды. Тбилиси, 1969.
2. С. М. Никольский. Приближение функций многих переменных и теоремы вложения. М., 1977.
3. А. Ф. Тиман. Теория приближения функций действительного переменного. М., 1960.
4. J. O. Basinger. Proc. Amer. Math. Soc., 56, 1976, 177-182.

Г. А. МЕЛАДЗЕ

О ФРЕДГОЛЬМОВОСТИ И ОБРАТИМОСТИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ОПЕРАТОРОВ НА УНИМОДУЛЯРНЫХ ГРУППАХ ЛИ

(Представлено академиком Б. В. Хведелидзе 18.5.1983)

Пусть G — связанная унимодулярная группа Ли размерности n , dg — бинвариантная мера Хаара на G . Через e будем обозначать единицу группы G . Пусть ds^2 — левоинвариантная риманова метрика на G . Введем с ее помощью обычным образом левоинвариантное расстояние $\rho(g, h)$ на G .

Пусть $\mathfrak{G} = \{X, Y, Z, \dots\}$ — алгебра Ли группы G и пусть $X(t) = \exp tX$, для $t \in \mathbb{R}$ обозначает элемент однопараметрической подгруппы в G , порождаемой элементом $X \in \mathfrak{G}$. Элементы алгебры Ли \mathfrak{G} мы будем обычным образом отождествлять с левоинвариантными векторными полями, полагая для $X \in \mathfrak{G}$

$$(Xf)(g) = \left. \frac{d}{dt} f(gX(t)) \right|_{t=0}, \quad f \in C^\infty(G).$$

Пусть X_1, \dots, X_n — некоторый базис в \mathfrak{G} . Тогда для n -мерного мультииндекса $\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_n)$ определим левоинвариантный дифференциальный оператор $X^\alpha = X_1^{\alpha_1} \dots X_n^{\alpha_n}$. Всякий дифференциальный оператор A порядка m с гладкими коэффициентами на G однозначно записывается в виде

$$A = \sum_{|\alpha| \leq m} a_\alpha(g) X^\alpha, \quad (1.1)$$

где $a_\alpha(g) \in C^\infty(G)$, $|\alpha| = \alpha_1 + \dots + \alpha_n$.

Через A_g будем обозначать дифференциальный оператор с замороженными в точке g коэффициентами

$$A_g u(h) = \sum_{|\alpha| \leq m} a_\alpha(g) (X^\alpha u)(h). \quad (1.2)$$

Мы будем использовать обычное функциональное пространство $L^2(G)$ — квадратично интегрируемых по мере Хаара функций на группе G .

Через $C_b(G)$ обозначим пространство непрерывных и ограниченных комплекснозначных функций на G ; определим также $C_b^\infty(G) = \{f : f \in C^\infty(G), X^\alpha f \in C_b(G) \text{ для любого мультииндекса } \alpha\}$.

Топология на этих пространствах и скалярное произведение в $L^2(G)$ определяется стандартным образом.

В [5] введена шкала соболевских пространств $H^s(G)$, $s \in \mathbb{R}$; Напомним определение пространства Соболева $H^s(G)$ для $s \in \mathbb{Z}$.

Определение 1. Для целых неотрицательных $s \in \mathbb{Z}$.

$$H^s(G) = \{f : f \in L^2(G), X^\alpha f \in L^2(G) \text{ при } |\alpha| \leq s\}$$

для отрицательных $s \in \mathbb{Z}$

$$H^s(G) = \{f : f = \sum_{|\alpha| \leq -s} X^\alpha f_\alpha, f_\alpha \in L^2(G)\}$$

Норма в пространстве $H^s(G)$ для $s \geq 0$ вводится так:

$$\|f\|_s^2 = \sum_{|\alpha| \leq s} \|X^\alpha f\|^2,$$

где $\|\cdot\|$ — норма в $L^2(G)$.

Для отрицательных s , норма в $H^s(G)$ вводится как норма в сопряженном пространстве к $H^{-s}(G)$ ($-s \geq 0$).

В дальнейшем мы будем рассматривать дифференциальные операторы A вида (1.1) с $a_\alpha(g) \in C_b^\infty(G)$.

Определение 2. Дифференциальный оператор A называется равномерно эллиптическим, если существует такое $\varepsilon > 0$, что

$$|a_m(g, \xi)| \geq \varepsilon |\xi|^m, \quad g \in G, \quad \xi \in \mathbb{C}^*, \quad (1.3)$$

где $a_m(g, \xi)$ — главный символ дифференциального оператора A , понимаемый как функция на кокасательном расслоении T^*G .

Имеют место следующие утверждения

Лемма 1. Пусть A — дифференциальный оператор вида (1.1) с коэффициентами $a_\alpha(g) \in C_b^\infty(G)$. Если $a_\alpha(g) \rightarrow 0$ при $\rho(g, e) \rightarrow \infty$, то компактен оператор $A : H^s(G) \rightarrow H^{s-m-1}(G)$, $s, m \in \mathbb{Z}$.

Теорема 1. Пусть дифференциальный оператор A удовлетворяет следующим условиям:

(i) A равномерно эллиптичен;

(ii) существует $R, C \in \mathbb{R}$ такие, что если $\rho(g, e) \geq R$, то существует ограниченный оператор, обратный к оператору $A_g : H^m(G) \rightarrow H^0(G)$, причем

$$\|A_g^{-1} : H^0(G) \rightarrow H^m(G)\| \leq C;$$

(iii) $X^\beta a_\alpha(g) \rightarrow 0$ при $\rho(g, e) \rightarrow \infty$ для любых α, β с $|\beta| \neq 0$.

Тогда оператор $A : H^s(G) \rightarrow H^{s-n}(G)$ фредгольмов.

Теорема 2. Пусть дифференциальный оператор $A = \sum_{|\alpha| \leq m} a_\alpha(g) X^\alpha$ ($a_\alpha(g) \in C_b^\infty(G)$) удовлетворяет условиям теоремы 2.1, причем $\sum_{|\alpha| \leq m+1} \sup_{g \in G} |a_\alpha(g)| \leq C_A$, $|\alpha| \leq m$. Тогда можно указать такое $\varepsilon > 0$, зависящее только от C_A и постоянных R и C из условия (ii) т. 1, что если $|X^\beta a_\alpha(g)| < \varepsilon$ для любых α, β с $|\alpha| \leq m$, $0 < |\beta| \leq m$, то оператор $A : H^s(G) \rightarrow H^{s-n}(G)$ осуществляет изоморфизм этих пространств при любом $s \in \mathbb{R}$.

Отметим, что в случае $G = \mathbb{R}^n$ условия теорем 1 и 2 переходят в условия В. В. Грушина (см. [3]).

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

(Поступило 24.6.1984)

მათემატიკა

ბ. მილადი

დიფერენციალური ოპერატორის ფრედგოლმისეულობის და
შებრუნებადობის შესახებ უნიმოდულარულ ლის ჯგუფებზე

რეზიუმე

მიღებულია ფრედგოლმისეულობისა და შებრუნებადობის საკმარისი პი-
რობები ნებისმიერ ბმულ უნიმოდულარულ ლის ჯგუფზე მოცემული დიფერენ-
ციალური ოპერატორისათვის.

MATHEMATICS

G. A. MELADZE

ON THE FREDHOLM PROPERTY AND INVERTIBILITY OF
DIFFERENTIAL OPERATORS ON UNIMODULAR LIE
GROUPS

Summary

Sufficient conditions are obtained for the differential operator to be
Fredholmian and invertible on any conjugate unimodular Lie group.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. Хермандер. Сб. «Псевдодифференциальные операторы». М., 1967.
2. Н. Кумано-го. J. Math. Soc. Japan, № 21, 413-439.
3. В. В. Грушин. Функ. анализ и его приложения, вып. 3, № 4, 1970, 37—60.
4. М. А. Шубин. Псевдодифференциальные операторы и спектральная теория. М., 1978.
5. Г. А. Меладзе, М. А. Шубин. Труды семинара им. И. Г. Петровского, вып. II. М., 1985, 97—131.

А. Б. ХАРАЗИШВИЛИ

ГРУППЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ И АБСОЛЮТНО ПРЕНЕБРЕЖИМЫЕ МНОЖЕСТВА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Берикашвили 27.7.1983)

В настоящей статье рассматриваются некоторые геометрические свойства групп преобразований основных базисных пространств и абсолютно пренебрежимых подмножеств этих пространств.

Предварительно напомним определение абсолютно пренебрежимого множества. Пусть E — основное базисное пространство, наделенное некоторой группой преобразований G . Множество $X \subset E$ называется G -абсолютно пренебрежимым, если для всякой σ -конечной G -квазинвариантной меры μ , заданной в E , существует G -квазинвариантная мера $\bar{\mu}$, служащая продолжением меры μ , содержащая множество X в своей области определения и удовлетворяющая равенству $\bar{\mu}(X) = 0$.

Имеет место

Лемма 1. Пусть E — основное базисное пространство и G — группа преобразований этого пространства. Тогда следующие соотношения эквивалентны между собой:

- 1) любое счетное подмножество из E является G -абсолютно пренебрежимым;
- 2) G -орбиты всех точек из E являются несчетными;
- 3) для любого счетного множества $X \subset E$ найдется счетное семейство $(g_i)_{i \in J}$ элементов группы G такое, что

$$\bigcap_{i \in J} g_i(X) = \emptyset.$$

Теорема 1. Пусть E — основное базисное пространство, G — группа преобразований этого пространства и X — некоторое подмножество в нем. Тогда следующие два соотношения эквивалентны:

- 1) множество X является G -абсолютно пренебрежимым;
- 2) каково бы ни было счетное семейство $(f_i)_{i \in I}$ элементов группы G , найдется также счетное семейство $(g_i)_{i \in J}$ элементов этой же группы, что будет иметь место равенство

$$\bigcap_{j \in J} \left(\bigcup_{i \in I} (g_i \circ f_i)(X) \right) = \emptyset.$$

Отметим, что в процессе доказательства сформулированной теоремы нужно отдельно рассмотреть два случая:

- а) G -орбиты всех точек пространства E являются несчетными;
- б) существуют точки пространства E , G -орбиты которых счетны.

Отметим также, что случай б) можно свести к случаю а), если воспользоваться следующим легко проверяемым фактом: каково бы ни было G -абсолютно пренебрежимое множество X и какова бы ни была счетная G -орбита $G(x)$, где $x \in E$, имеет место равенство $X \cap G(x) = \emptyset$.

Замечание 1. Пусть E — основное базисное пространство, наделенное группой преобразований G . Совершенно ясно, что если группа G содержит несчетную подгруппу, действующую свободно в E , то G -орбита любой точки из E будет несчетной. С другой стороны, легко убедиться в том, что для всякого бесконечного основного базисного множества E можно так подобрать группу G преобразований этого множества, что будут выполняться соотношения:

1) группа G действует транзитивно в E ;

2) группа G не содержит ни одной нетривиальной подгруппы, действующей свободно в E .

Лемма 2. Пусть $n \geq 3$ и I — множество мощности континуума. Тогда существует независимое (в теоретико-групповом смысле) семейство $(f_i)_{i \in I}$, состоящее из собственных вращений евклидова пространства R^n вокруг его начала координат.

Сформулированная лемма доказывается с помощью метода трансфинитной индукции (доказательство см., например, в работе [1]).

Теорема 2. Пусть $n \geq 3$. Тогда существует свободная группа G собственных движений евклидова пространства R^n , удовлетворяющая приводимым ниже соотношениям:

1) группа G действует транзитивно в R^n ;

2) группа G не содержит ни одного параллельного переноса пространства R^n , отличного от тождественного преобразования этого пространства.

Коротко наметим доказательство теоремы 2. Пусть I — множество мощности континуума и пусть $(f_i)_{i \in I}$ — независимое семейство собственных вращений пространства R^n вокруг его начала координат. Обозначим через $(h_i)_{i \in I}$ инъективное семейство всевозможных параллельных переносов пространства R^n и для каждого индекса $i \in I$ положим $g_i = h_i \circ f_i$. Пусть G — группа движений пространства R^n , порождаемая семейством $(g_i)_{i \in I}$. Тогда легко убедиться в том, что группа G является искомой (для этого надо неоднократно воспользоваться тем фактом, что группа всех параллельных переносов пространства R^n служит нормальным делителем в группе всех движений этого пространства).

Лемма 3. Пусть G — такая группа изометрических преобразований евклидова пространства R^n , что

(1) любое подмножество пространства R^n , имеющее мощность, строго меньшую мощности континуума, G -абсолютно пренебрежимо;

(2) объединение любого счетного семейства аффинных гиперплоскостей в R^n является G -абсолютно пренебрежимым.

Далее, пусть α — начальное порядковое число мощности континуума, а $(G_\xi)_{\xi < \alpha}$ — такая возрастающая по включению α -последовательность групп движений пространства R^n , что

$$G = \bigcup_{\xi < \alpha} G_\xi.$$



Для фиксированной точки $y \in R^n$ и для всякого индекса $\xi < \alpha$ положим

$$Y_\xi = G_\xi(y) \setminus \bigcup_{\zeta < \xi} G_\zeta(y).$$

Пусть, наконец, множество $X \subset \bigcup_{\xi < \alpha} Y_\xi$ таково, что каждое пересечение $X \cap Y_\xi$ ($\xi < \alpha$) состоит не более чем из одной точки. Тогда X представляет собой G -абсолютно пренебрежимое подмножество пространства R^n .

Замечание 2. В терминах свойств орбит группы G можно сформулировать различные геометрические критерии, гарантирующие выполнимость условий (1) и (2). В частности, если группа G действует транзитивно в пространстве R^n , то соотношения (1) и (2) имеют место.

Из леммы 3 без особого труда получается следующая

Теорема 3. Пусть выполняется гипотеза континуума и пусть G — произвольная транзитивная группа движений евклидова пространства R^n . Тогда найдется счетное семейство G -абсолютно пренебрежимых множеств, объединение которых совпадает с пространством R^n .

Замечание 3. Неизвестно, насколько существенно требование выполнимости гипотезы континуума в формулировке последней теоремы. Неизвестно также, существуют ли подмножества евклидова пространства R^n ($n \geq 2$), являющиеся P_n -абсолютно пренебрежимыми и одновременно D_n -абсолютно неизмеримыми (здесь P_n — группа всех параллельных переносов, а D_n — группа всех движений пространства R^n).

В связи с теоремой 3 естественным образом возникает следующий вопрос: каким необходимым и достаточным условиям должна удовлетворять группа $G \subset D_n$, чтобы все пространство R^n было представимо в виде объединения счетного семейства G -абсолютно пренебрежимых множеств? Этот вопрос пока остается открытым. Отметим, что условие транзитивности группы G здесь отнюдь не является необходимым. Действительно, пусть G — какая-нибудь несчетная подгруппа аддитивной группы R^n , служащая прямым слагаемым в R^n , т. е.

$$R^n = G + G', \quad G \cap G' = \{0\},$$

где G' — некоторая другая подгруппа в R^n . Тогда можно утверждать, что пространство R^n представляется в виде объединения счетного числа G -абсолютно пренебрежимых множеств. Причем совершенно очевидно, что если группа G отлична от всего пространства R^n , то она не действует транзитивно в этом пространстве.

Замечание 4. При $n \geq 1$ результат, аналогичный теореме 3, имеет место и для любой n -мерной сферы в R^{n+1} , наделенной транзитивной группой ее изометрических преобразований.

Тбилисский государственный университет

Институт прикладной математики

им. И. Н. Векуа

ა. ხარაზიშვილი

გარდაქმნათა ჯგუფები და აბსოლუტურად ნულზომადი სივრცეები

რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია სხვადასხვა გარდაქმნათა ჯგუფების ორბიტების ზოგიერთი თვისება და დადგენილია ამ თვისებების კავშირი ძირითადი საბაზისო სივრცეების აბსოლუტურად ნულზომად ქვესივრცეებთან.

MATHEMATICS

A. B. KHARAZISHVILI

GROUPS OF TRANSFORMATIONS AND ABSOLUTELY NULL SETS

Summary

Some geometric properties of the orbits of different groups of transformations are considered and a relation of these properties with absolutely null subsets of the base spaces is established.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. B. Xharazishvili. Избранные вопросы геометрии евклидовых пространств. Тбилиси, 1978.

3. Ш. ПУТУРИДZE

ЗАДАЧА О ПРОВОДКЕ ЭЛЕКТРОСЕТИ В ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЯХ

(Представлено академиком В. К. Чичинадзе 8.6.1983)

Пусть в техническом изделии имеются n узлов и m_0 каналов (жгутов), соединяющих эти узлы. Поставим в соответствии узлам изделия вершины графа, а каналам ребра графа. Получим неориентированный, ограниченный граф $G(V, E)$, где $V = (v_1, v_2, \dots, v_n)$ — множество вершин графа, а $E = e_1, e_2, \dots, e_{m_0}$ — множество ребер. Для каждого ребра графа зададим его пропускную способность (поперечное сечение канала), обозначим через d_j^* $j = \overline{1, m_0}$ и длину l_j $j = \overline{1, m_0}$.

Обозначим через m количество пар узлов, которых надо соединить проводами. Введем векторы

$$y_\tau = (v_{i_1}^\tau, v_{i_2}^\tau, L_\tau, g_\tau, d_\tau) \quad \tau = \overline{1, m} \quad (1.1)$$

где $v_{i_1}^\tau, v_{i_2}^\tau$ — несовпадающие вершины G , которых надо соединить связью; L_τ — максимально допустимая длина связи τ ; g_τ — удельный вес используемого провода для связи τ ; d_τ — поперечное сечение используемого провода для связи τ .

Для $V_\tau \in \overline{1, m}$ определим множество B_τ путей на графе G , соединяющих вершины $v_{i_1}^\tau, v_{i_2}^\tau$ и удовлетворяющие следующим ограничениям:

а) длина каждого пути не более чем L_τ ; б) удовлетворяются ограничения по пропускной способности ребер графа для каждой связи в отдельности; в) не один из путей не проходит через те ребра и вершины, по которым не должна проходить связь τ .

В силу конечности графа G множества B_τ тоже конечны и состоят из S_τ элементов. Множества B_τ представим в виде матриц размерности $(S_\tau \times m_0)$, элементы которых принимают значения 0 или 1, т. е. каждая строка b_i^τ $i = \overline{1, S_\tau}$ матрицы B_τ задает путь соединяющий $v_{i_1}^\tau, v_{i_2}^\tau$.

При этом элемент этой строки β_{ij}^τ $j = \overline{1, m_0}$ равен 0, если путь не проходит через j -е ребро, иначе равен 1. К каждой строке этих матриц поставим в соответствие число

$$C_{\tau i} = g_\tau \sum_{j=1}^{m_0} \beta_{ij}^\tau l_j, \quad i = \overline{1, S_\tau}, \quad (1.2)$$

т. е. вес данной пути. После этого упорядочиваем строки матриц B_τ по мере возрастания $C_{\tau i}$ $i = \overline{1, S_\tau}$. Введем матрицу $\widehat{B} = (b_1, b_2, \dots, b_m)$ размерности $(m \times m_0)$, где $b_\tau \in B_\tau$ и является строками матрицы \widehat{B} .



Обозначим множество всевозможных матриц \widehat{B} через B .

Для задания несовместимости некоторых связей на определенных ребрах введем векторы

$$Z_{\xi} = (\tau_{\xi 1}^1, \tau_{\xi}^2, e_{\xi}), \quad \xi = \overline{1, \xi_0}, \quad (1.3)$$

где $\tau_{\xi}^1, \tau_{\xi}^2$ — номера несовместимых связей (матриц B_{τ}); e_{ξ} — номер ребра, на котором связи τ_{ξ}^1 и τ_{ξ}^2 не совместимы.

Теперь уже можно математически выписать постановку задачи. Найти

$$\min_{B \in B} \sum_{\tau=1}^m C_{\tau} \quad (1.4)$$

при ограничениях

$$\begin{aligned} d\widehat{B} &\leq d^*, \\ \widehat{\beta}_{e_{\xi}}^{\tau_{\xi}^1} + \widehat{\beta}_{e_{\xi}}^{\tau_{\xi}^2} &\leq 1, \quad \xi = \overline{1, \xi_0}, \\ \widehat{\beta}_j &= 0, 1, \quad \tau = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, m_0} \end{aligned} \quad (1.5)$$

где d — вектор размерности m , компонентами которой являются d_{τ} $\tau = \overline{1, m}$; d^* — вектор размерности m_0 , компонентами которой являются d_j^* $j = \overline{1, m_0}$; $\widehat{\beta}_j$ — элементы матрицы \widehat{B} .

К задаче (1.4) — (1.5) уже применим морфицированный алгоритм метода построения последовательности планов [1].

Заметим, что граф $G(V, E)$ является объемным, так что можно ввести систему координат в трехмерном пространстве и для каждой вершины графа вычислить ее координаты в этой систем координат.

Определение матрицы B_{τ} для фиксированного $\tau \in \overline{1, m}$ будем вести по следующей схеме: а) сужаем первоначальный граф $G(V, E)$ до графа $G^{\tau}(V^{\tau}, E^{\tau})$ с учетом максимальной длины τ связи, ограничений на недопустимость присутствия в определенных узлах, а также ограничения по сечению канала; б) определение всевозможных путей в графе $G^{\tau}(V^{\tau}, E^{\tau})$, соединяющих $v_{i_1}^{\tau}$ и $v_{i_2}^{\tau}$ длиной не более L_{τ} ; в) разбор полученных результатов и упорядочение строк матрицы B_{τ} по возрастанию длин найденных путей.

Рассмотрим в отдельности b и c пункты этой схемы.

б. Опишем алгоритм определения всех путей, соединяющих две несовпадающие фиксированные вершины графа ограниченной длины.

Представим граф следующим образом: для любой вершины заданном множества всех вершин, которые инцидентны тем ребрам, которые инцидентна заданная вершина. Обозначим эти множества через $\omega(v_j)$, где v_j — вершины графа, $j = \overline{1, j_0}$, а j_0 — количество вершин графа.

Обозначим через v_x последнюю найденную вершину, через которую проходит определяемый путь, через v_{ω} — текущую вершину, которую проверяем на принадлежность строящемуся пути. Пусть i — порядковый номер следования вершины v_x в пути.



Введем следующие рабочие массивы:

NUM — размерности j_0 в j -й компоненте которой будем хранить порядковый номер следования j -й вершины в строящейся пути иначе 0.

DLP — размерности m_0 (число ребер), в которой будем хранить длины пройденных ребер при определении пути.

Введем также рабочую стековую память $STEK$ емкости $2j_0$.

Введем следующие переменные:

KN — константа, задающая направление обхода графа;

$KN=0$ — при движении по графу вперед, т. е. по не исследованным ребрам;

$KN=1$ — при движении в обратном направлении;

DP — длина пройденного участка пути.

Пусть v_x^0, v_x^1 — начальные и конечные вершины связи.

Алгоритм состоит в следующем:

Шаг 1: Обнуляем массив NUM ; $STEK < -v_x^0$; $v_x = v_x^0$; $i = 0$; $DLP(1) = 0$; $DP = 0$ $KN = 0$.

Шаг 2: $i = i + 1$; $NUM(v_x) = i$; $STEK < -\omega(v_x)$.

Шаг 3: Выбираем из стека текущую вершину $STEK \rightarrow v_\omega$.

Шаг 4: Если $i = NUM(v_\omega)$, то переход к шагу 5, иначе, если $KN = 1$ то переход к шагу 7, иначе, переход к шагу 8.

Шаг 5: Обнуляем соответствующий элемент массива NUM , $NUM(v_\omega) = 0$, фиксируем изменение направления обхода $KN = 1$ и уменьшаем количество пройденных вершин $i = i - 1$.

Если $i = 0$, то к шагу 11, иначе $DP = DP - DLP(i)$ и переход к шагу 6.

Шаг 6: Если стек не пуст, то переход к шагу 3, иначе к шагу 11.

Шаг 7: Если $v_\omega = v_\omega^0$, то определяем длину пути. Если эта длина больше допустимого, то переход к шагу 6, иначе к шагу 10. Если $v_\omega \neq v_\omega^0$, переход к шагу 9.

Шаг 8: Определяем длину пройденного ребра RD , определяем длину пройденного участка пути. Если эта длина больше допустимого, то переход к шагу 6, иначе проверяем, если $v_\omega = v_\omega^0$ то к шагу 10, иначе $DLP(i) = RD$; $DP = DP + RD$; $v_x = v_\omega$ и переход к шагу 2.

Шаг 9: Определяем длину пройденного ребра RD . Определяем длину пройденного участка пути, если она больше допустимого, то к шагу 6, иначе $DLP(i) = RD$; $KN = 0$; $DP = DP + RD$; $v_x = v_\omega$ и переход к шагу 2.

Шаг 10: $KN = 1$. Сохраняем путь и переходим к шагу 6.

Шаг 11: Все пути допустимой длины найдены. Конец.

с. Пусть $S_\tau = 0$ т. е. не был найден путь, который соединяет вершины $v_{i_1}^\tau$ и $v_{i_2}^\tau$. В таком случае фиксируем, что исходные данные заданы неверно, распечатываем номер τ и счет по модифицированному алгоритму метода построения последовательности планов не производим.

Если $S_\tau = 1$, то соответствующую связь фиксируем, выкидываем из дальнейших расчетов и делаем соответствующие изменения в исходных данных. Сокращаем пропускную способность тех ребер, че-

рез которые проходит путь этой связи на d_τ . Исходя из множества Z_ξ $\xi = \overline{1, \xi_0}$, реорганизуем вычисленные B_τ и само множество Z_ξ $\xi = \overline{1, \xi_0}$.

Если $S_\tau > 1$, то строки матрицы B_τ упорядочиваем по возрастанию длин найденных путей.

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

(Поступило 9.6.1983)

კიბერნეტიკა

ზ. ფუტურიძე

ტიქნიკურ მოწყობილობებში ელექტროსელის ოპტიმალური
 გაყვანის ამოცანა

რეზიუმე

მოყვანილია მათემატიკური მოდელი და გათვლის სქემა, რომელიც ემყარება გეგმების მიმდევრობითი აგების მოდიფიცირებულ ალგორითმს და საშუალებას იძლევა ამოიხსნას ტექნიკურ მოწყობილობებში ელექტროსელის ოპტიმალური გაყვანის ამოცანა.

CYBERNETICS

Z. Sh. PUTURIDZE

THE PROBLEM OF OPTIMAL DESIGN OF ELECTRIC WIRING IN FACILITIES

Summary

The paper presents a mathematical model and circuit design based on a modified algorithm of sequential construction of plans, permitting to solve the optimal problem of electric wiring in facilities. An algorithm is given which allows to find all the paths of prescribed length connecting two fixed nodes on a bounded non-oriented graph.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. З. Ш. ПУТУРИДЗЕ. Сообщения АН ГССР, 111, № 2, 1983.
2. Э. Рейнгольд, Ю. Нивергельт, Н. Део. Комбинаторные алгоритмы. Теория и практика. М., 1980.

И. Г. ГВЕРДЦИТЕЛИ (академик АН ГССР), А. Б. ГЕРАСИМОВ,
М. Г. ПХАКАДЗЕ, А. А. ЦЕРЦВАДЗЕ

О ВОЗМОЖНОМ МЕХАНИЗМЕ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА ТВЕРДОЕ СОСТОЯНИЕ—ЖИДКОСТЬ В КОВАЛЕНТНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКАХ

Процесс плавления — превращение кристаллической структуры в жидкость до сих пор не полностью изучен. За последние два десятилетия этот вопрос стал предметом интенсивного исследования [1—5]. Существуют разные подходы к объяснению этого явления, основанные на теории неупорядоченных систем [2—3], дислокационной теории [4], теории упругости [5]. Насколько нам известно, последовательного объяснения механизма процесса плавления на микроскопическом уровне не имеется. В настоящей работе сделана попытка построить на микроскопическом уровне качественную картину процесса плавления.

Фазовый переход I рода (твердое тело—жидкость) характеризуется скрытой теплотой и изменением объема [6]. Энергия сцепления между атомами в процессе плавления уменьшается незначительно, но при этом уже наблюдаются механическая нестабильность (уменьшение сопротивления сдвигу и увеличение текучести) и резкий рост коэффициента диффузии [7]. Для объяснения этих явлений на примере ковалентных кристаллов *Ge*, *Si* предлагается возможный механизм, основанный на рассмотрении изменения квантового состояния связывающих электронов при нагреве.

Известно [8, 9], что при образовании ковалентного кристалла из отдельных атомов в приближении сильной связи происходит гибридизация атомных орбиталей, в которой есть одно *s*- и три *p*-состояния, причем потолок валентной зоны соответствуют *p*-состояния, а дну зоны проводимости — *s*-состояния электронов. При низких температурах валентная зона полностью заполнена и связи между атомами осуществляются в основном *p*-орбиталями, чем и обусловлена направленность этих связей. Каждому переходу из валентной зоны в зону проводимости соответствует электрон в зоне проводимости (разрыхляющее *s*-состояние) и дырка в валентной зоне (резорванная связь) [9]. С ростом температуры растет число электронов, переходящих из валентной зоны в зону проводимости и изменивших свое квантовое состояние (*p*→*s*). Чем больше электронов в зоне проводимости, тем больше в кристалле число атомов, приобретающих добавочную степень свободы относительно вращательного движения (*s*-орбитали имеют сферическую симметрию), и, следовательно, растет степень изотропности кристалла. При температуре плавления концентрация электронов и дырок достигают критического значения (для *Ge* и *Si* $n_{кр} \sim 10^{19} \div 10^{20}$ см⁻³). Это то значение концентрации носителей заряда, когда за время одного колебания атомов решетки ($T_{кол} \sim 10^{-12} \div 10^{-13}$ сек) электрон и дырка успевают оказаться около каждого атома решетки и это равносильно уменьшению энергии связи между атомами во всем

кристалле, т. е. при этой концентрации возбужденное состояние (электрон и дырка) становится общим для всего кристалла, тогда как до критической концентрации оно было локальным. Следовательно, при фазовом превращении система, состоящая из большого числа взаимодействующих частиц, подвергается резкой внутренней перестройке при незначительных изменениях внешних условий. Такая перестройка может происходить благодаря коллективности движения электронов, дырок и атомов.

Время необходимое для электрона или дырки, чтобы побывать у всех атомов своего эффективного объема (весь объем кристалла, разделенный на концентрацию электронов или дырок), мы будем называть временем обегания $t_{об}$. При температуре плавления выполняется соотношение $t_{об} \leq T_{пл}$, в терминах концентраций носителей

тока это неравенство равносильно $n \geq n_{кр} = \alpha \sqrt{\frac{m_i^*}{M}} N_A$, где $\alpha \sim 1$

и определяется по значению величины амплитуды колебания атома, m_i^* — эффективная масса проводимости электронов или дырок, M — масса атомов решетки, N_A — концентрация атомов. При этом учитывается и тот факт, что начиная с момента плавления (даже в некотором интервале до плавления), кроме температурного сужения ширины запрещенной зоны, происходит также сужение зоны, вызванное экранированным кулоновским взаимодействием (при температуре $T < T_{пл}$ это сужение несущественно) [10].

Можно сказать, что переданная извне энергия расходуется на изменение связей (образование электронно-дырочных пар) и образование дефектов (требующих при $T \sim T_{пл}$, из-за сильного сужения запрещенной зоны, меньшей энергии, чем при $T < T_{пл}$); эти явления, в свою очередь, вызывают изменение симметрии кристалла (структура кристалла становится плотноупакованной) и возникают новые энергетические зоны, в которых электроны находятся в связывающих зонах (или на связывающих орбиталях). Полученная вследствие плавления жидкость обладает металлическими свойствами и имеет более плотную упаковку атомов, чем в твердом состоянии, характеризующемся ковалентными связями, и, следовательно, объем жидкой фазы меньше объема твердой фазы, что и подтверждается на примере *Ge* [11].

На основе предложенного механизма фазового перехода можно объяснить механическую нестабильность при переходе твердое тело — жидкость. На самом деле в жидкости удельный вес электронов в s -состоянии велик и в силу изотропизации связи (перекрытие s -сферических орбиталей) атомы будут перемещаться свободнее относительно друг друга, чем и обеспечиваются изменения упругости и текучести. При этом, так как в жидкости s электроны связывающие (так и в случае металла), уменьшение энергии связи будет незначительным.

В жидкости по сравнению с кристаллической структурой из-за $p \rightarrow s$ -перехода связывающих электронов атомы могут перемещаться один относительно другого за счет незначительной энергии активации (это равносильно выведению атома на седловую точку). Кроме того, известно, что электроны, находящиеся в s -состоянии, обладают самой большой пространственной протяженностью и атомы, находящиеся на седловой точке, уже успевают образовывать связи с соседними ато-



мами, т. е. разрыв связей данного атома с окружающими атомами и образование связей с новыми атомами происходят почти непрерывно (как бы переползает атом) и высота барьера значительно уменьшается, что и ведет к резкому увеличению коэффициента диффузии, как и можно было ожидать в связи с тем, что это связано с изотропным распределением отрицательного заряда вокруг атомов в веществе.

Предварительное рассмотрение показывает, что вышесказанный механизм процесса плавления справедлив не только для ковалентных полупроводников, но и для полупроводников вообще, а также и для диэлектриков и металлов.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 22.6.1984)

ფიზიკა

ი. გვირდითელი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ა. ბერასიმოვი,
მ. ფხაკაძე, ა. ტერცვაძე

კოვალენტურ ნახევარგამტარებში მყარიდან თხევად მდგომარეობაში
ფაზური გადასვლის შესაძლო მექანიზმის შესახებ

რეზიუმე

შრომში მოცემულია დნობის პროცესის ახსნის ცდა, რომელიც ემყარება *Ge* და *Si* ტიპის კოვალენტურ კრისტალებში მბმელი ელექტრონების კვანტური მდგომარეობის ცვლილებას. ნახევარგამტარების გათბობის შედეგად ელექტრონის გადასვლა სავალენტო ზონიდან გამტარებლობის ზონაში იწვევს მიმართული ბმების შეცვლას იზოტროპულ ბმებად. ამ მიდგომის საფუძველზე ახსნილია მექანიკური არამდგრადობა, მოცულობის ცვლილება და დიფუზიის კოეფიციენტის მკვეთრი ზრდა სითხეში მყარ მდგომარეობასთან შედარებით.

PHYSICS

I. G. GVERDTSITELI, A. B. GERASIMOV, M. G. PKHAKADZE,
A. A. TSERTSVADZE

ON A POSSIBLE MECHANISM OF THE SOLID-LIQUID PHASE TRANSITION IN COVALENT SEMICONDUCTORS

Summary

An attempt is made to explain the process of melting on the basis of the change of binding electrons quantum state in covalent crystals of Ge- and Si-type. The heating induced electron transition from the valence band to the conduction band in semiconductors results in the change of directional- to isotropic bonds. This approach allows to explain the mechanical instability, volume change, and drastic increase of the diffusivity of the liquid as compared to the solid state.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. R. Ubbelode. The Molten State of Matter, New York, 1978.
2. B. Eckstein. Phys. Stat. sol. 20, 1967, 83.
3. B. A. Vaid, K. C. Sharma, V. K. Sual. Phys. stat. sol. 119, 1983, 703.
4. D. Kuhlman-Wilsdorf. Phys. Rev. 140, A1599, 1965.
5. J. L. Gallon, W. H. Robinson. Phys. Letters A87, 1982, 365.
6. Р. Уайт, Т. Джебалл. Дальний порядок в твердых телах. М., 1982.
7. А. Р. Регель, В. М. Глазов. Закономерности формирования структуры электронных расплавов. М., 1982.
8. И. М. Цидильковский. Электроны и дырки в полупроводниках. М., 1972.
9. У. Харрисон. Электронная структура и свойства твердых тел, т. I. М., 1983.
10. А. А. Рогачев. Автореферат докт. дисс. Л., 1967, 83
11. W. Klement, A. Tayaaraman. Prog. Solid State Chem. 3, 1966, 289.

3. Ш. НАДИРАШВИЛИ, Дж. С. ЦАКАДЗЕ

МЕТОД КОЛЕБЛЮЩЕЙСЯ СТОПКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ВЗАИМНОГО ТРЕНИЯ В В СВЕРХТЕКУЧИХ ЖИДКОСТЯХ

(Представлено академиком Э. Л. Андроникашвили 15.4.1983)

Коэффициенты взаимного трения между нормальной и сверхтекучей компонентами являются важными параметрами вращающейся сверхтекучей жидкости и содержат в себе сведения о взаимодействии тепловых возмущений с квантованным вихрем. В зависимости от взаимной ориентации потока нормальной жидкости и вихря их взаимодействие характеризуется тремя коэффициентами взаимного трения: B , B' и B'' , которые определяются из следующего уравнения [1]:

$$\begin{aligned} \vec{F}_{sn} = & \frac{\rho_n}{2\rho} B \left[\frac{\vec{\omega}_0}{\omega_0}, \left| \vec{v}_n - \vec{v}_s - v_s \operatorname{rot} \frac{\vec{\omega}_0}{\omega_0}, \vec{\omega}_0 \right| \right] + \\ & + \frac{\rho_n}{2\rho} B' \left[\vec{v}_n - \vec{v}_s - v_s \operatorname{rot} \frac{\vec{\omega}_0}{\omega_0}, \frac{\vec{\omega}_0}{\omega_0} \right] + \\ & + \frac{\rho_n}{2\rho} B'' \frac{\vec{\omega}_0}{\omega_0} \left(\vec{v}_n - \vec{v}_s - v_s \operatorname{rot} \frac{\vec{\omega}_0}{\omega_0}, \vec{\omega}_0 \right), \end{aligned} \quad (1)$$

где \vec{F}_{sn} — сила взаимного трения; ρ_n и ρ_s — соответственно плотности нормальной и сверхтекучей компонент; ρ — полная плотность жидкости; $\vec{\omega}_0$ — скорость вращения жидкости; v_s — кинематическая вязкость сверхтекучей компоненты.

Обычно для измерения коэффициентов взаимного трения используется методика второго звука, впервые примененная для этой цели Холлом и Вайненом [2, 3].

Определение коэффициентов взаимного трения в сверхтекучих фазах гелия-3 с помощью второго звука связано с большими трудностями из-за сильного его затухания в этих жидкостях.

В настоящей работе описывается прибор, в котором использована механическая методика для измерения коэффициента B в A и B фазах гелия-3.

Колебательная методика для определения коэффициентов B и B'' впервые была применена в работах Дж. С. Цакадзе [4] и Дж. С. Цакадзе, И. М. Чхеидзе [5]. Однако, если точность определения B'' использованной в этих работах методики колебаний полых цилиндров является вполне удовлетворительным, то коэффициент B этим методом измерялся недостаточно точно.

Для увеличения точности измерения коэффициента B нами был предложен и осуществлен метод колебания коаксиальных цилиндрических поверхностей, в котором по сравнению с полым цилиндром происходит многократное усиление эффекта взаимного трения между нормальной и сверхтекучей компонентами.

Схематический чертеж прибора приведен на рис. 1. Прибор состоит из набора — десяти коаксиальных дуралюминевых цилиндров — 1, длиной 6 см, вставленных друг в друга. Толщина каждого из них 0,03 см, а ширина кольцевого зазора между цилиндрами со-



ставляет $\sim 0,07$ см. Диаметр наружного цилиндра $D=3$ см. При колебаниях порядка 10 сек глубина проникновения вязкой волны (при $T=1,49$ К) составляет $\sim 0,05$ см. Следовательно, в этих условиях происходит полное вовлечение нормальной компоненты в колебание прибора.

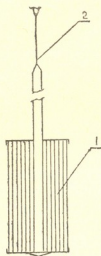


Рис. 1. Набор колеблющихся коаксиальных цилиндров

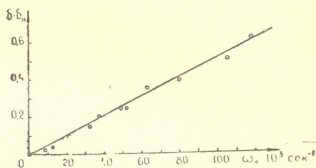


Рис. 2. Зависимость логарифмического декремента затухания набора цилиндров от скорости вращения; δ — затухание во вращающейся жидкости, δ_n — затухание в покоящейся жидкости

Набор цилиндров подвешивался во вращающемся стакане на упругой нити — 2 из фосфористой бронзы. Полный момент инерции колеблющейся системы без жидкости составлял ~ 16 г·см².

Хронометрическим методом [6] определялся логарифмический декремент затухания системы погруженной в гелии II, вращающейся с различными угловыми скоростями ω_0 .

Полированные поверхности колеблющейся системы обуславливают минимальное закрепление вихрей на них, что резко уменьшает возможность возникновения изгибных колебаний вихрей, а относительно большая длина цилиндров в свою очередь обеспечивает условия, когда вклад объемных эффектов, связанных со взаимодействием потока нормальной компоненты с вихрем, гораздо больше вклада поверхностных эффектов, связанных с пиннингом вихрей.

В этих условиях можно воспользоваться результатами работы Э. Б. Сони́на [7], согласно которой логарифмический декремент затухания δ , связанный с коэффициентом взаимного трения B , выражается формулой

$$\delta = \pi \gamma \frac{\rho_s}{\rho} \frac{\frac{\omega_0}{\Omega} \frac{\rho_n}{\rho} B}{1 + \left(\frac{\omega_0}{\Omega} \frac{\rho_n}{\rho} B \right)^2}, \quad (2)$$

где $\gamma = I_{ж}/(I_{ж} + I)$; $I_{ж}$ — момент инерции жидкости; I — момент инерции колеблющейся системы.

Легко можно показать, что в наших условиях квадратичный член в формуле (2) порядка нуля. Тогда зависимость $\delta = f(\omega_0)$ описывает прямую, по наклону которой можно определить величину B .

Результаты измерений, выполненных при $T=1,49$ К, приведены на рис. 2. Коэффициент B , определенный из этих данных, равняется $B=1,35$, что хорошо совпадает с данными других авторов [8].

Для измерения коэффициента B во вращающихся фазах гелия-3 нами изготовлен прибор, представляющий собой ячейку Андроникашвили, состоящую из 40 слюдяных дисков — 1, разделенных друг от друга при помощи слюдяных прокладок — 2, толщиной 0,03 см (рис. 3), что примерно на порядок меньше глубины проникновения вязкой волны в сверхтекучем ^3He .

Стопка дисков размещена внутри стакана — 3, дно и крышка которого сделаны из стайкаста, а боковая поверхность изготовлена из пучка медных проволочек диаметром $5 \cdot 10^{-3}$ см, параллельных образующей цилиндрической поверхности. Пучок проволочек склеен стайкастом. Такая конструкция ячейки выбрана, с одной стороны, во избежание дополнительного затухания, связанного с токами Фуко, а с другой стороны, с необходимостью наличия большого момента инерции колеблющейся системы, т. к. вязкость гелия-3 на 3—4 порядка больше вязкости гелия II. Период колебаний такой системы составляет ~ 1 сек.

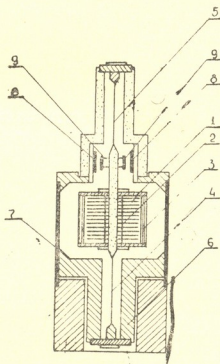


Рис. 3. Стопка Андроникашвили для определения коэффициента B в сверхтекучем ^3He

Стопка подвешена на нижней — 4 и верхней — 5 нитях подвеса из фосфористой бронзы. Во избежание изменения их натяжения при охлаждении системы до милликельвиновой области, к нижней нити подвешен груз — 6.

Колеблющаяся система размещена внутри кожуха — 7, который заполняется жидким гелием. Расстояние от неподвижных до колеблющихся поверхностей на порядок больше глубины проникновения вязкой волны.

Для измерения логарифмического декремента затухания (ЛДЗ) колебаний подвеса и периода колебания используется цилиндрический емкостной датчик, состоящий из двух неподвижных пластин — 8, и двух электродов — 9, прикрепленных к колеблющейся системе.

Электронная схема измерений представляет собой систему, разработанную В. А. Мелик-Шахназаровым [9], собранную на транзисторах и неоднократно применяемую нами в экспериментах с гелием II [10].



В отличие от предыдущих случаев, в которых использовались высокочастотные колебания порядка 1 кгц, примененная в этой работе электронная схема приспособлена для регистрации низкочастотных колебаний. Кроме того, для определения ЛДЗ колебания вместо измерения характерного времени затухания, происходят измерения величин последовательно затухающихся амплитуд колебания, что позволило повысить точность измерения ЛДЗ колебания до 0,5%. Погрешность измерения периода колебаний составляет $\sim 10^{-2}\%$.

Оценки, проведенные согласно работе [7] для сверхтекучего ^3He показывают, что отношение ЛДЗ колебания δ , связанного со взаимным трением вихрей о нормальную компоненту, к фоновому затуханию δ_0 достигает 10—20%; а относительное смещение частоты колебания $\Delta\Omega/\Omega$ достигает $\sim 10\%$.

Сопоставление этих данных с ожидаемой погрешностью измерений δ и Ω позволяет сделать заключение о том, что применение описанного метода дает возможность измерения коэффициента взаимного трения B в сверхтекучих фазах гелия-3 с удовлетворительной точностью.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физики

(Поступило 22.4.1983)

ფიზიკა

ზ. ნადირაშვილი, ჯ. წაკაძე

მერხევი ზელაკირთა წყობილის მეთოდში ზედნად სითხეებში
შრტიერთხახუნის B კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის

რეზიუმე

შრომაში მოცემულია ზედნად ^3He -ში ნორმალურ და ზედნად კომპონენტებს შორის ურთიერთხახუნის B კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის შექმნილი ხელსაწყო აღწერა. წარმოდგენილია He-II -ისათვის ჩატარებული შესაბამისი ექსპერიმენტების შედეგები.

PHYSICS

Z. Sh. NADIRASHVILI, J. S. TSAKADZE

A METHOD OF OSCILLATING SURFACE PILE FOR THE DETERMINATION OF THE MUTUAL FRICTION COEFFICIENT B IN SUPERFLUIDS

Summary

A device is described for determination of the mutual friction coefficient B in superfluid phases of ^3He . The results of a simulation experiment in He-II are presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. Л. Андроникашвили, Ю. Г. Мамаладзе, Дж. С. Цакадзе. Физика сверхтекучего гелия. Тбилиси, 1978.
2. H. E. Hall, W. F. Vinen. Proc. Roy. Soc. A. 238, 1956, 204.
3. H. E. Hall, W. F. Vinen. Proc. Roy. Soc. A. 238, 1956, 213.
4. Дж. С. Цакадзе. ЖЭТФ, 42, 1962, 985.
5. Дж. С. Цакадзе, И. М. Чхеидзе. ЖЭТФ, 38, 1960, 637.
6. Э. Л. Андроникашвили, Ю. Г. Мамаладзе, Дж. С. Цакадзе. Труды Института физики АН ГССР, 7, 1960, 59.
7. Э. Б. Сониин. Письма в ЖЭТФ, 34, 3, 1981, 97.
8. J. Lucas. J. Phys. C: Solid State Phys., 3, 1970, 1180.
9. В. А. Мелик-Шахназаров. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1971.
10. Z. Sh. Nadirashvili, J. S. Tsakadze. J. Low Temp. Phys., 37, 1/2, 1979, 169.

П. Н. ДЖАПАРИДЗЕ, Н. Ш. ДЖИДЖЕИШВИЛИ, М. К. ДГЕБУАДЗЕ

ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕНИЕ В КОНТАКТЕ ОДНОИМЕННЫХ ПАР ИЗ МЕДИ И ЕЕ СПЛАВОВ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 18.4.1983)

При совмещении поверхностей одноименных металлических образцов перешейки, выступающие на них, вдавливаются друг в друга с развитием дисперсных сил как в перпендикулярном, так и в касательном направлениях. В момент начала контакта напряжения в некоторых участках соприкосновения могут достигать предела прочности и, как следствие этого, происходит деформация верхушек перешейков. В условиях такого динамического образования поверхности, как полагают, возможно протекание эмиссии электронов в соответствии с положением Томаса-Ферми [1] и Вейцекера [2] с образованием на поверхностях в ряде деформирующихся перешейков двойного слоя [3].

При движении зоны электронов в контактах, развивающихся в направлении установления подвижного равновесия, изучение электросопротивления дает богатую, но сложную для интерпретации информацию.

В настоящей статье приведены результаты исследования электросопротивления в контакте при совмещении поверхностей одноименных пар металлов из чистой меди и ее сплавов — латуни и бронзы. В работе была использована ранее опубликованная методика [4].

В поведении контактирующих пар из чистой меди и медьсодержащих сплавов обнаружилось резкое отличие от изученных пар на основе алюминия [4]. Это отличие проявляется в очень низких значениях сопротивлений как в начале опыта, т. е. при погружении под действием собственного веса, так и при больших нагрузках. Максимальное сопротивление в латунной паре без нагрузки равно 0,151 Ом, в бронзовой — 0,027 Ом, а в медной было наименьшим — 0,012 Ом (рис. 1).

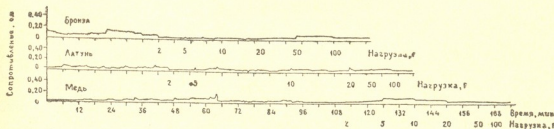


Рис. 1. Зависимость сопротивления меди и ее сплавов от продолжительности контакта и нагрузки

Как видно из рис. 1, сопротивление в контактах одноименных пар меди и ее сплавов изменяется антибатно содержанию меди.

Наблюдаются некоторые колебания в начале погружения под действием собственного веса, но они в сравнении с сопротивлением пары из алюминия очень незначительны.

Сравнение сопротивлений меди и ее сплавов в зависимости от нагрузок вне фактора времени, т. е. по начальным и стабилизированным точкам (рис. 2), показало, что в случае меди имеет место только

один пик, бронза и латунь же проходят через ряд экстремальных состояний. При этом стабилизированные сопротивления воспроизводят картину кривых начальных сопротивлений, разнятся лишь высотой соответствующих пиков и больше них по абсолютной величине.

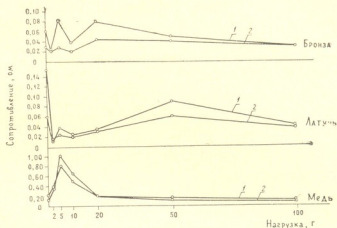


Рис. 2. Графическое изображение начальных (1) и конечных (2) сопротивлений меди и медьсодержащих сплавов

Следует отметить также, что, как и в случае алюминиевой пары [4], медь и ее сплавы под действием нагрузки уменьшают сопротивление контактной пары по сравнению с первоначальным стабилизированным состоянием под действием собственного веса.

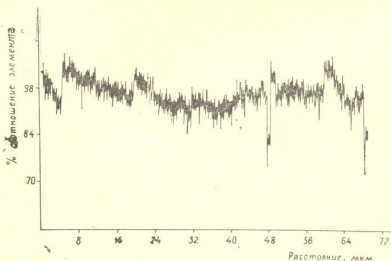


Рис. 3. Концентрационные кривые меди

С помощью микроанализатора «Камека» нами было исследовано распределение химических элементов в переходной зоне.

Поверхность шлифа меди волнистая, что является результатом формирования внутренней структуры, рельефа поверхности. В целом состав является однородным и чистым, можно сказать, 100%-ным (рис. 3).

Хотя медь в латуни находится в связанном состоянии (в твердом растворе), характер распределения в точности повторяет распределение меди в свободном состоянии. Микрорельеф здесь также является волнистым, в то время как цинк имеет плоскостное распределение, т. е. наблюдается отсутствие волнистой поверхности. Содержание компонентов следующее: Cu — 59%, Zn — 41% (рис. 4).

В бронзе медь распределена по периодическому закону, в то время как два других элемента — олово и цинк имеют прямолинейную



характеристику. Процентное содержание основных элементов следующе: Cu — 81%, Sn—7%, Zn — 5,5% (рис. 5).

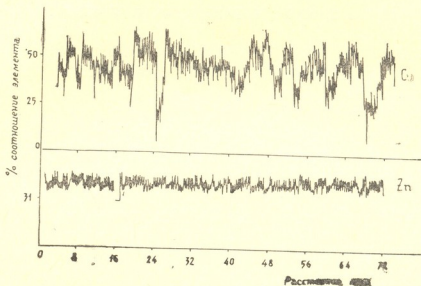


Рис. 4. Концентрационные кривые латуни

В трех различных вариантах для меди (медь, латунь, бронза) концентрационная кривая меди представляет периодическую кривую. Это является результатом флуктуации среднего содержания элемен-

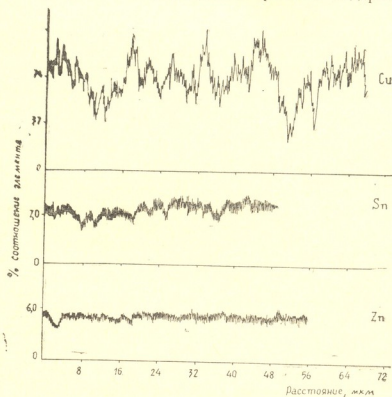


Рис. 5. Концентрационные кривые бронзы

та, что, по-видимому, связано с электронным строением составляющих сплав и в малой степени зависит от инородных атомов при данных концентрациях основного элемента — меди и элементов цинка и олова.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт неорганической
 химии и электрохимии

(Поступило 29.4.1983)

პ. ჯაფარიძე, ნ. ჯიჯეიშვილი, ა. დგებუაძე

სპილენძისა და მისი შენადნობების ერთსახელა წყვილების
ელექტროწინალობა კონტაქტში

რეზიუმე

შესწავლილია სპილენძისა და მისი შენადნობების (თითბერი, ბრინჯაო) ერთსახელა წყვილების ელექტროწინალობის ცვლილება კონტაქტში სხვადასხვა ნორმალური მექანიკური დაწნევისა და შეხების ხანგრძლივობის პირობებში.

ნაჩვენებია, რომ წინალობის მნიშვნელობის ცვლილება კონტაქტში ანტიბატურ დამოკიდებულებაშია სპილენძის შემცველობასთან.

PHYSICS

P. N. DJAPARIDZE, N. Sh. JJEISHVILI, M. K. DGEBUADZE

ELECTRIC RESISTANCE AT THE CONTACT OF THE SAME NAME
COPPER COUPLES AND ITS ALLOYS

Summary

The change of electric resistance at the contact of the same name couples of copper and its alloys (brass, bronze) has been studied under different conditions of normal mechanical pressure and contact duration.

The change of the resistance value in the contact is shown to be anti-batically dependent on the content of copper.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Томас-Ферми. Proc. Combr. Phyl. Soc., 23, 1927, 542.
2. С. F. Von Weizsäcker. Phys., 96, 1933, 542.
3. R. Smoluchowski. Phys., Rev., 60, 1941, 661.
4. П. Н. Джапаридзе, Н. Ш. Джиджейшвили, М. К. Дгებუაძე. ФТТ, 24, вып. 2, 1982, 612.



А. А. НЕРСЕСЯН

СИММЕТРИЯ «ЧАСТИЦА-ДЫРКА» В ОДНОМЕРНЫХ
 РЕШЕТОЧНЫХ ФЕРМИ-СИСТЕМАХ И КONTИНУАЛЬНЫЕ
 РЕЛЯТИВИСТСКИЕ МОДЕЛИ

(Представлено академиком Г. А. Харадзе 27.2.1984)

Известно, что динамические свойства одномерных многофермионных систем, во многом определяющие низкотемпературное поведение квазиодномерных проводников, могут быть исследованы достаточно полно на основе континуальных релятивистских моделей. Переход от более реалистических решеточных моделей, таких как одномерная модель Хаббарда

$$H_H = - \sum_{n, \alpha} c_{n\alpha}^+ (c_{n-1, \alpha} + c_{n+1, \alpha}) + 2g \sum_n c_{n\uparrow}^+ c_{n\uparrow} c_{n\downarrow}^+ c_{n\downarrow} \quad (1)$$

к моделям релятивистского типа, осуществляется путем линеаризации одночастичного затравочного спектра вблизи граничных импульсов Ферми. Основанием для этого является тот факт, что при слабом взаимодействии между частицами ($|g| \ll 1$) поведение одномерных ферми-систем в инфракрасной области энергий ($|\epsilon| \ll \epsilon_F$) оказывается универсальным, не зависящим от деталей спектра вдали от энергии Ферми ϵ_F .

Свойства модели Хаббарда (1) зависят от знака константы взаимодействия g и концентрации частиц $\rho = N/N_0$ (N_0 — число узлов решетки. При $\rho \neq 1$, когда в (1) процессы рассеяния с перебросом импульса подавлены, исходная решеточная ферми-система в инфракрасном пределе описывается релятивистской безмассовой моделью Тирринга с SU(2)-симметричным взаимодействием

$$H_{SU(2)} = \int dx \{ -i (\psi_{1\alpha}^+(x) \partial_x \psi_{1\alpha}(x) - \psi_{2\alpha}^+(x) \partial_x \psi_{2\alpha}(x)) + g \psi_{1\alpha_1}^+(x) \psi_{2\beta_1}^+(x) (\delta_{\alpha_1 \alpha_2} \delta_{\beta_1 \beta_2} - \vec{\sigma}_{\alpha_1 \alpha_2} \vec{\sigma}_{\beta_1 \beta_2}) \psi_{2\beta_2}(x) \psi_{1\alpha_2}(x) \}, \quad (2)$$

где $\psi_{1(2)\alpha}(x)$ — операторы ферми-поля для правой (левой) ветви линеаризованного спектра с проекцией спина α ; $\vec{\sigma}$ — матрицы Паули. В случае притяжения ($g < 0$) в спектре коллективных спиновых возбуждений системы (2) динамически (т. е. в отсутствие спонтанного нарушения симметрии) генерируется массовая щель [1, 2]

$$m_s \simeq \Lambda_c |g|^{1/2} \exp(-\pi/2|g|) \ll \Lambda_c, \quad (3)$$

где Λ_c — параметр ультрафиолетового обрезания. Спектр зарядовых возбуждений является бесщелевым. Вычисления [3, 4], основанные



на использовании точного решения $SU(2)$ -модели Тирринга [5], по казывают, что генерация спиновой щели приводит к неаналитической зависимости энергии основного состояния системы в $E_0(S)$ от полного спина S при $S/N \ll (m_s/\epsilon_F)$. Поведение системы в магнитном поле H характеризуется непрерывным перходом от щелевого ($H < 2m_s$, $S = 0$) к бесщелевому режиму ($H > 2m_s$, $S \neq 0$) с корневыми особенностями в полевой зависимости намагниченности и магнитной восприимчивости в критической области $0 < H - 2m_s \ll m_s$.

При отталкивании ($g > 0$) модель (2) характеризуется нульзарядным поведением, в котором спектры как спиновых, так и зарядовых возбуждений оказывается бесщелевыми. С другой стороны, точное решение модели Хаббарда с отталкиванием [6] указывает на существование при $\rho = 1$ зарядовой щели m_c , даваемой формулой типа (3). Ее возникновение обусловлено процессами переброса [7, 8], эффективная амплитуда которых при $g > 0$ ренормируется в область сильной связи [9]. Такие процессы описываются четырехфермионным взаимодействием вида $g_3(\psi_{1\uparrow}^\dagger \psi_{1\downarrow}^\dagger \psi_{2\uparrow} \psi_{2\downarrow} + \text{э. с.})$ и в континуальной модели (2) отсутствуют. В связи с этим естественно возникает два вопроса: 1) существует ли релятивистская фермионная модель, являющаяся континуальным аналогом модели Хаббарда в условиях, когда процессы переброса заведомо существенны, т. е. при $g > 0$ и $|\rho - 1| \lesssim (m_c/\epsilon_F) \ll 1$ и 2) как осуществляется переход от щелевого режима ($|\rho - 1| \ll (m_c/\epsilon_F)$) к бесщелевому ($(m_c/\epsilon_F) \ll |\rho - 1| \ll 1$) по мере изменения концентрации ρ .

Ответ на эти вопросы позволяет получить симметрия модели Хаббарда относительно замены частиц дырками в одной спиновой компоненте ($c_{i\uparrow}^\dagger \rightarrow c_{i\uparrow}$, $c_{i\downarrow}^\dagger \rightarrow c_{i\downarrow}^\dagger$), связывающая спектры систем с различным по знаку взаимодействием [6]

$$E(\rho, s; g) = 2gN\downarrow + E(\rho', s'; -g) \quad (4)$$

при одновременной взаимной замене зарядовых и спиновых степеней свободы

$$\rho \rightarrow \rho' = 1 - 2s, \quad s \rightarrow s' = \frac{1 - \rho}{2}, \quad (5)$$

где $s = S^z/N_0 = (N_\uparrow - N_\downarrow)/2N_0$

Рассматривая континуальную модель (2) при $g < 0$ и совершая переход от частиц к дыркам в компонентах $\psi_{1,2\uparrow}$ с целью изменения знака g , замечаем, что поперечная часть векторной амплитуды $g_\perp (g_\perp = g)$, описывающая рассеяние частиц назад с переворотом спина, преобразуется в амплитуду рассеяния с перебросом импульса g_3 . Из ренормгруппового анализа известно [9], что при $g > 0$ и $\rho \simeq 1$, когда g_3 -процессы существенны, эффективная g_\perp -амплитуда ренормируется к нулю. Отсюда следует, что $SU(2)$ -модель Тирринга (2) с $g < 0$ является предельной континуальной моделью решеточных хаббардовских фермионов не только при притяжении, но и при отталкивании, когда в случае $\rho \simeq 1$ щель m_c формируется в спектре зарядовых возбуждений, а спиновые возбуждения — голдстоуновские. Более точ-

но, в последнем случае модель (2) следует воспринимать как континуальную «fixed point»-модель Хаббарда по g_{\perp} -процессам.

Теперь ясно, что для описания перехода от щелевого режима к бесщелевому в случае $g > 0$, $|\rho - 1| \ll 1$ достаточно воспользоваться результатами [3, 4] точного решения модели (2), касающимися зависимости $E_0(s)$ при $g < 0$, и использовать свойства симметрии (4), (5). Введем параметр $n = 1 - \rho$ ($|n| \ll 1$). В области $|n| \ll (m_c/\epsilon_F)$ разложение энергии основного состояния имеет вид

$$E_0(n) - E_0(0) = N_0 m_c \left[|n| + \frac{\pi^4}{6m_c^2} |n|^3 + O(|n|^5) \right]. \quad (6)$$

Формула (6) описывает одномерный газ квантовых заряженных, но бесспиновых солитонов двумерной модели синус-Гордон с константой связи $\beta^2 = 8\pi$ в пределе низкой плотности. Из нее же следует известный результат [6] о скачке химпотенциала при $n=0$ ($\rho=1$). Легко проверить, что в задаче с переменным числом частиц средняя плотность и сжимаемость системы имеют корневые особенности

$$\langle |n| \rangle_0 \sim |\mu \mp m_c|^{1/2}, \quad \left\langle \frac{\partial |n|}{\partial \mu} \right\rangle_0 \sim |\mu \mp m_c|^{-1/2}, \quad |\mu \mp m_c| \ll m_c, \quad (7)$$

где верхний (нижний) знак относится к случаю $n < 0$ ($n > 0$).

В области $(m_c/\epsilon_F) \ll |n| \ll 1$ имеет место асимптотическое разложение энергии

$$E_0(n) - E_0(0) = N_0 \frac{\pi n^2}{2} \left[1 - \frac{1}{2 \ln(|n|/m_c)} - \frac{\ln \ln(|n|/m_c)}{4 \ln^2(|n|/m_c)} + O\left(\frac{1}{\ln^2(|n|/m_c)}\right) \right], \quad (8)$$

отвечающее пределу солитонного газа высокой плотности. Формулы (6) и (8) полностью описывают непрерывный переход «соизмеримость—несоизмеримость» в одномерной квантовой ферми-системе.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт физики

(Поступило 30.3.1984)

ფიზიკა

ა. ნოსსიანი

ერთგანზომილებიანი მესერული ფერმი-სისტემების ელემენტარულ-
 ხვრელური სიმეტრია და კონტინუალური რელატივისტური
 მოდელი

რეზიუმე

განხილულია ჰაბარდის ერთგანზომილებიანი მოდელი განზიდვის შემ-
 ხვევაში. ელემენტარულ-ხვრელური სიმეტრიის გამოყენებით ნაჩვენებია, რომ

როდესაც ნაწილაკთა სიმკვრივე $\rho \simeq 1$, მოდელის კონტინუალურ ზღვარს წარმოადგენს რელატივისტური $SU(2)$ ტირინგის მოდელი მასის დინამიური გენერაციით. აღწერილია (S პარამეტრის ცვლილების მიხედვით) უწყვეტი გადასვლა ღრეჩოვანი რეჟიმიდან ($\rho=1$) უღრეჩო რეჟიმში.

PHYSICS

A. A. NERSESIAN

 PARTICLE-HOLE SYMMETRY IN ONE-DIMENSIONAL LATTICE
 FERMION SYSTEMS AND CONTINUUM RELATIVISTIC MODELS

Summary

Using the particle-hole symmetry of the one-dimensional Hubbard model, it is shown that the relativistic $SU(2)$ -Thirring model with dynamical mass generation is the continuum-limiting model for lattice fermions with particle density $\rho \simeq 1$ in the case of repulsive interaction. The continuous transition from the $\rho = 1$ case to the gapless regime, taking place on varying ρ in the region $|\rho - 1| \ll 1$, is described from an exact solution of the $SU(2)$ -Thirring model.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Г. Вакс, А. И. Ларкин. ЖЭТФ, 40, 1961, 282.
2. А. А. Овчинников. ЖЭТФ, 57, 1969, 2137.
3. G. I. Japaridze, A. A. Nersesyan. Phys. Lett. 85 A, 1981, 23.
4. G. I. Japaridze, A. A. Nersesyan. J. Low Temp. Phys. 47, 1982, 91.
5. A. A. Belavin. Phys. Lett. 87 B, 1979, 117.
6. E. H. Lieb, F. Y. Wu. Phys. Rev. Lett. 20, 1968, 1445.
7. V. J. Emery, A. Luther, I. Peschel. Phys. Rev. B13, 1975, 1272.
8. G. E. Gurgenshvili *et al.* Physica, 83 B, 1976, 243.
9. И. Е. Дзялошинский, А. И. Ларкин. ЖЭТФ, 61, 1971, 791.



Т. Г. ЖГЕНТИ

МАГНИТНАЯ ЗАЩИТА ОТ ПРОТОННЫХ И ЭЛЕКТРОННЫХ ПОТОКОВ

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

Корпускулярное и электромагнитное излучение Солнца почти без потерь достигает верхней границы магнитосферы Земли. Несмотря на большое расстояние, изменения, происходящие на Солнце, достаточно чувствительны на Земле, особенно в нижних слоях атмосферы. Только определенная часть широкого спектра электромагнитного излучения Солнца достигает поверхности Земли. Большая часть атмосферы Земли слабо ионизирована и взаимосвязана с геомагнитным полем. Магнитное поле Земли позволяет захватывать заряженные частицы, которые несет солнечный ветер. Вероятность проникновения последующих заряженных частиц через такие пояса, а также слой дневной ионосферы и достижения их поверхности Земли величина малая, даже во время сумбур. Таким образом, с точки зрения надежности дневная сторона поверхности Земли в определенном смысле с помощью радиационных поясов и слоев резервирована от бомбардировки протонного, электронного и другого вида излучения [1, 2]. Здесь понятие резервирования применяется не как метод повышения надежности системы введением избыточности, а как многоэтажное экранирование [3]. Заметим, что в строении атмосферы или Земли нетк ничего лишнего или недостающего.

На высоте около 9500 км ($1,5 R$) от дневной поверхности Земли сконцентрированы протоны с большой энергией, примерно до 100 Мэв. На расстоянии $3,5 R$ (R — радиус Земли) сосредоточены электроны с энергией 1,6 Мэв. На удалении 10^5 км были обнаружены скопления частиц с более малой энергией. Предельная энергия для этого пояса в магнитосфере Земли определяется величиной возмущения геомагнитного поля или вероятностью прорывания пояса. Однако кроме захвата происходит и выпадание частиц, в основном за счет космических лучей. Протон с большой энергией, приносимый космическими лучами, порождает в среднем 7 нейтронов, каждый из которых распадается на составные части, но и эти частицы теряют свою энергию на ионизацию атмосферных газов.

Ионосферные слои, состоящие из скопления электронов и ионов на разных высотах от 70 до 400 км, также обладают тормозящими свойствами для корпускулярного излучения. Кроме того, регулярные и спорадические слои ионосферы отражают определенный диапазон радиоволн.

Кислород и азот, составляющие чуть меньше 100% всего объема атмосферы, поглощают солнечное излучение вплоть до частот $f=10^{15}$ гц. Более коротковолновое ультрафиолетовое излучение поглощается озоном, довольно толстый слой которого находится на высоте 20—50 км. Водяной пар и углекислый газ поглощает большую часть инфракрасного излучения. Определенную роль играют окись азота и метан. Для более длинноволнового излучения Солнца атмосфера не



прозрачна. Таким образом, атмосфера является защитным покровом для жизни на Земле.

Экранирующие пояса и слои атмосферы, обладающие защитными свойствами, можно рассматривать как сложную систему с высокой надежностью безотказного действия.

Надежность такой сложной структуры, с некоторым допущением, можно выразить следующим соотношением:

$$P = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - p_i),$$

где p_i — вероятность безотказности пояса или слоя для данной широты; n — число таких слоев.

Во время протонных вспышек, что происходит довольно быстро, напряженность магнитного поля Земли увеличивается в десять и более раз. При таком переходном процессе возбуждаются и низкочастотные составляющие геомагнитного поля большой интенсивности, которые могут вызвать патологические отклонения живого организма [4].

Опуская все другие процессы, происходящие в атмосфере Земли, необходимо выделить низкочастотный диапазон электромагнитного излучения, а также изменения напряженности магнитного поля Земли. Источником низкочастотного излучения в основном являются атмосферные электрические разряды и магнитосфера. Магнитосфера генерирует электромагнитные волны в диапазоне от 1 до 20 кгц, которые фиксируются на поверхности Земли специальной аппаратурой.

Проведенный математический анализ и многочисленный экспериментальный материал, полученный на клеточных системах животного и растительного происхождения с помощью искусственных низкочастотных электромагнитных полей малой интенсивности, позволяют сделать вывод о прямой зависимости жизнедеятельности живой клетки от природного электромагнитного поля звукового диапазона [5—8].

Таким образом, атмосфера Земли по отношению к биологическому миру выполняет две функции: 1. Является надежной защитной системой от излучения определенного диапазона электромагнитных волн и корпускулярного воздействия. 2. Слабые низкочастотные электромагнитные поля для живой клетки играют роль поставщика механической энергии.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 20.6.1984)

ფიზიკა

თ. ჯღენტო

მაგნიტური დაცვა პროტონული და ელექტრონი ნაპაღმისაგან

რეზიუმე

დედამიწის რადიაციული სარტყელები განხილულია როგორც პარალელური რეზონანსული სისტემა პლანეტის ზედაპირისადმი.

T. G. ZHGENTI

MAGNETIC PROTECTION FROM PROTON AND ELECTRON
FLUXES

Summary

The earth's radiation belts are considered as a probabilistic protective system with respect to the planet's surface.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Дж. К. Харгривс. Верхняя атмосфера и солнечно-земные связи, Л., 1982.
2. Дж. Р. Герман, Р. А. Голдберг. Солнце, погода и климат. Л., 1981.
3. Б. А. Козлов, И. А. Ушаков. Справочник по расчету надежности аппаратуры радиоэлектроники и автоматики. М., 1975.
4. Н. М. Воронин. Основы медицинской и биологической климатологии. М., 1981.
5. Т. Г. Жгенти, Г. Ш. Кеванишвили. Сообщения АН ГССР, 86, № 3, 1977.
6. Т. Г. Жгенти, Г. Ш. Кеванишвили. Биофизика, XXV, I, 1980.
7. Т. Г. Жгенти. Сообщения АН ГССР, 115, № 9, 1984.
8. А. Г. Какулия, Л. А. Абуладзе и др. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры, 3, 1982.



3. И. ЦКВИТИНИДZE, В. В. ШЕРШКОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ АСИМПТОТИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ
 УРАВНЕНИЙ ДИНАМИКИ АТМОСФЕРЫ С МАЛЫМ
 ПАРАМЕТРОМ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 25.11.1983)

Система уравнений динамики атмосферы с малым параметром, полученная И. А. Кибелем [1] для описания крупномасштабных процессов, в [2, 3] решается с помощью асимптотических представлений искомых функций. Используя безразмерный параметр Кибеля $\epsilon \approx 10^{-1}$) и осуществляя ввод новой переменной по безразмерной времени

$$s = \frac{t}{\epsilon}, \tag{11}$$

первоначальная система сингулярно возмущенных уравнений регуляризуется [3]. Тем самым достигается возможность построить решения для безразмерных метеорологических параметров u, v, τ, Φ (u, v — компоненты скорости ветра; τ — аналог вертикальной скорости; Φ — геопотенциал), в виде асимптотических рядов по степеням параметра ϵ .

При этом коэффициенты этих разложений зависят от независимых размерных переменных (x, y, ζ, s)

$$u = \sum_{i=0}^{\infty} u_i(x, y, \zeta, s) \epsilon^i, \quad v = \sum_{i=0}^{\infty} v_i(x, y, \zeta, s) \epsilon^i,$$

$$\Phi = \sum_{i=0}^{\infty} \Phi_i(x, y, \zeta, s) \epsilon^i, \quad \tau = \sum_{i=-1}^{\infty} \tau_i(x, y, \zeta, s) \epsilon^i. \tag{2}$$

Используя рекуррентные дифференциальные соотношения для определения коэффициентов разложений (2) и начальные условия для этих коэффициентов, относительно главных членов ($i=0$) легко получаем значения производных в начальный момент времени от искомых функций. Дифференцируя по s систему уравнений для определения коэффициентов разложений (при $i=0$) и используя начальные условия для этих коэффициентов, а также полученные значения производных при $s=0$, найдем значения вторых производных по s в начальный момент времени. Осуществляя такую процедуру, найдем и последующие производные при $s=0$. Проводя последовательно аналогичное рассуждение также для следующих приближений ($i \geq 1$), путем индукции можно сформулировать

Предложение 1. Пусть исходные метеорологические поля непрерывно дифференцируемы по s и пространственным координатам. Тогда в окрестности $s=0$ метеорологические поля имеют следующее представление:

$$\chi(x, y, \zeta, s) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{1}{k!} \left(\sum_{j=0}^k \frac{\partial^k \chi_j}{\partial s^k} \Big|_{s=0} \cdot s^j \right) s^k, \quad (3)$$

где χ —любая из функций $\{u, v, \Phi, \tau\}$.

Теперь проведем исследование главных членов асимптотических разложений (нулевые приближения метеорологических полей), при $s \rightarrow \infty$. Сведем систему рекуррентных уравнений для коэффициентов разложений (2) к одному уравнению для определения Φ_0 и применим к ней преобразование Лапласа $\Phi_0 \div \bar{\Phi}_0$. Тогда полученное решение для $\bar{\Phi}_0$ имеет вид

$$\begin{aligned} \bar{\Phi}_0 = & -\frac{1}{4\pi V m} \int_0^1 \iint_{-\infty}^{\infty} \left\{ p \frac{\partial}{\partial \zeta} \zeta^2 \frac{\partial}{\partial \zeta} \Phi(x', y', \zeta', 0) + \right. \\ & + \frac{\partial}{\partial \zeta} \zeta^2 \frac{\partial}{\partial \zeta} \frac{\partial}{\partial s} \Phi(x', y', \zeta', 0) + \frac{1}{p} \left[\frac{\partial}{\partial \zeta} \zeta^2 \frac{\partial}{\partial \zeta} \frac{\partial^2}{\partial s^2} \Phi(x', y', \zeta', 0) + \right. \\ & \left. \left. + \frac{\partial}{\partial \zeta} \zeta^2 \frac{\partial}{\partial \zeta} \Phi(x', y', \zeta', 0) \right] + m \Delta \Phi(x', y', \zeta', 0) \right\} \times \\ & \times \left\{ (\zeta' \zeta)^{1/2} \left[\frac{\exp\left(-\frac{1}{2} r_1\right)}{r_1} + \frac{\exp\left(-\frac{1}{2} r_2\right)}{r_2} \right] - \right. \\ & \left. - 2 \left(m_1 - \frac{1}{2} \right) (\zeta' \zeta)^{-m_1} h(r_3, \zeta' \zeta) \right\} dx' dy' d\zeta' + \\ & + \frac{1}{2\pi V m} \iint_{-\infty}^{\infty} \left(p + \frac{1}{p} \right) \left(\frac{\partial}{\partial \zeta} + m_1 \right) \Phi(x', y', 1, 0) \times \\ & \times \left[-\frac{\exp\left(-\frac{1}{2} r_3\right)}{r_3} + \left(m_1 - \frac{1}{2} \right) \zeta^{-\left(m_1 - \frac{1}{2}\right)} h(r_3, \zeta) \right] dx' dy', \quad (4) \end{aligned}$$

где

$$r_1^2 = (p^2 + 1) r^2 + \ln^2 \frac{\zeta'}{\zeta}, \quad r_2^2 = (p^2 + 1) r^2 + \ln^2 \zeta' \zeta,$$

$$r_3^2 = (p^2 + 1) r^2 + m \ln^2 \zeta, \quad r^2 = (x-x')^2 + (y-y')^2,$$

$$h(r_3, \zeta) = \int_0^{\zeta} \frac{\exp\left(-\frac{1}{2} r_3\right)}{r_3} (\zeta')^{m_1 - \frac{3}{2}} d\zeta',$$

m, m_1 — постоянные величины.

Выпишем выражения, зависящие от параметра p , входящие в (4)

$$\begin{aligned} \bar{\lambda}_0(p) &= \frac{\exp\left(-\frac{1}{2} a\right)}{a}, & \bar{\lambda}_1(p) &= p \cdot \bar{\lambda}_0(p), \\ \bar{\lambda}_2(p) &= \frac{1}{p} \bar{\lambda}_0(p). \end{aligned} \quad (5)$$

Здесь a —одна из функций $\{r_1, r_2, r_3\}$.



Найдем асимптотическое представление оригиналов $\bar{\lambda}_i(p)$ ($i = 0, 1, 2$) при $s \rightarrow \infty$. Заметим, что $\bar{\lambda}_0(p)$ и $\bar{\lambda}_1(p)$ имеют алгебраические особенности в точках $p = \pm ib$ (b^2 —одна из функций $r^2 + m \ln^2 \frac{\zeta'}{\zeta}$, $r^2 + \ln^2 \zeta' \zeta$, $r^2 + m \ln^2 \zeta$). Функция $\bar{\lambda}_2(p)$ имеет дополнительно полюс при $p=0$. Можно показать, что путем выбора ветвей в точках разветвления $p = \pm ib$, функция $\bar{\lambda}_0(p) \rightarrow 0$, при $p \rightarrow \infty$ в области $\text{Re } p < 0$. Используя теорему об асимптотическом представлении [4], сформулируем следующее

Предложение 2. Главные члены, описывающие крупномасштабные метеорологические поля (нулевые приближения разложений (2)), имеют асимптотическое стремление при $s \rightarrow \infty$ к геострофическим соотношениям, причем их производные затухают как $\frac{1}{\sqrt{s}}$.

Представим $\bar{\lambda}_0(p)$ в виде

$$\bar{\lambda}_0(p) = \frac{\exp\left(-\frac{1}{2} r \sqrt{p^2 + b_1^2}\right)}{r \sqrt{p + ib_1} \sqrt{p - ib_1}} \quad (6)$$

где $b_1 = br^{-1}$.

Числитель дроби (6) умноженный на $r^{-1}(p + ib_1)^{-1/2}$, не имеет особенности в точке ветвления $p = ib_1$, поэтому имеет место

$$\bar{\lambda}_0(p) \cdot (p - ib_1)^{-1/2} = \sum_{j=0}^{\infty} c_{1j} (p - ib_1)^{\lambda_j^{(1)}}, \quad (7)$$

где $c_{10} = \frac{1}{r \sqrt{2} ib_1}$, $\lambda_j^{(1)} \geq 0$.

Аналогично имеем в точке ветвления $p = -ib_1$

$$\bar{\lambda}_0(p) \cdot (p + ib_1)^{-1/2} = \sum_{j=0}^{\infty} c_{2j} (p + ib_1)^{\lambda_j^{(2)}}, \quad (8)$$

где $c_{20} = \frac{1}{r \sqrt{2} ib_1} = c_{10}$, $\lambda_j^{(2)} \geq 0$.

Используя теорему [4], получаем

$$\lambda_0(s) \sim \frac{d_0(x, y, \zeta, s)}{\sqrt{s}}, \quad (9)$$

где $d_0(x, y, \zeta, s)$ — ограниченная по s функция.

Функция $\bar{\lambda}_1(p)$ не имеет дополнительных особенностей, поэтому ее оригинал имеет представление $\lambda_1(s) \sim \frac{d_1(x, y, \zeta, s)}{\sqrt{s}}$.

Выражение $\bar{\lambda}_2(p)$ имеет дополнительно полюс первого порядка, поэтому $\lambda_2(s) \sim d_2(x, y, \zeta, s) + \frac{d_{21}(x, y, \zeta, s)}{\sqrt{s}}$ (функции d_1 , d_2 , d_{21} ограничены при $s \rightarrow \infty$).

Подставляя главные члены асимптотических представлений $\lambda_i(s)$ в (4) и замечая, что при этом интегралы сходятся, делаем вывод, что



метеорологические поля Φ_0, u_0, v_0 стремятся к ограниченным по с функциям как $\frac{1}{\sqrt{s}}$.

Систему рекуррентных уравнений относительно коэффициентов разложений (2) можно свести к одному уравнению относительно $\frac{\partial \Phi_0}{\partial s}$, либо $\frac{\partial u_0}{\partial s}$ или $\frac{\partial v_0}{\partial s}$, при этом в уравнении для их образов не входит $\bar{\lambda}_2(p)$, т. е. не будет полюса первого порядка. Отсюда можно заключить, что производные по s от главных составляющих метеорологических полей при $s \rightarrow \infty$ затухают как $\frac{1}{\sqrt{s}}$.

Приведенные здесь утверждения позволяют рассчитывать начальные стадии развития метеорологических крупномасштабных процессов и их предельные поведения при больших временах с высокой точностью по относительно простым формулам. Полученные расчетные формулы могут быть использованы в практике прогноза погоды.

Закавказский региональный
научно-исследовательский
гидрометеорологический
институт

Объединенный вычислительный
центр учреждений
Госкомгидромета
Тбилиси

(Поступило 30.12.1983)

გეოფიზიკა

ზ. ცკვიტიძე, ვ. შერშკოვი

ატმოსფეროს დინამიკის მცირეპარამეტრის განტოლებათა
ასიმპტოტური ამონახსნის გამოკვლევა

რეზიუმე

განხილულია მცირეპარამეტრიანი პიდროთერმოდინამიკის სრული რეგულარიზებული განტოლებების საშუალებით ატმოსფერული მოძრაობების ამონახსნის ამონახსნის ასიმპტოტური მეთოდი.

მოცემულია მეტეოროლოგიური პარამეტრებისათვის საწყისი დროის მახლობლობაში ამონახსნათა დროის მიხედვით მწკრივებად წარმოდგენის სახე. ამონახსნების გამოკვლევა წარმოებს დიდი დროითი ბიჯისათვის. ნაჩვენებია, რომ უსასრულო დროითი ბიჯისათვის მეტეოროლოგიური პარამეტრების შესატყვისი ამონახსნები იკრიბება შეზღუდული მნიშვნელობებისაკენ.

GEOPHYSICS

Z. I. TSKVITINIDZE, V. V. SHERSHKOV

INVESTIGATION OF AN ASYMPTOTIC SOLUTION OF ATMOSPHERIC DYNAMICS EQUATIONS WITH A SMALL PARAMETER

Summary

An asymptotic method of solving atmospheric circulations according to regularized equations of hydrodynamics with a small parameter is considered. Solutions for meteorological parameters are presented in the form of decomposition in time in the neighbourhood of the initial state. The behaviour of solutions over long time periods is investigated. It is shown that at infinity in time solutions for meteorological parameters converge to limited values.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. А. Кибель. Введение в гидродинамические методы краткосрочного прогноза погоды. М., 1957.
2. З. И. Цквितिძე, В. В. Шершков. Метеорология и гидрология, № 11, 1983.
3. З. И. Цквितिძე, В. В. Шершков. Сообщения АН ГССР, т. 113, № 2, 1984.
4. Г. Корн, Т. Корн. Справочник по математике. М., 1974.

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Г. В. ЦИЦАДЗЕ, Т. И. ЦИВЦИВАДЗЕ, Т. Н. ТУРИАШВИЛИ,
 А. И. КВИТАШВИЛИ, А. И. ШКУРПЕЛО, Л. К. НАГОРНАЯ
 КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ И МОЛЕКУЛЯРНАЯ СТРУКТУРА
 ТИОЦИАНАТНОГО КОМПЛЕКСА МАРГАНЦА (II)
 С АЦЕТИЛГИДРАЗИДОМ $[Mn(NCS)_2(AN)_2] \cdot 1/2H_2O$

(Представлено членом-корреспондентом Академии К. С. Кутателадзе 3.5.1983)

Координационные соединения металлов, в том числе и марганца (II) с тиоцианатогруппами и гидразидами, могут представлять существенный теоретический интерес (взаимная «конкуренция» гидразидов и псевдогалогенидов во внутренней сфере комплексов, способы их координирования при одновременном присутствии и т. д.); они перспективны и в практическом отношении (как биологически активные препараты).

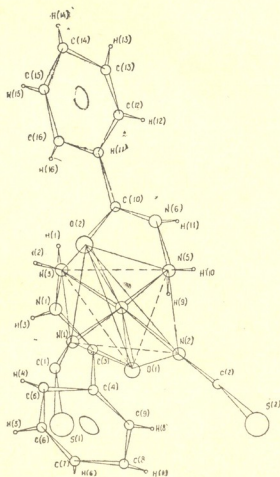


Рис. 1. Кристаллическая и молекулярная структура комплексного соединения $[Mn(NCS)_2(AN)_2] \cdot 1/2 H_2O$

Учитывая это обстоятельство, мы задались целью исследовать кристаллическую и молекулярную структуру координационного соединения $[Mn(NCS)_2(C_2H_6N_2O)_2] \cdot 1/2H_2O$. Кристаллы относятся к ромбической сингонии; параметры элементарной ячейки уточнены на дифрактометре ДАР-УМБ: $a = 19,409(4)$, $b = 10,499(5)$, $c = 13,869(6)$ Å, объем элементарной ячейки $V = 2826,16 \text{ \AA}^3$. Плотность кристаллов, вычис-



ленная для восьми формульных единиц состава $[\text{Mn}(\text{NCS})_2(\text{AH})_2] \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$, равна $1,52 \text{ г/см}^3$. Систематические поглощения дифракционных отражений однозначно определяют пространственную группу $\text{P}\bar{6}\text{c}$. Окончательный фактор недостоверности 0,048.

Структура расшифрована методом тяжелого атома. Все расчеты на ЭВМ проведены по программе, описанной в [1]. Координационный многогранник марганца — оскаженный октаэдр. Связь SCN^- -групп с атомом металла осуществляется через атом азота, как это имеет место в других тиоцианатных комплексах марганца [2]. Длины связей и валентные углы, характеризующие молекулу $[\text{Mn}(\text{NCS})_2(\text{AH})_2] \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$, приведены в таблице. Геометрия комплекса показана на рис. 1.

Молекулы ацетилгидразида в данной структуре бидентатны и координированы с марганцем через атомы азота амидных и кислорода карбоксильных групп. Молекулы ацетилгидразида и изотиоцианато-

Межатомные расстояния d (Å) и валентные углы ω (град.) в структуре $[\text{Mn}(\text{NCS})_2(\text{AH})_2] \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$

I. Координационный полиэдр марганца			
Связь	d	Связь	d
Mn—N (1) _{NCS}	2,050 (5)	Mn—N (5)	2,313 (5)
Mn—N (2) _{NCS}	2,158 (4)	Mn—O (1)	2,130 (4)
Mn—N (3)	2,249 (5)	Mn—O (2)	2,178 (4)
Угол	ω	Угол	ω
N (1) _{NCS} MnN (2) _{NCS}	98,05 (4)	N (2) _{NCS} MnN (3)	89,24 (5)
N (1) _{NCS} MnN (3)	100,76 (5)	N (2) _{NCS} MnN (5)	169,14 (8)
N (1) _{NCS} MnN (5)	87,54 (4)	N (2) _{NCS} MnO (1)	86,36 (7)
N (1) _{NCS} MnO (1)	174,23 (5)	N (2) _{NCS} MnO (2)	96,52 (4)
N (1) _{NCS} MnO (2)	95,52 (6)	N (2) _{NCS} MnN (5)	100,49 (6)
O (1) MnO (2)	88,48 (5)	O (2) MnN (5)	95,52 (4)
O (1) MnN (3)	74,41 (7)	O (2) MnN (3)	73,48 (8)
O (1) MnN (5)	90,88 (5)		
II. Изотиоцианатные группы			
Связь	d	Связь	d
N (1) _{NCS} C (1) _{NCS}	1,115 (7)	N (2) _{NCS} C (2) _{NCS}	1,117 (7)
C (1) _{NCS} S (1) _{NCS}	1,560 (6)	C (2) _{NCS} S (2) _{NCS}	1,614 (6)
Угол	ω	Угол	ω
MnN (1) _{NCS} C (1) _{NCS}	153,25 (6)	MnN (2) _{NCS} C (2) _{NCS}	166,68 (7)
N (1) _{NCS} C (1) _{NCS} S (1) _{NCS}	178,46 (5)	N (2) _{NCS} C (2) _{NCS} S (2) _{NCS}	179,19 (5)
III. (AH) ₁			
Связь	d	Связь	d
Mn—N (3)	2,249 (5)	N (3)—H (1)	0,98 (5)
Mn—O (1)	2,130 (4)	N (3)—H (2)	0,87 (6)
N (3)—N (4)	1,361 (7)	N (4)—H (3)	0,98 (6)
N (4)—C (3)	1,329 (7)	C (4)—H (4)	1,01 (6)
C (4)—O (1)	1,218 (6)	C (4)—H (5)	0,88 (5)
C (3)—C (4)	1,433 (6)	C (4)—H (6)	0,91 (6)

Продолжение таблицы

Угол	ω	Угол	ω
O (1) MnN (3)	74,41 (7)	N (4) N (3) H (1)	94,16 (8)
MnO (1) C (3)	114,69 (4)	N (4) N (3) H (2)	121,47 (8)
MnN (3) N (4)	109,04 (4)	C (3) N (4) H (3)	119,87 (8)
O (1) C (3) N (4)	124,61 (5)	N (3) N (4) H (3)	116,58 (7)
C (3) N (4) N (3)	117,12 (5)	C (3) C (4) H (4)	106,07 (7)
O (1) C (3) C (4)	120,33 (5)	C (3) C (4) H (5)	115,72 (8)
N (4) C (3) C (4)	115,06 (5)	C (3) C (4) H (6)	118,46 (8)
H (4) C (4) H (5)	108,42 (8)	H (5) C (4) H (6)	110,63 (8)
H (4) C (4) H (6)	112,57 (8)		

 IV. (AH)₂

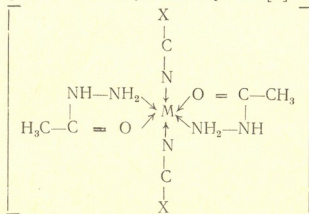
Связь	d	Связь	d
Mn—N (5)	2,313 (5)	N (5)—H (7)	0,98 (7)
Mn—O (2)	2,178 (4)	N (5)—H (8)	0,95 (7)
N (5)—N (6)	1,435 (7)	N (6)—H (9)	0,85 (6)
N (6)—C (5)	1,301 (7)	C (6)—H (10)	1,00 (7)
C (5)—O (2)	1,249 (6)	C (6)—H (11)	1,01 (7)
C (5)—C (6)	1,505 (9)	C (6)—H (12)	0,96 (6)

Угол	ω	Угол	ω
O (2) MnN (5)	73,18 (8)	C (5) N (6) H (9)	118,63 (7)
MnO (2) N (5)	118,19 (7)	N (5) N (6) H (9)	117,63 (8)
MnN (5) N (6)	106,53 (5)	C (5) C (6) H (10)	111,75 (8)
O (2) C (5) N (6)	120,41 (6)	C (5) C (6) H (11)	113,46 (7)
O (2) C (5) C (6)	120,98 (6)	C (5) C (6) H (12)	109,89 (7)
N (6) C (5) C (6)	118,61 (5)	H (10) C (6) H (11)	114,77 (8)
C (5) N (6) N (5)	120,96 (6)	H (10) C (6) H (12)	112,82 (7)
N (6) N (5) H (7)	113,67 (8)	H (11) C (6) H (12)	108,96 (8)
N (6) N (5) H (8)	110,59 (7)		

группы, входящие в координационный октаэдр атома марганца, расположены в транс-положении.

Октаэдр вокруг атома марганца (II) $[Mn(N_{NCS})_2(O)_2(N_{NH_2})_2]$ искажен как за счет углов при хелатообразовании, обусловленном, по-видимому, стерическими препятствиями, возникающими при координировании у атома марганца ацетилгидразида, так и линейными изотиоцианатными группами.

Таким образом, учитывая монодентатность координированных через атомы азота SCN⁻-групп и образование пятичленных металлочиков молекул AH, строение комплексов состава $[M(NCX)_2(AH)_2] \cdot 1/2H_2O$ можно представить следующим образом [3]:



где M=Mn, Fe, Co, Ni, Zn, а X=S, Se.

В структуре молекулы воды находятся на осях второго порядка и образуют водородные связи.

Грузинский политехнический
 институт
 им. В. И. Ленина

Тбилисский государственный
 университет
 Институт прикладной математики
 им. И. Н. Векуа

(Поступило 5.5.1983)

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

ბ. ცინცაძე, თ. წივიცივაძე, თ. ტურიაშვილი, ა. კვიტაშვილი,
 ა. შკურპელო, ლ. ნაგორნაია

მანგანუმის (II) $[Mn(NCS)_2(AH)_2] \cdot 1/2 H_2O$ აცეტილჰიდრაზინიანი
 თიოციანატური კომპლექსის კრისტალური და მოლეკულური
 სტრუქტურა

რეზიუმე

რენტგენოსტრუქტურული ანალიზის მეთოდით დადგენილია $[Mn(NCS)_2(AH)_2] \cdot 1/2 H_2O$ კრისტალური და მოლეკულური სტრუქტურა. კრისტალები მიეკუთვნება რომბულ სინგონიას (სივრცობრივი ჯგუფი Pbcn); $a=19,409$ (4), $b=10,499$ (5), $c=13,869$ (6) Å; $V=2826,16$ Å³, $d=1,57$ გ/სმ³, $Z=8$ (დიფრაქტომეტრია, $R=0,048$).

მანგანუმის იონს აღნიშნულ სტრუქტურაში ტრანს-ოქტაედრული კონფიგურაცია აქვს. იგი გარშემორტყმულია ორი იზოთიოციანატო- და ორი ამიდის ჯგუფების აზოტის ატომებით და კარბონილის ჯგუფის ორი ქანგბადის ატომით: $[Mn(N_{NCS})_2(N_{NH_2})_2(O_{CO})_2]$. აცეტილჰიდრაზიდის მოლეკულების სტრუქტურაში ბიდენტატურია და მანგანუმის იონთან წარმოქმნის ხუთწევრიან მეტალოციკლებს.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

G. V. TSINTSADZE, T. I. TSIVTIVADZE, T. N. TURIASHVILI,
 A. I. KVITASHVILI, A. I. SHKURPELO, L. K. NAGORNAYA
 CRYSTALLINE AND MOLECULAR STRUCTURE OF THE
 MANGANESE (II) ACETYLHYDRAZINE THIOCYANATE
 COMPLEX $[Mn(NCS)_2(AH)_2] \cdot 1/2H_2O$

Summary

The crystalline and molecular structure of the coordination compound $[Mn(NCS)_2(AH)_2] \cdot 1/2H_2O$ was determined by the method of X-ray structural analysis. The crystals belong to rhombic structure (the spatial group Pbcn); $a=19.409$ (4), $b=10.499$ (5), $c=13.869$ (6) Å; $v=2826,16$ Å³, $d=1.57$ g/cm³, $Z=8$ (diffractometry, $R=0.048$).

The manganese ion has trans-octahedral configuration in the indicated structure. It is surrounded by two atoms each of the isothiocyanate and amide groups and by two oxygen atoms of the carbonyl group: $[Mn(N_{NCS})_2(N_{NH_2})_2(O_{CO})_2]$. In the structure of atcetylhydrazide molecules it is bidentate, forming five-member metal cycles with manganese ions.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Андрианов, З. Ш. Сафин, Б. Л. Гарганпольский. Рентген-75. Автоматизированная система программ для расшифровки структур кристаллов. Черноголовка, 1975.
2. Г. В. Цинцадзе, Т. И. Цивцивадзе, А. И. Квиаташвили, Т. Н. Турიაшвили. ДАН СССР, 260, № 5, 1981, 1136—1139.
3. Л. К. Нагорная. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1979.

Э. А. УШАРАУЛИ, Л. М. КОРТАВА,
Л. Д. МЕЛИКАДЗЕ (академик АН ГССР)

ИССЛЕДОВАНИЕ АРОМАТИЧЕСКИХ ФРАГМЕНТОВ ВЫСОКОКИПАЮЩИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ НОРИЙСКОЙ НЕФТИ

Ранее была показана возможность идентификации ароматических фрагментов высококипящих индивидуальных ароматических углеводородов путем их гидропиrolитической фрагментации в автоклаве в среде водорода [1—3].

Суммированием результатов исследований в указанном направлении установлена определенная закономерность, которая позволяет использовать гидропиrolитический метод для распознавания ароматических фрагментов сложных углеводородных смесей.

Гидропиrolиз ароматических углеводородов протекает:

1. С отщеплением ароматических фрагментов, которые в основном сохраняют кольчатую структуру исходного углеводорода. При этом наблюдается частичный распад исходного ароматического фрагмента на более низкомолекулярные. Более высокомолекулярных фрагментов почти не образуется.

2. Деалкилированием ароматических фрагментов в основном за счет сокращения длины алкильных цепей. Короткие цепи (метил-, этил-) отщепляются труднее.

3. С отщеплением идентичных фрагментов как из основных ароматических углеводородных структур, так и из их производных.

Исходя из этой закономерности, целью настоящей работы являлось изучение ароматических фрагментов узких хроматографических фракций высококипящих ароматических углеводородов норийской нефти, а также кристаллических ароматических углеводородов, выделенных из них [4].

В качестве объектов исследования взяты элюаты высококипящих ароматических углеводородов норийской нефти, полученные при адсорбционном разделении на колонках с Al_2O_3 . Кристаллические углеводороды также были выделены из отдельных адсорбционных зон указанных колонок [4].

Из хроматографических фракций исследовались: III фракция (475—498°C), элюаты: № 1, $n_D^{20} = 1,4886$; № 35, $n_D^{20} = 1,5707$; № 48, $n_D^{20} = 1,5869$; № 67, $n_D^{20} = 1,6520$; № 70, $n_D^{20} = 1,6497$; IV фракция (498—510°C), элюаты: № 3,4, $n_D^{20} = 1,4822$; № 28^a, $n_D^{20} = 1,5662$, № 64, $n_D^{20} = 1,6303$, № 76, $n_D^{20} = 1,6513$; № 94, $n_D^{20} = 1,6570$; VI фракция (525—540°C), элюаты: № 24, $n_D^{20} = 1,5658$; № 44, $n_D^{20} = 1,5954$, № 72, $n_D^{20} = 1,6431$; VII фракция (540—560°C), элюаты: № 27, $n_D^{20} = 1,5870$, № 93, $n_D^{20} = 1,6715$.

Согласно разработанной методике [1], фрагментация исследуемых продуктов приводилась в пробирочном автоклаве, под давлением водорода 70 атм до нагрева и при температуре 450°C, продолжительность гидропиrolиза 4 часа.

Полученные пиrolизаты исследовались методом газо-жидкостной хроматографии на 6-метровой колонке с хромсорбтом W, с нанесенным на него хлоридом лития.

Анализ хроматограмм пиролизатов показывает, что при гидропиролизе происходит распад исследуемых элюатов, при котором содержащиеся в них ароматические фрагменты в основном сохраняют структуру, эти фрагменты обнаруживаются на хроматограмме в виде соответствующих пиков. Действительно, на примере хроматограмм исходного элюата № 1 III фракции ароматики и его пиролизата (рис. 1) видно, что элюат представлен в виде одного сплошного горбика, тогда как в соответствующем пиролизате появляется ряд ярко выраженных пиков, среди которых идентифицированы нафталин, фенантрен, их алкилпроизводные и флуорен.

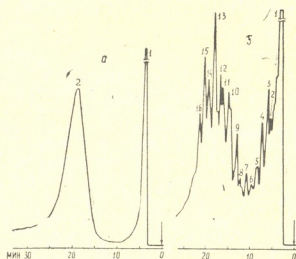


Рис. 1. а — Хроматограмма элюата № 1 III фракции ароматики, б — хроматограмма гидропиролизата того же элюата: 1 — р-ль, 3 — нафталин, 4 — метилнафталин, 7 — флуорен, 9 — фенантрен, 14 — пирен. Температура анализа 100° ———→ 10°/мин ———→ 325°

Аналогичные ароматические фрагменты обнаруживаются также в пиролизатах других исследованных хроматографических фракций. Их хроматограммы отличаются друг от друга лишь по количественному соотношению этих фрагментов, хотя исходные элюаты характеризуются различными физико-химическими свойствами. Они, в частности, заметно различаются по температуре кипения, показателю преломления, удельному весу, структурно-групповому составу и т. д. [4, 5].

Изучение пиролизатов хроматографических продуктов в пределах одной фракции (фракция IV, элюаты: № 3, 4, 76 и 94, рис. 2) показало, что в них содержатся аналогичные фрагменты. Разница заключается лишь в том, что в пиролизатах первых элюатов пик нафталина и метилфенантрена больше, чем в последующих, и с ростом номера элюата, наблюдается увеличение количества фенантренового фрагмента. Вместе с тем, с увеличением номера элюата хроматограммы соответствующих пиролизатов упрощаются и в них четко вырисовываются пики фенантрена и метилфенантрена. Остальные пики, в том числе пик нафталина, уменьшаются. Упрощение пиролизата, по-видимому, связано с изменением состава элюатов. Первые элюаты, как известно, менее ароматичны, чем последующие, и поэтому их пиролизаты более многообразны, чем следующих элюатов.

Исследование кристаллических ароматических углеводородов гидропиролитическим методом проводилось на примере кристаллических продуктов, выделенных экстракцией бензолом из X зоны V фракции ($t_{пл} = 165-180^\circ\text{C}$), VII ($t_{пл} = 186-191^\circ\text{C}$) и VI зон ($t_{пл} = 219-227^\circ\text{C}$) IX фракции и IX зоны VII фракции ($t_{пл} = 214-226^\circ\text{C}$) ароматических углеводородов норийской нефти.

Гидропиролиз указанных кристаллических углеводородов проводился в тех же условиях, что и жидких элюатов.

Исследование соответствующих пиролизатов методом газожидкостной хроматографии (рис. 3) показало наличие в них таких же ароматических фрагментов, как в пиролизатах жидких ароматических

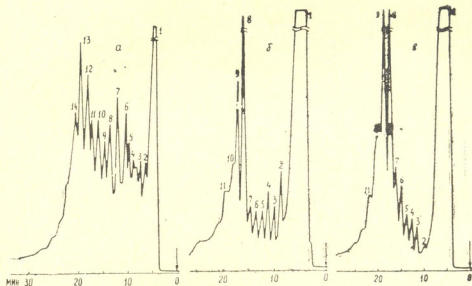


Рис. 2. Хроматограммы гидропиролизатов элюатов IV фракции ароматики: а — элюатов № 3, 4; 1 — р-ль, 6 — нафталин, 7 — метилнафталин, 10 — флуорен, 12 — фенантрен, 13 — метилфенантрен; б — элюата № 76: 1 — р-ль, 2 — нафталин,

3 — метилнафталин, 6 — флуорен, 8 — фенантрен, 9 — метилфенантрен; в — элюата № 94: 1 — р-ль; 2 — нафталин, 3 — метилнафталин, 6 — флуорен, 8 — фенантрен, 9 — метилфенантрен. Температура анализа 100° — 10°/мин — 325°

углеводородов. Однако, в отличие от жидких, в пиролизатах кристаллических продуктов представлен пик более высокомолекулярного углеводорода, в частности хризена.

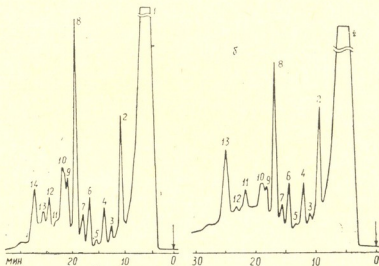


Рис. 3. Хроматограммы гидропиролизатов кристаллических ароматических углеводородов: а — VI фракция, VII зона: 1 — р-ль, 2 — нафталин, 3 — метилнафталин, 6 — флуорен, 8 — фенантрен, 9 — метил-

фенантрен, 11 — пирен, 14 — хризен; б — VII фракция, IX зона: 1 — р-ль, 2 — нафталин, 3 — метилнафталин, 6 — флуорен, 8 — фенантрен, 9 — метилфенантрен, 13 — хризен. Температура анализа 100° — 10°/мин — 325°

Анализируя результаты настоящего исследования, приходим к выводу, что при автоклавном гидропиролизе жидких и кристалличе-



ских углеводородов высококипящих ароматических углеводородов норийской нефти происходят отщепление ароматических фрагментов, деалкилирование, разложение, расщепление нафтеновых колец, укороачивание или отщепление алкильных цепей и т. д. Отдельные ароматические фрагменты сохраняют свою структуру. Эти фрагменты в условиях эксперимента оказались настолько устойчивыми, что продолжение пиролиза до 8 часов почти не повлияло на состав пиролизата.

Наличие вышеуказанных одних и тех же ароматических фрагментов в пиролизатах исследуемых углеводородов полностью согласуется с современными представлениями о вещественном составе высококипящей части нефти.

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

(Поступило 31.3.1983)

ორგანული ქიმია

ბ. უშარაული, ლ. კორტავა, ლ. მელიკაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის
აკადემიკოსი)

ნორიოს ნავთობის მაღალმდულარე არომატული ნახშირწყალბადების
არომატული ფრაგმენტების კვლევა

რეზიუმე

ნორიოს ნავთობის მაღალმდულარე არომატული ნახშირწყალბადების ჰიდროპიროლიზური ფრაგმენტაციის კვლევის შედეგად ნაჩვენებია მათში არომატული ფრაგმენტების — ნაფთალინის, ფენანტრენის, ფლუორენის, პირენის და ქრიზენის შემცველობის დადგენისა და იდენტიფიკაციის შესაძლებლობა.

ORGANIC CHEMISTRY

E. A. USHARAULI, L. M. KORTAVA, L. D. MELIKADZE

STUDY OF AROMATIC FRAGMENTS OF HIGH-BOILING AROMATIC HYDROCARBONS OF NORIO OIL

Summary

A study of the hydropyrolytic fragmentation of high-boiling aromatic hydrocarbons of Norio oil has demonstrated the feasibility of detecting and identifying in them of aromatic fragments, such as naphthalene, phenanthrene, fluorene, pyrene, and chrysene.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. А. Ушараули, Л. Д. Меликадзе, Л. М. Кортава. Сообщения АН ГССР, 105, № 1, 1982.
2. Э. А. Ушараули, Л. Д. Меликадзе, Л. М. Кортава. Сообщения АН ГССР, 115, № 1, 1984.
3. Л. М. Кортава, Э. А. Ушараули, Л. Д. Меликадзе. Сообщения АН ГССР, 115, № 2, 1984.
4. Ш. Ш. Барабадзе, Л. Д. Меликадзе, А. Г. Сирюк, Г. Ш. Челидзе. Сообщения АН ГССР, 67, № 3, 1972.
5. Ш. Ш. Барабадзе, А. Г. Сирюк, Р. Н. Ахобадзе. Сообщения АН ГССР, 70, № 1, 1973.



ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

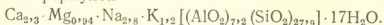
Г. В. ЦИЦИШВИЛИ (академик АН ГССР), Л. К. КВАНТАЛИАНИ,
М. Л. КАНТАРИЯ, М. Г. АДОЛАШВИЛИ, З. В. МИКЕЛАШВИЛИ,
Д. С. ЧИПАШВИЛИ

ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРОВАНИЯ НА ТЕРМИЧЕСКИЕ
СВОЙСТВА КЛИНОПТИЛОЛИТА

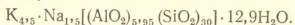
При практическом использовании цеолитов большое внимание уделяется их термостабильности. Из литературных данных известно, что термостабильность структуры главным образом зависит от типа и катионного состава цеолита [1]. Также известно, что калиевые формы цеолитов всегда более термостабильны, чем кальциевые [2]. Считают, что введение катионов калия в структуру цеолита приводит к общему упорядочению всей структуры [3].

В данной работе исследованы термические свойства природного клиноптилолита месторождения Хекордзула и его калийпроизводной формы и изучено влияние гидротермической обработки на термостабильность указанных образцов.

Природный клиноптилолит месторождения Хекордзула (КлХ) представляет поликатионную форму цеолита, химический состав которой выражается формулой



С точки зрения термостабильности особый интерес представляют калийпроизводные образцы клиноптилолита, поэтому методом взаимодействия твердых фаз нами получена калиевая форма клиноптилолита (ККлХ) следующего химического состава:



Как видно из приведенных данных, нам удалось почти полностью вытеснить все катионы ионами калия и только минимальное количество ионов натрия не вступило в ионный обмен.

Термический анализ указанных образцов проводился на дериваграфе марки ОД-102 (Венгрия). На кривых ДТА и ДТГ природного клиноптилолита отмечены отдельные этапы выделения воды из цеолита (рис. 1). Это указывает на то, что из-за наличия различных катионов молекулы воды расположены на различных, энергетически неравноценных участках кристаллической решетки цеолита и отличаются друг от друга по энергии связи. Содержание воды составляет ~ 13,5 вес.%. Вода теряется в широком температурном интервале (50—650°) с максимумом скорости дегидратации при ~ 160°.

На кривой ДТА природного клиноптилолита отсутствует экзотермический эффект в области высоких температур, связанный с разрушением кристаллической структуры цеолита. По данным рентгенодифрактометрического исследования, указанный цеолит сохраняет структуру после прокалики до 750°, хотя замечается уменьшение интенсивности основных рефлексов на дифрактограмме, а дальнейшая обработка при более высоких температурах приводит к аморфизации образца. Таким образом, структура клиноптилолита разрушается без появления на кривой ДТА характерного экзотермического эффекта. Проверка регидратационной способности клиноптилолита показала, что она вполне сохраняется после нагрева до 400°. Дальнейшее нагревание приводит к уменьшению регидратационной способности, которая резко падает после нагрева выше 600°, что говорит об необратимых изменениях в каркасе цеолита при нагревании. Это подтверждается и данными рентгенодифрактометрического метода.



Введение катионов калия в состав цеолита обуславливает уменьшение содержания воды в образце. Оно составляет $\sim 11,9$ вес.%. По-видимому, замещение гидрофильных катионов кальция и натрия на катионы калия вызывает гидрофобизацию адсорбента. Не исключен здесь и стерический фактор — введением больших катионов калия уменьшается свободный объем в структуре цеолита. Характер и фор-

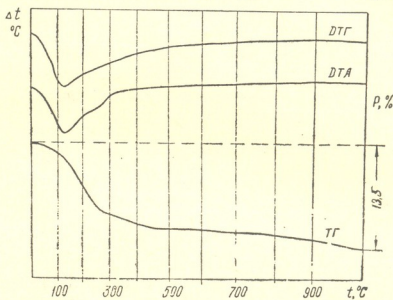


Рис. 1. Дериватограмма природного клиноптилолита (КкХ)

ма кривых нагревания в общем аналогичны для исходного образца и калийпроизводного клиноптилолита, однако замечается сглаживание кривой ДТА последнего. По-видимому, введение катионов калия в клиноптилолит способствует энергетической гомогенизации отдельных участков. Заметно увеличивается регидратационная способность модифицированного цеолита. Калийзамещенная форма клиноптилолита, прокаленная до 1000° , восстанавливает $\sim 5,0$ вес.% воды. Это указывает на то, что увеличивается термостабильность цеолита, что находится в полном соответствии с рентгеновскими данными. Рентгенодифрактограмма показывает совершенную кристаллическую структуру.

Проверена гидротермическая устойчивость природного клиноптилолита и его калийпроизводной формы. Образцы нагревались в среде водяного пара при $\sim 800^\circ$ в течение 2 часов. После охлаждения обработанные образцы вводились в эксикатор ($P/P_s = 0,4$) с целью насыщения парами воды. Гидротермически обработанные образцы исследовались методами термического анализа, ИК-спектроскопии и рентгенодифрактометрии.

Как показывают полученные нами результаты, высокая температура и водяной пар разрушают кристаллическую структуру исходного природного клиноптилолита. Полностью теряется регидратационная способность указанного цеолита после прокалки его на воздухе до 1000° (в динамических условиях со скоростью $10^\circ/\text{мин}$). ИК-спектры и рентгенодифрактограмма также показывают полную аморфизацию образца.

Гидротермическая обработка калийзамещенного образца в аналогичных условиях свидетельствует об увеличении термостабильности цеолита. Регидратационная способность образца почти полностью сохраняется в большом температурном интервале. КкХ, обработанный гидротермически, содержит $\sim 8,7$ вес.% воды. Тот же образец, нагретый до 1000° , восстанавливает $\sim 7,0$ вес.% воды. ИК-спектры показывают, что структура цеолита после его гидротермической обра-



ботки полностью сохраняется, что подтверждается и рентгеновскими данными (рис. 2 и 3).

Исходный природный клиноптилолит и его калийзамещенная форма, обработанные гидротермически, нагревались на воздухе при

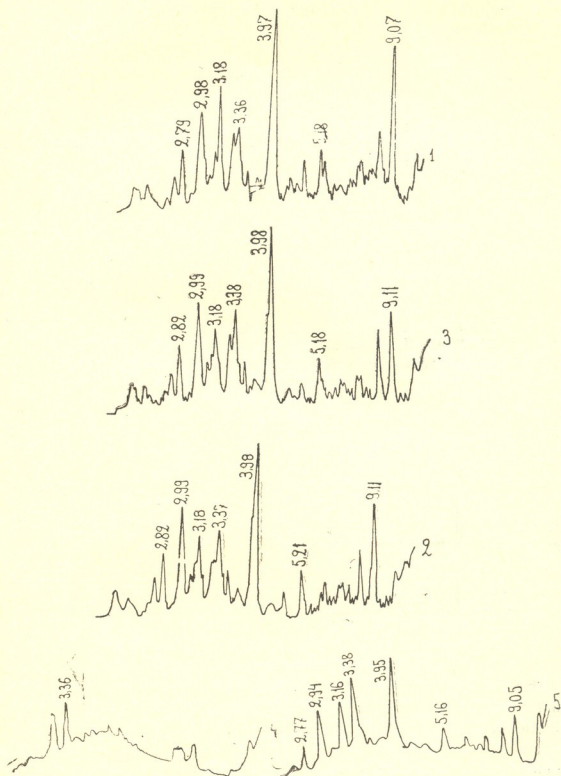


Рис. 2. Дифрактограммы природного клиноптилолита и его модифицированных форм: 1—КлХ; 2—ККлХ; 3—ККлХ, обработанный гидротермически; 4—КлХ, прокаленный при 800° на воздухе; 5—ККлХ, обработанный гидротермически и прокаленный при 800° на воздухе

температуре 800° 2 часа. Анализом дифрактограмм выявлено, что прокаливание калийпроизводного образца в указанных условиях незначительно ослабляет интенсивность пиков, но при этом кристалличе-

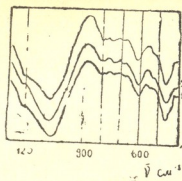


Рис. 3. ИК-спектры природного клиноптилолита и его модифицированных форм: 1 — КлХ; 2 — ККлХ; 3 — ККлХ, обработанный гидротермически

ская структура сохраняется. Обработанный в таких же условиях исходный клиноптилолит полностью аморфизуется.

Для наглядности на рис. 2 приведены дифрактограммы клиноптилолита и его модифицированных форм, снятые на рентгеновском дифрактометре «ДРОН-2,9», Сика-излучение (Ni-фильтр, $J=20$ мА, $V=30$).

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

(Поступило 27.5.1983)

ფიზიკური ქიმია

ბ. ციციშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ლ. კვანტალიანი,
 ა. კანთარია, ა. ადოლავილი, ზ. მიკელაშვილი, დ. შიპაშვილი
 მოლიფიცირების გავლენა კლინოპტილოლიტის თერმულ
 თვისებებზე

რეზიუმე

შესწავლილია ჰიდროთერმული დამუშავების გავლენა ხეკორძულას საბადოს ბუნებრივი კლინოპტილოლიტისა და მისი მოდიფიცირებული ფორმის თერმულ თვისებებზე.

ნაჩვენებია, რომ გამოსავალი ბუნებრივი კლინოპტილოლიტის წყლის ორთქლში 800° -ზე გახურებისას მთლიანად ირღვევა ცეოლიტის კრისტალური სტრუქტურა, მაშინ როდესაც ანალოგიური დამუშავებით სავარაუდოდ იზრდება კალიუმჩანაცვლებული ფორმის თერმული სტაბილობა.

PHYSICAL CHEMISTRY

G. V. TSITSISHVILI, L. K. KVANTALIANI, M. L. KANTARIA,
 M. G. ADOLASHVILI, Z. V. MIKELASHVILI, D. S. CHIPASHVILI
 EFFECT OF MODIFICATION ON THERMAL PROPERTIES OF
 CLINOPTILOLITE

Summary

The effect of hydrothermal treatment on the thermal properties of the natural clinoptilolite of the Khekordzula deposit and of its modification has been studied.

Heating of natural clinoptilolite in water steam at 800°C is shown to result in a complete destruction of the crystalline structure of the zeolite, while a significant increase of thermal stability is observed in the potassium substituted form at analogous treatment.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. Брек. Цеолитные молекулярные сита. М., 1976.
2. Г. В. Цицишвили, Ш. Д. Сабелашვილი, З. И. Коридзе, Л. К. Кванталиანი, Т. Г. Андроникашвили. Изв. АН СССР, Неорганические материалы, 9, № 8, 1973, 1394.
3. Л. К. Кванталиანი. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1977.

Н. Т. СУЛТАНОВ, Т. Г. АНДРОНИКАШВИЛИ (член-корреспондент
АН ГССР), К. Г. МАРКАРЯН, Л. Г. АРУСТАМОВА

ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НА КОЛОНКАХ С ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ НЕПОДВИЖНОЙ ФАЗОЙ

Необходимым условием разделения двух соединений в газовой хроматографии является различие в их величинах удерживания, обусловленное различным взаимодействием этих соединений с неподвижной фазой.

Другой важный фактор — различие в упругости паров разделяемых компонентов при рабочей температуре колонки. Обычно наибольшие трудности встречаются при разделении изомерных соединений, различия которых связаны только с геометрией молекул. Типичным примером служит разделение *m*- и *p*-ксилолов, анализ которых требует применения высокоэффективных капиллярных колонок с некоторыми ароматическими фазами [1, 2] или адсорбционных систем типа бентона [3].

Существующие способы разделения изомерных ароматических углеводородов сложны и требуют значительных затрат времени. Более того, адсорбенты часто характеризуются неоднородной поверхностью и невысокой воспроизводимостью своих свойств, что также осложняет их практическое применение. Поэтому способность жидких кристаллов к разделению алкилароматических углеводородов [4, 5], галогенпроизводных бензола [6, 7], полиароматических углеводородов [8], стероидов [9] и других соединений, обусловленное упорядоченным расположением молекул в температурной области мезофазы и специфическими силами взаимодействия в системе растворенное вещество — жидкокристаллический расплав, выдвигают жидкокристаллические неподвижные фазы в число наиболее универсальных неподвижных фаз, используемых для разделения групп, главным образом пар изомерных соединений, отличающихся положением заместителей, разделения которых нелегко добиться при помощи обычных изотропных жидкостей.

Селективное разделение изомеров ароматических углеводородов и их многочисленных производных на жидкокристаллических неподвижных фазах свидетельствует о специфичности этих соединений, проявляемой по отношению к изомерам, имеющим достаточные различия в анизотропных свойствах (соотношение длины молекулы к ее ширине).

Расширение возможностей аналитического применения жидких кристаллов с вовлечением в число объектов исследования соединений неароматического характера может способствовать решению в газовой хроматографии наиболее трудных с методической точки зрения задач разделения. К ним вполне можно отнести вопросы, связанные с разделением ароматических углеводородов при их совместном присутствии с насыщенными. Существующие схемы анализа, как правило, основаны на предварительном выделении ароматических углеводородов и последующем анализе насыщенной и ароматической групп на колонках с неподвижными фазами в соответствии с их селективностью к выделенным углеводородам.

Эта задача значительно осложняется при необходимости определения примесей количеств ароматических углеводородов, распределенных в ширококипящих фракциях *n*-парафинов. При этом может возникнуть и необходимость в регистрации примесей изопарафиновых углеводородов, как правило, сопутствующих *n*-парафинам.

Ввиду значительного интереса, возникшего в последние годы к жидкокристаллическим неподвижным фазам, представлялось целесообразным рассмотреть возможность их применения для решения вышеуказанной задачи разделения.

В данном исследовании сорбентом служил стандартный эфир гидрохинона и *n*-гептоксibenзойной кислоты [10], имеющий температурный интервал существования нематической мезофазы 121—195°C.

Эфир гидрохинона и *n*-гептоксibenзойной кислоты наносили на целит-545, фракция 0,16—0,25 мм (20% от веса носителя), хроматограф «Цвет-100», модель 2 с пламенно-ионизационным детектором. В качестве газа-носителя использовали азот.

Разделение проводили на насадочной колонке длиной 1 м и внутренним диаметром 3 мм. Температура испарителя составляла 400°C. В качестве исходного образца исследовали концентрат *n*-парафинов C₆—C₁₉, содержащий 0,33% ароматических углеводородов.

В настоящей работе сочетали предварительное концентрирование примесей ароматических углеводородов, содержащихся в концентрате *n*-парафинов, с известным количеством ароматического стандарта — эталонным 1,3,5-триэтилбензолом в количестве до 3% от веса всей фракции с целью их возможного выделения и последующего анализа ароматической и насыщенной части исследуемого продукта.

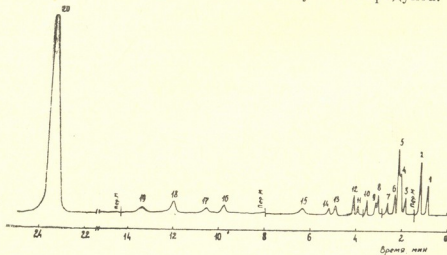


Рис. 1. Хроматограмма ароматических углеводородов, выделенных из концентрата *n*-парафинов, полученная на колонке с эфиром гидрохинона и *n*-гептоксibenзойной кислоты: 1 — бензол, 2 — толуол; 3 — этилбензол; 4 — *m*-ксилол; 5 — *p*-ксилол; 6 — *o*-ксилол; 7 — *n*-пропилбензол; 8 — 1-метил-3-этилбензол; 9 — 1-метил-4-этилбензол; 10 — 1,3,5-триметилбензол; 11 — изобутилбензол; 12 — 1,2,4-триметилбензол; 13 — бутилбензол; 14 — 1-метил-2-пропилбензол; 17 — 1,3-диметил-2-этилбензол; 18 — 1,2-диметил-3-этилбензол; 20 — 1,3,5-триэтилбензол; 15, 16, 19 — не идентифицированы

Выделение примесей ароматических углеводородов из парафиновых фракций после их концентрирования проводили жидкостно-адсорбционной хроматографией с флуоресцирующим индикатором. Необходимость концентрирования связана с незначительным содержанием ароматических углеводородов в концентрате *n*-парафинов, проявление которых лежит ниже нижнего предела по известному методу [11].

На рис. 1 представлена хроматограмма примесей ароматических углеводородов в 1, 3, 5-триэтилбензоле после их выделения из парафиновой фракции по методу, описанному в [11]. Разделение проводили при температуре 150°C, отвечающей температуре нематической мезофазы эфира гидрохинона и *n*-гептоксibenзойной кислоты. Состав этих примесей в основном охватывает алкилароматические углеводороды C₆—C₉ и значительно меньшую часть C₁₀—C₁₁. При этом низкая селективность разделения *m*- и *p*-ксилолов (рис. 1) вызвана недостаточной длиной используемой насадочной колонки. Увеличение длины колонки считали нецелесообразным из-за необходимости проведения на короткой колонке анализа деароматизированных *n*-парафинов, кипящих в широком интервале температур.

Из хроматограммы, приведенной на рис. 2, видно, что *n*-парафины, обладающие низким молекулярным весом, имеют относительно близкие времена удерживания, резкое отличие которых наблюдается при увеличении длины алкильной цепи *n*-парафинов. В этих условиях примеси изопарафиновых углеводородов с определенным числом углеродных атомов в молекуле практически незначительно отличаются по своим анизотропным свойствам и потому регистрируются суммарно перед соответствующей им по числу углеродных атомов молекулой *n*-парафина.

Идентификация парафиновых углеводородов приведена непосредственно на хроматограмме (рис. 2).

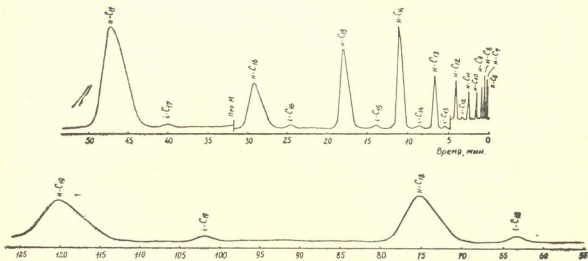


Рис. 2. Хроматограмма деароматизированного концентрата *n*-парафинов C₆—C₁₉ на колонке с эфиром гидрохинона и *n*-гептоксibenзойной кислоты: *n*—*n*-парафин, *i*—изопарафин

В заключение следует отметить целесообразность более детального исследования аналитических возможностей жидкокристаллических неподвижных фаз применительно к анализу сложных углеводородных смесей.

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

Академия наук Азербайджанской ССР
Институт нефтехимических
процессов
им. Ю. Г. Мамедалиева

6. სულთანოვი, თ. ანდრონიკაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი), ბ. მარკარიანი, ლ. არუსტამოვა

ქრომატოგრაფიული ანალიზი თხევადკრისტალურ უძრავი ფაზების
 შებენიელ სვეტიზეზე

რეზიუმე

განხილულია თხევადი კრისტალების უძრავ თხევად ფაზად გამოყენების შესაძლებლობა რთული ნარეგების ქრომატოგრაფიული დაყოფისათვის. კერძოდ, ნაჩვენებია ინერტული მყარი სარჩულის ზედაპირზე დაფენილი პიდროქინონის და პ. ჰეპტოქსიბენზოის მყავის გამოყენების შესაძლებლობა 300°C-ის ზევით მდულარე ნ. პარაფინების კონცენტრატებში ალკილარომატული და იზო-პარაფინული ნახშირწყალბადების მინარეგების აღმოსაჩენად.

PHYSICAL CHEMISTRY

N. T. SULTANOV, T. G. ANDRONIKASHVILI, K. G. MARKARYAN,
 L. G. ARUSTAMOVA

CHROMATOGRAPHIC ANALYSIS ON COLUMNS WITH LIQUID-
 CRYSTAL STATIONARY PHASE

Summary

The possibility is considered of using liquid crystals as a stationary phase for gas chromatographic separation of complex mixtures, including hydrocarbons of non-aromatic nature. In particular, the successful use is shown of hydroquinone-bis-(p-heptylcxybenzoate) on inert carrier surface for determination of impurities of alkyl aromatic and iso-paraffinic hydrocarbons in concentrates of n-paraffins boiling above 300°C.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. D. H. Desty *et al.* Nature, 183, № 4654, 1959.
2. S. H. Langer, J. H. Purnell. J. Phys. Chem., 70, № 3, 1966.
3. J. V. Mortimer, P. L. Gent. Nature, 197, № 4869, 1963.
4. H. Kelker. Ber. Bunsenges Phys. Chem., 67, № 7, 1963.
5. К. Г. Маркарян, Т. Г. Андроникашвили, Л. Г. Арустамова, Н. Т. Султанов, В. Г. Березкин. Тез. докл. IV Межд. конф. соц. стран по жидким кристаллам, т. I. Тбилиси, 1981.
6. M. J. Dewar, J. P. Schroeder. J. Amer. Chem. Soc., 86, № 23, 1964.
7. Z. Witkiewicz *et al.* J. Chromatogr., 152, № 2, 1978.
8. G. H. Janini *et al.* Anal. Chem., 47, № 4, 1975.
9. W. L. Zielinski *et al.* Anal. Chem., 48, № 6, 1976.
10. Н. Коцев. Справочник по газовой хроматографии. М., 1976.
11. Ю. М. Жоров, Г. М. Панченков. Хроматография с люминесцирующими индикаторами — новый метод группового анализа углеводородных смесей. М., 1969.

მ. კობიძე, ნ. ლაგავა, ლ. ჯალაღონია

ქრომატოგრაფიული მეთოდით ნაჯერი ნახშირწყალბადების (C_1-C_4)
ნარევის დაყოფა ულტრასილზე

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა თ. ანდრონიკაშვილმა 15.4.1983)

უქანასკნელ წლებში მკვლევართა განსაკუთრებული ყურადღება მიიქცია სილიციუმის ზემალალი შემცველობის სინთეზურმა ცეოლითმა — ულტრასილმა. ეს ცეოლითები ხასიათდება მაღალი თერმომდგრადობით და მყავაგამძლეობით. დღეისათვის შეიძლება ითქვას, რომ ძირითადად წარმატებითაა გადაჭრილი სილიციუმის ზემალალი შემცველობის ცეოლითების სამრეწველო მასშტაბით მიღების ტექნოლოგიური ნაწილი საბჭოთა კავშირში.

აქედან გამომდინარე მეტად აქტუალური და საჭიროა კვლევითი სამუშაოების ფართო მასშტაბით გაშლა აღნიშნული ცეოლითების ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების შესასწავლად.

ცნობილია ულტრასილის ახალი ნიმუშების მიღების მეთოდები, მათი ქიმიური შედგენილობა და განსაკუთრებული თვისებები — სელექტივობა, მაღალი კატალიზური აქტივობა, პროცესის განხორციელების შედარებით სიმარტივე, რაც წარმოებს დიდ ეკონომიკურ ეფექტს აძლევს.

ფუძე ხასიათის ნივთიერებათა ინდიკატორების ინფრაწითელი სპექტრების გამოკვლევამ აჩვენა, რომ ულტრასილ-ცეოლითებს ძლიერმყავური ადსორბციული ცენტრები აქვს. სპექტრში შეიხიშნება როგორც პროტონურ-დონორული, ისე ელექტრონულ-აქცეპტორული ბუნების ცენტრების შესაბამისი პიკები [1]. ულტრასილი ქრომატოგრაფიული მეთოდით ნაკლებადაა შესწავლილი ამ ხარვეზის შევსების მიზნით ჩვენ საკვლევ ობიექტად შევარჩიეთ ულ-

ტრასილი, რომლის მოდულია $\frac{SiO_2}{Al_2O_3} = 171$. აღნიშნული ნიმუში სინთეზირებულია გროუნოს საკვლევ-სამეცნიერო ინსტიტუტში. ნიმუში გავახურეთ $500^\circ C$ -ზე. გაცივების შემდეგ დაფწნეხეთ ლაბორატორიული წნეხით 150 კგ/სმ². აღმოჩნდა, რომ მიღებული ბრიკეტები სასურველ ზომამდე დისპერგირებას ვერ უძლებდა, ფხვნილად იქცეოდა.

ამის შემდეგ ცეოლითი შეეავსეთ ასკანთიხით. მოვამზადეთ ასკანთიხის 10% შემცველი ულტრასილი. მიღებული ნარევი გავახურეთ $500^\circ C$ -ზე და დავიყვანეთ მუდმივ წონაზე, რის შემდეგ დაფწნეხეთ ლაბორატორიული წნეხით და მივიღეთ ბრიკეტები, რომლებიც დისპერგირების შემდეგ გაცეკრით სტანდარტულ საცრებში. კვლევისათვის ავირჩიეთ 2 მმ დიამეტრის მქონე მარცვლები. აღწერილ პირობებში დამუშავებული ულტრასილი 4 გ რაოდენობით მოვითავსეთ ქრომატოგრაფიულ სვეტში.

ექსპერიმენტი ჩატარეთ JXM-7A ტიპის ქრომატოგრაფზე. დეტექტორად გამოვიყენეთ კატარომეტრი.

საადსორბციო სვეტი წარმოადგენს U-მაგვარ უქანავი ფოლადის მილს, რომლის სიგრძეა 1 მ, ხოლო დიამეტრი 0,4 სმ.

აირგადამტანად გამოვიყენეთ აზოტი. ცდის დაწყებამდე ქრომატოგრაფულ სვეტში მოითავსებული ულტრასილი ქრომატოგრაფშივე გავახურეთ $300^\circ C$ -ზე, რის შემდეგ სასურველ ტემპერატურაზე ქრომატოგრაფიული რეჟი-

მის დამყარების შემდეგ ვიწყებდით ცდას. ჩვეატარეთ მეთანის, ეთანის, პროპანის, ბუტანის და იზობუტანის ადსორბციის ქრომატოგრაფიული გამოკვლევა.

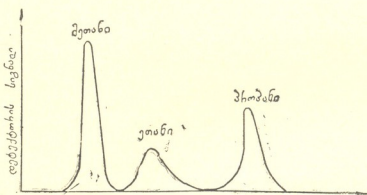
ცდებს ვატარებდით სხვადასხვა ტემპერატურაზე (70—210°C-ზე) გამშრალი და გასუფთავებული აირგადამტანის (N₂) ოპტიმალური მოცულობითი სიჩქარე (V) 50 მლ/წთ-ის ტოლი იყო.

აღმოჩნდა, რომ მეთანიდან ბუტანზე გადასვლით შეკავენის დრო იზრდება, ე. ი. ელუირება უფრო გვიანდება. ქრომატოგრაფიაზე მიღებული პიკების შესაბამისად ჩვენ გამოვთვალეთ დაყოფის კოეფიციენტები (K₁).

ბინარული ნარევის სრული დაყოფის დროს გამოიყენება დაყოფის კოეფიციენტი [2, 3], რომელიც გამოისახება ეუხოვიცის მიერ მოცემული გან-

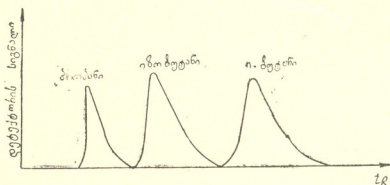
ტოლებით, $K_1 = \frac{\Delta x}{\eta_1 + \eta_2}$, სადაც ΔX წარმოადგენს ქრომატოგრაფიაზე ორი მეზობელი პიკის მაქსიმუმს შორის მანძილს, ხოლო η_1 და η_2 პირველი და მეორე პიკის სიგანეა შესაბამისი პიკის სიმაღლის ნახევარზე.

ჩვენს მიერ გამოთვლილი დაყოფის კოეფიციენტის მნიშვნელობა მოცემულია პირველ ცხრილში, საიდანაც ჩანს, რომ K₁-ის მნიშვნელობა ტემპერატურის გაზრდით მცირდება.



ნახ. 1. მეთანის, ეთანის და პროპანის ნარევის დაყოფის ქრომატოგრაფია ულტრასილზე, 130°C

ექსპერიმენტის შედეგად მიღებული ქრომატოგრაფია მიგვიჩვენებს, რომ პროპანისა და ნ. ბუტანის, აგრეთვე პროპანისა და იზობუტანის ნარევის დაყოფა 170°C-ზე სრულად მიმდინარეობს (ნახ. 2).



ნახ. 2. პროპანის, იზობუტანის და ნ-ბუტანის ნარევის დაყოფის ქრომატოგრაფია ულტრასილზე, 170°C

მეთანის, ეთანის და პროპანის ნარევის დაყოფის ოპტიმალური ტემპერატურაა 130°C, როდესაც ოპტიმალური მოცულობითი სიჩქარეა 50 მლ/წთ (ნახ. 1).



გამოთვლილია ხვედრითი შეკავების მოცულობა V_g [3], რომლის მნიშვნელობები მოცემულია მესამე ცხრილში, საიდანაც ჩანს, რომ (V_g) მეთანიდან მომდევნო ჰომოლოგზე გადასვლით იზრდება, რაც იმას ნიშნავს, რომ შესაბა-

ცხრილი 1

ულტრასილზე ნარევის დაყოფის კოეფიციენტი (K_1)

აღსორბთვის ნარევი	სვეტის $T^{\circ}C$	K_1
მეთანი-ეთანი	70	—
	90	—
	110	—
	130	2,2
	150	1,5
ეთანი-პროპანი	70	—
	90	—
	110	—
	130	2,1
	150	1,4
პროპანი-იზობუტანი	130	—
	150	—
	170	1,2
	190	1,0
	210	—
პროპანი-ბუტანი	110	—
	130	—
	150	—
	170	1,9
	190	1,3
	210	—

ცხრილი 2

ულტრასილზე ნაჭერი ნახშირწყალბადების (C_1-C_4) დაყოფის ასიმეტრიულობის კოეფიციენტი, K_a

აღსორბტივი	ასიმეტრიულობის კოეფიციენტი, K_a
მეთანი	1,00
ეთანი	0,87
პროპანი	0,80
იზობუტანი	0,76
ნ-ბუტანი	0,71

მისი აღსორბთვის გამოდევნისათვის აღსორბენტიდან მეტი რაოდენობა აირგადამტანია საჭირო. ეს ფაქტი აიხსნება იმით, რომ მეთანიდან ბუტანზე გადასვლით აღსორბენტსა და აღსორბთვის მოლეკულებს შორის ურთიერთქმედება იზრდება.

ცხრილი 3

ულტრასილზე ნაჭერი ნახშირწყალბადების (C_1-C_4) ხვედრითი შეკავების მოცულობები (V_g) და აღსორბთვის სიბოგები (Q) კვალ.

აღსორბტივი	$T^{\circ}C$	V_g	Q კვალ	აღსორბტივი	$T^{\circ}C$	V_g	Q კვალ
მეთანი	110	2,55	3,3	პროპანი	110	16,62	8,6
	130	2,04			130	13,90	
	150	1,96			150	9,74	
ეთანი	110	5,79	5,5		170	5,17	
	130	5,21			190	3,15	
	150	4,40			210	2,49	

ჰომოლოგიური რიგის ინდივიდუალური წევრები ერთმანეთისაგან განსხვავდება მხოლოდ $-CH_2$ ჯგუფით, ამდენად ჰომოლოგიურ რიგში აღსორბციული ძალების ზრდა შეიძლება აიხსნას მხოლოდ მოლეკულის ზომების

გაზრდით, ე. ი. $-CH_2$ ჯგუფების ნამატის ხარჯზე, ცეოლითის ფორების კედლების დისპერსიული ურთიერთქმედების გაზრდით.

მიღებული ქრომატოგრამის მიხედვით მეთანის, ეთანის, პროპანის, იზობუტანისა და ნ. ბუტანისათვის გამოთვლილია ასიმეტრიულობის კოეფიციენტი K_a , რაც წარმოადგენს პიკის სიმაღლის ნახევარზე მიღებული მარცხენა (ფრონტი) და მარჯვენა (ზურგის) მონაკვეთის ფარდობას (იხ. ცხრილი 2).

ულტრასილზე ნაჯერი ნახშირწყალბადებისათვის (C_1-C_4) გრაფიკული მეთოდით გამოთვლილია ადსორბციის სითბო Q [3], რომლის მნიშვნელობა მოცემულია მესამე ცხრილში, საიდანაც ჩანს, რომ ადსორბციის სითბო მეთანიდან ბუტანზე გადასვლით იზრდება.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 6.5.1983)

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

М. Н. КОБИДЗЕ, Н. С. ГАЧАВА, Л. Г. ДЖАЛАГОНИЯ

ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОЕ РАЗДЕЛЕНИЕ СМЕСЕЙ НАСЫЩЕННЫХ (C_1-C_4) УГЛЕВОДОРОДОВ НА УЛЬТРАСИЛЕ

Резюме

Газо-хроматографическим методом изучили разделительные свойства ультрасила в отношении смесей насыщенных (C_1-C_4) углеводородов: метана, этана, пропана, н-бутана и изобутана.

Установлено, что на ультрасиле разделяются смеси метана, этана и пропана при 130° , а смеси пропана-изобутана и пропана-н-бутана — при 170° .

Таким образом, цеолит ультрасил можно использовать в качестве разделителя насыщенных (C_1-C_4) углеводородов.

PHYSICAL CHEMISTRY

M. N. KOBIDZE, N. S. GACHAVA, L. G. JALAGONIA

CHROMATOGRAPHIC SEPARATION OF SATURATED HYDROCARBON (C_1-C_4) MIXTURES ON ULTRASIL

Summary

The authors' main purpose was to carry out a gas-chromatographic study of the separational properties of ultrasil in relation to saturated hydrocarbon mixtures (C_1-C_4): methane, ethane, propane, n-butane and isobutane.

Methane, ethane, and propane mixtures were found to be separated on ultrasil at 130° , while propane-isobutane and propane-n-butane mixtures are separated at 170° .

Thus, the zeolite ultrasil can be used as a separator of saturated hydrocarbons.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ш. И. Сидамонидзе, Г. В. Цицишвили, М. Н. Гвилава. Изв. АН ГССР, 7, № 1, 1981, 84—85.
2. А. А. Жуховицкий, Н. М. Туркельтауб. УХ, 30, вып. 7, 1961, 877.
3. Г. В. Цицишвили, Т. Г. Андроникашвили, Ш. Д. Сабелашвили, Н. А. Бежашвили. Сб. «Адсорбционные, хроматографические и каталитические свойства цеолитов». Тбилиси, 1972.



ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Г. С. БЕЗАРАШВИЛИ, З. Г. ДЗОЦЕНИДZE, Д. Н. ЛОРДКИПАНИДZE,
М. Д. МУСЕРИДZE

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВЕТВЛЕННО-ЦЕПНОГО ПРОЦЕССА
МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО

(Представлено академиком Л. Д. Меликадзе 29.4.1983)

Химические реакции по своему характеру являются статистическими. Это означает, что для моделирования химических процессов можно применять такие методы, которые допускают статистическое описание изучаемого явления. Одним из таких методов является метод Монте-Карло (метод статистических испытаний).

Метод Монте-Карло позволяет численно рассчитать самые различные задачи с помощью моделирования случайных величин [1]. Он по существу является математическим экспериментом. Важнейшим преимуществом этого метода является то, что он позволяет обойти серьезные математические трудности, которые могут возникать при использовании традиционных численных методов.

В данной работе сделана попытка моделировать цепной разветвленный процесс воспламенения гремучей смеси с малой добавкой пропана методом Монте-Карло (заметим, что алгоритм расчета этим методом неразветвленной цепи в газовой фазе был предложен в [2]). В основу моделирования был положен подход, предложенный в [3].

Рассмотрим «математический реактор», в котором находятся x_i «математических молекул» компонента i . x_i пропорционален химической концентрации i -го компонента в реальном реакторе (c_i):

$$x_i = \beta c_i, \quad (1)$$

где $\beta = \text{const}$.

Скорость расходования частиц i в «математическом реакторе» (ω_i) также пропорциональна скорости расходования этих частиц в химической системе (v_i):

$$\omega_i = -\frac{dx_i}{dt} = -\beta \frac{dc_i}{dt} = \beta v_i. \quad (2)$$

При достаточно малом $\Delta t \approx h$ имеем

$$\omega_i \approx -\frac{\Delta x_i}{h}. \quad (3)$$

Когда $|\Delta x_i| \approx h \omega_i \ll 1$, данное выражение характеризует вероятность превращения одной «математической молекулы» i -го компонента в течение промежутка времени h , т. е. вероятность осуществления одной химической стадии. Для каждой стадии j сложного химического процесса введем дискретную случайную величину δ_j , принимающую значения 0 или 1, математическое ожидание которой

$(M[\delta_j])$ определяется вероятностью осуществления данной стадии в промежутке времени h :

$$M[\delta_j] = h\omega_j = 1 \cdot h\omega_j + 0(1-h\omega_j). \quad (4)$$

Такая запись означает, что δ_j может принять значение 1 с вероятностью $h\omega_j$ либо 0 с вероятностью $(1-h\omega_j)$.

Чтобы установить, осуществится ли стадия j в «математическом реакторе» в течение промежутка времени h , необходимо разыграть случайную величину δ_j . Разыгрывание заключается в нахождении ее значения путем преобразования значений непрерывной случайной величины γ , равномерно распределенной в интервале $(0, 1)$. Если выполняется условие $\gamma < h\omega_j$, то $\delta_j = 1$ и стадия j осуществляется. Если же $\gamma > h\omega_j$, то $\delta_j = 0$ и данная стадия не осуществляется (см. [1, 3]).

Значение параметра h можно установить следующим образом: при каждой серии разыгрывания выберем такое значение h , чтобы обязательно осуществилась стадия, имеющая максимальную скорость. Для такой стадии, согласно этому определению, $\Delta x = -1$ и на основе уравнения (3) получим $h = 1/\omega_{\max}$.

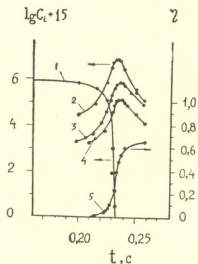


Рис. 1. Кинетические кривые воспламенения реакционной смеси, рассчитанные методом Монте-Карло:
 1 — C_3H_8 ; 2 — H_2 ; 3 — O_2 ; 4 — OH ;
 5 — γ

Теперь можно описать алгоритм моделирования химического процесса в «математическом реакторе» методом Монте-Карло:

1. Вычисляются «математические скорости» элементарных реакций ω_j .

2. Выбирается максимальная величина среди ω_j , и устанавливается промежуток времени h .

3. Разыгрывается значение случайной величины γ , и устанавливается, осуществляются ли химические стадии. Если окажется, что стадия j осуществляется, то количество исходных частиц для этой стадии уменьшим, а количество продуктов увеличим на единицу. В противном случае число частиц оставляется без изменений.

4. К величине текущего времени t добавляется h , и весь процесс повторяется (с пункта 1).

На основе этого алгоритма было осуществлено моделирование воспламенения реакционной смеси следующего состава: H_2 —66,34%, O_2 —33,16%, C_3H_8 —0,5%. Физические условия: давление 1333 Па, температура — 873 К. Воспламенение этой смеси приближенно можно



представить совокупностью шести стадий [4], в которых принимают участие шесть компонентов (т. е. $i=1,2...6$ и $j=1,2...6$). Эти элементарные стадии, а также соответствующие константы скорости (k_j) приведены в таблице.

Учитывая, что концентрации компонентов смеси меняются в довольно широком интервале, для параметра β принималось значение $\beta=10^{12}$ (см³/моль). Для генерирования псевдослучайных чисел применялся метод Лемера (см. [1]).

Реализация вышеописанного алгоритма была осуществлена на ЭВМ «БЭСМ-6». Коммерческое время машинного счета составило 15 мин.

Номер стадии j	Стадии	k_j , см·моль·с	Литература
0	$H_2 + O_2 = 2 OH$	$4,48 \cdot 10^9$	[5]
I	$OH + H_2 = H_2O + H$	$1,13 \cdot 10^{12}$	[6]
II	$H + O_2 = OH + O$	$1,14 \cdot 10^{10}$	[5]
III	$O + H_2 = OH + H$	$9,28 \cdot 10^{10}$	[6]
IV	$H \rightarrow$ гибель	850,0	[7]
V	$H + C_3H_8 \rightarrow$ гибель	$6,84 \cdot 10^{11}$	[7]

На рисунке представлены расчетные кинетические кривые для молекул пропана, атомов H и O, OH-радикалов, а также для глубины выгорания. Полученные данные показывают, что период задержки воспламенения смеси составляет 0,22 с, причем воспламенение наступает сразу после выгорания пропана. $[OH]_{max}: [O]_{max}: [H]_{max} = 1:6:60$. Максимальные концентрации атомов H и O составляют 6,7 и 1,3% от начальных концентраций H_2 и O_2 .

Резюмируя проведенную работу, отмечаем, что использование метода Монте-Карло позволяет сравнительно легко, без математических осложнений моделировать сложные химические реакции (в том числе процессы воспламенения) на ЭВМ. В этом проявляется преимущество данного метода по сравнению с традиционными численными методами интегрирования дифференциальных уравнений.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 6.5.1983)

ფიზიკური ქიმია

ბ. ბაზარაშვილი, ზ. ძოწანიძე, დ. ლორთქიფანიძე, ა. მუსხარიძე

ბანუბოგოზულ-ჯაზვური პროცესის მოდელირება მონტე-კარლოს მეთოდით

რეზიუმე

ნაშრომში მონტე-კარლოს მეთოდით შემუშავებულია რთული ქიმიური რეაქციების მოდელირების ალგორითმი. მეთოდის რეალიზაცია შესრულებულია მგრავინავი ნარევის ინჰიბირებული აალების მაგალითზე ელექტრონულ-გამომთვლელი მანქანის დახმარებით.

G. S. BEZARASHVILI, Z. G. DZOTSENIDZE, D. N. LORDKIPANIDZE,
M. D. MUSERIDZE

SIMULATION OF A BRANCHED-CHAIN REACTION BY THE
MONTE-CARLO METHOD

Summary

An algorithm has been developed for the simulation of complex chemical reactions by the Monte-Carlo method. The simulation of an inhibited inflammation of a "hydrogen+oxygen" mixture was carried out with an electronic computer.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. М. Соболев. Численные методы Монте-Карло. М., 1973.
2. В. В. Чавчанидзе и др. Труды Ин-та кибернетики АН ГССР, 1, 1963, 85.
3. А. А. Безденежных. Инженерные методы составления уравнений скоростей реакций и расчета кинетических констант. Л., 1973.
4. Н. Н. Семенов. О некоторых проблемах химической кинетики и реакционной способности. М., 1958.
5. В. Н. Кондратьев. Константы скорости газофазных реакций. М., 1971.
6. D. L. Baulch *et al.* Evaluated kinetic data for high temperature reactions. London, 1972.
7. Д. Н. Лордкипанидзе. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1982.

ЭЛЕКТРОХИМИЯ

Р. И. АГЛАДЗЕ (академик АН ГССР), М. Д. ДЖИНЧАРАДЗЕ

ВЛИЯНИЕ Cl^- ИОНОВ НА ПРОЦЕСС АНОДНОГО
РАСТВОРЕНИЯ ФЕРРОМАРГАНЦА В СЕРНОКИСЛОЙ СРЕДЕ

В связи с накоплением побочного продукта — фосфористого ферромарганца при производстве ферросплавов важное значение приобретает проблема его рационального использования для получения ценных продуктов.

Было установлено, что попутный металл — высокофосфористый высокожелезистый ферромарганец можно использовать в качестве исходного сырья для получения металлического марганца электролизом солянокислых растворов [1]. Однако использование анодов, изготовленных из богатого марганцем нестандартного сплава, приводит к пересыщению солянокислого электролита ионами Mn^{2+} , а в сернокислых растворах, наоборот, имеет место обеднение электролита из-за затруднения процесса электрохимического растворения сплава в этой среде [2].

Целью настоящей работы является исследование возможности увеличения электрохимической активности ферромарганца в сернокислой среде путем введения ионов Cl^- .

Химический состав сплава приводятся в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав сплава, %

Mn	Fe	Si	P	Ni
78,67	12,89	0,88	0,57	0,22

В качестве электролита были использованы раствор сернокислого аммония (150 г/л) и смесь растворов сернокислых аммония (150 г/л) и марганца (33 г/л) с добавками различных количеств ионов Cl^- . Методика проведения опытов описана в работе [3].

Результаты экспериментов даются на рис. 1—3 и в табл. 2.

На рис. 1 приводятся $i-t$ -кривые для изучаемого сплава в среде сернокислого аммония с различным содержанием ионов Cl^- . Видно, что скорость анодных процессов заметно меняется только в начале, в течение 10—15 мин, затем во всех растворах она приобретает практически постоянные значения, причем величина установившейся во времени скорости анодного растворения является самой низкой при отсутствии ионов Cl^- . С введением ионов Cl^- скорость анодных процессов увеличивается. Наиболее заметно влияние Cl^- ионов при их введении в электролит в количествах до 5 г/л. Дальнейшее увеличение концентрации этих ионов хотя и приводит к повышению интенсивности процесса анодного растворения сплава, но эта зависимость не так резко выражена (кривые 5 и 6).

На рис. 2 даются $i-t$ -кривые исследуемого сплава, снятые в растворах различных составов при потенциале $\varphi=1,2В$. В растворе сернокислого аммония скорость анодных процессов составляет 0,005 А/см². Введением ионов Cl^- в количестве 6,5 г/л скорость анодного растворения сплава значительно повышается. Однако при наличии в растворе сернокислого марганца ($Mn-33$ г/л) скорость анодного раство-

рения ниже (кривая 2), чем при его отсутствии (кривая 3). С максимальной скоростью, величина которой составляет $0,12 \text{ A/cm}^2$, сплав растворится в растворе солянокислого аммония (кривая 4).

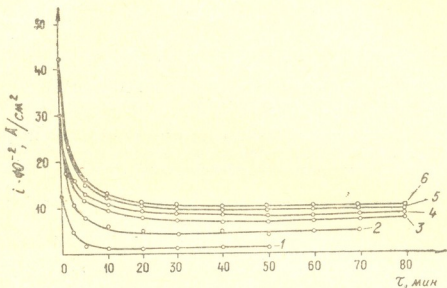


Рис. 1. i - τ -кривые при $\varphi=0,7 \text{ В}$ в растворе $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (150 г/л) в присутствии ионов Cl^- , г/л: 1—0; 2—1,5; 3—3,2; 4—5,0; 5—6,5; 6—15,0

Приведенные на рис. 3 φ - τ -кривые носят различный характер в зависимости от состава раствора. Так, в растворе сернокислого аммония (кривая 1) потенциал анода, равный $-0,42 \text{ В}$, в течение 25—

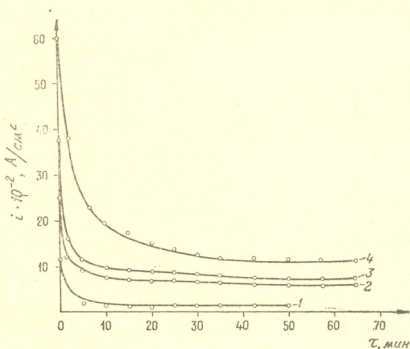


Рис. 2. i - τ -кривые при $\varphi=1,2 \text{ В}$ в растворах: 1— $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (150 г/л); 2— $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (150 г/л)— NH_4Cl (Cl^- —6,5 г/л)— MnSO_4 (Mn —33 г/л); 3— $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (150 г/л)— NH_4Cl (Cl^- —6,5 г/л). 4— NH_4Cl —150 г/л

35 мин постепенно меняется, а затем очень быстро приобретает положительное значение $1,65 \text{ В}$, после чего почти не меняется во времени. Из вышесказанного следует, что в растворе сернокислого аммония при отсутствии в нем ионов Cl^- в начале сплав растворяется активно, однако при этом его поверхность постепенно пассивируется, ве-

личина потенциала заметно повышается и при достижении его значения 1,65 В анод начинает работать как нерастворимый.

При введении ионов Cl^- в количествах 3,2 или 6,5 г/л (кривые 2 и 3) процесс анодного растворения сплава значительно облегчается. Легче всего он протекает в растворе солянокислого аммония, где в течение 2 часов потенциал анода повышается лишь на 0,3 В.

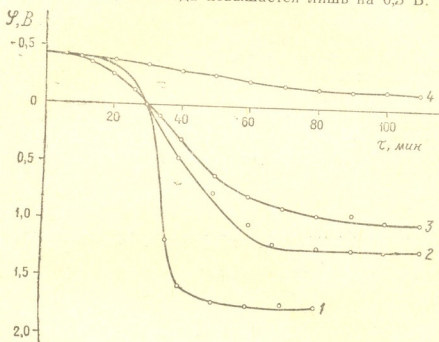


Рис. 3. φ - τ -кривые при $i = 0,03 \text{ А/см}^2$ в растворах: 1— $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (150 г/л); 2— $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (150 г/л)— NH_4Cl (Cl^- —3,2 г/л); 3— $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (150 г/л)— NH_4Cl (Cl^- —6,5 г/л); 4— NH_4Cl (150 г/л)

Таблица 2

Влияние ионов Cl^- на процесс анодного растворения ферромарганца.

Условия электролиза: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ —150 г/л, $\text{pH}_{\text{нач}}$ 2,5, $I = 2 \text{ А}$, $\Delta A = 3 \text{ А/дм}^2$, продолжительность—4 часа

Cl^- , г/л	V, В	Убыль веса анода, г	Объем отработанного эл-та, мл	Mn^{2+} в отработанном эл-те, г/л	Mn в пром. воде, г	Анодный выход по току, %	Примечание
0	4,4—4,5	4,0	615	4,5	0,08	34,6	pH понижается до 1,5
5	3,8—4,2	6,1	620	7,6	0,16	58,1	pH 2,5÷4,8 регулируется добавлением H_2SO_4
10	3,6—4,0	8,0	630	10,6	0,28	84,2	" — "
20	3,2—3,6	8,4	640	10,8	0,32	88,1	" — "

В табл. 2 приведены результаты опытов по изучению влияния ионов Cl^- на процесс анодного растворения сплава. Показано, что при отсутствии в электролите ионов Cl^- анодный выход по току невысок. При этом снижается pH анолита и меняется его окраска: вблизи анода раствор становится фиолетовым, что указывает на образование ионов марганца высших степеней окисления.

При введении в электролит небольших количеств ионов Cl^- (5 г/л) анод становится более активным, в результате чего напряжение

на ванне понижается и анодный выход по току растет. При повышении концентрации ионов Cl^- в растворе наблюдается дальнейший рост выхода по току.

Различный характер анодного поведения исследуемого сплава в чистых растворах сернокислого аммония и в растворах, содержащих ионы Cl^- , вероятно, объясняется влиянием специфической адсорбции ионов Cl^- на поверхности сплава, так как они обладают большей поверхностной активностью, чем ионы SO_4^{2-} или HSO_4^- . Ионы Cl^- уменьшают поляризацию электродных процессов [4, 5], и поэтому анодное растворение сплава в электролите, содержащем эти ионы, идет беспрепятственно.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт неорганической химии
 и электрохимии

(Поступило 12.5.1983)

ელემბროქიმია

რ. აგლადე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), მ. ჯინჩარაძე

Cl⁻-იონების გავლენა გოგირდმჟავა გარემოში ფერომაგნანუმის
 ანოდურ გახსნაზე

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ ხსნარში Cl⁻-იონების შეყვანა მნიშვნელოვნად ააქტიურებს საკვლევი ანოდის ზედაპირს, რის შედეგადაც მისი ელექტროქიმიური გახსნის სიჩქარე მკვეთრად იზრდება.

ELECTROCHEMISTRY

R. I. AGLADZE, M. D. JINCHARADZE

THE INFLUENCE OF Cl⁻-IONS ON THE PROCESS OF ANODIC
 DISSOLUTION OF FERROMANGANESE IN SULPHATE MEDIUM

Summary

The influence of Cl⁻-ions on the process of anodic dissolution of ferromanganese in a sulphate solution has been studied. The injection of Cl⁻-ions into the solution is shown to considerably activate the surface of the anode under study, resulting in a drastic increase of the rate of its electrochemical dissolution.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. И. Агладзе, С. Н. Басманова, М. Д. Джинчарадзе. Авт. свид. № 208278, 1967.
2. М. Д. Джинчарадзе, Р. И. Агладзе. Сб. «Электрохимия марганца», т. 5. Тбилиси, 1975.
3. М. Д. Джинчарадзе. Сб. «Электрохимия марганца», т. 8. Тбилиси, 1979.
4. Я. М. Колотыркин, Л. И. Фрейман. ДАН СССР, т. 162, № 2, 1965, 376.
5. R. Piontelli. Z. für Elektrochem. und Angewandte Physikalische Chemie, 55, 2, 1951, 128.

И. Д. ЧОГОШВИЛИ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОПРОБОВАНИЕ В ПРОЦЕССЕ РАЗВЕДКИ И ОСВОЕНИЯ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

(Представлено академиком Г. А. Твалчрелидзе 1.3.1983)

Технологические исследования, связанные со всесторонним изучением вещественного состава руд, приобретают все более важное значение при геологоразведочных работах, особенно на стадиях предварительной и детальной разведки.

В последние годы повышение качества геолого-технологической оценки месторождений тесно связано с новым направлением по использованию малообъемного технологического опробования и картирования. Эффективное использование многих видов минерального сырья, в том числе руд цветных, редких и черных металлов, невозможно без предварительной технологической переработки.

Технологическая изученность запасов руд, предназначенных для первоочередной отработки, должна иметь высокую степень достоверности. В настоящее время нет общепринятых количественных показателей оценки степени технологической изученности и ее достоверности. Неправильная технологическая оценка запасов руд является следствием несовершенства применяемой методики технологической оценки запасов руд при разведке.

Достоверная технологическая оценка запасов может быть осуществлена путем применения комбинированных методов изучения руд: геолого-петрографического, химико-минералогического и технологического. Технологическая оценка запасов является частью геологоразведочного процесса. Детальной технологической оценке запасов всегда должны предшествовать общая изученность и разведанность запасов.

Отбираемые технологические пробы должны быть представительными, т. е. отвечать по химическому и минералогическому составу, текстурно-структурной характеристике, физическим и другим свойствам, среднему составу руд данного типа, сорта и т. д.

Технологическим опробованием считается совокупность операций по отбору и обработке технических проб с целью их исследования и нахождения наиболее рационального способа переработки руд данного месторождения.

Технологическое опробование ставит перед собой цель получить исходные данные для разработки кондиций, подсчета запасов и проектирования горно-обогатительных комбинатов, обеспечивающих комплексное, высокоэффективное использование минерального сырья.

Основными задачами технологического опробования являются: выделение на месторождениях технологических типов и сортов руд, установление принципиальной возможности промышленного использования каждого технологического типа руды, определение технологических показателей переработки технологических типов и сортов руд и разработка оптимальной технологической схемы.

Минералого-технологические пробы отбираются для изучения и характеристики природных типов руд. Такое опробование является на-



чальной стадией технологического изучения руд месторождения и приобретает поисковый характер. На минералого-технологических пробах проводят изучение вещественного состава и поисковые опыты на обогащение.

Технологические пробы бывают следующих типов: минералого-технологические и малые технологические, лабораторные, укрупненно-лабораторные и полупромышленные.

В процессе исследования минералого-технологических проб изучают минеральный и химический состав руд, их физические свойства, устанавливают предварительные показатели обогатимости природных типов руд.

Малообъемное технологическое опробование и картирование (геолого-технологическое картирование) рудных месторождений при разведке включают комплекс исследований пространственной изменчивости вещественного состава, физико-механических и технологических свойств руд, осуществляемый при геолого-технологической оценке месторождений на значительном числе малых по массе технологических проб, в сочетании с существующей методикой геологического и технологического изучения руд. Разработка и внедрение этой методики были начаты ВИМСом и институтом МЕХАНОБР.

Малые технологические пробы используются в качестве самостоятельного вида проб для технологических исследований руд. Они предназначены в основном для получения информации об обогатимости, вещественном составе и физико-механических свойствах руд на основе прямого технологического опыта. Малообъемное технологическое опробование должно сокращать число технологических проб большой массы и служить основой, наряду с минералого-технологическими пробами, геолого-технологического картирования месторождений. Малые технологические пробы составляют из остатков от сокращения рядовых проб, отбираемых на химические анализы по принципу компоновки в групповые пробы. Масса доходит до 20—50 кг.

Геолого-технологическое картирование обеспечивает правильный отбор представительных проб для лабораторных и полупромышленных испытаний руд по технологическим типам и сортам, подсчет запасов по технологическим типам и сортам, достоверное прогнозирование ожидаемых показателей обогащения, сокращение количества испытаний крупнотоннажных проб, а также управление качеством руды, поступающей на фабрики.

Малообъемное технологическое опробование может осуществляться на всех стадиях геологоразведочного процесса, начиная от поисков до эксплуатационной разведки. Основное назначение его — получение уже на первых этапах изучения месторождений информации об обогатимости, вещественном составе и физико-механических свойствах руд для предварительного выделения природных технологических типов руд. Малообъемное технологическое опробование также может применяться для изучения зависимостей между отдельными параметрами вещественного состава и обогатимостью. Оно обычно предшествует проведению на месторождениях технологического картирования. В связи с этим одной из задач малообъемного технологического опробования является получение объективных данных для определения оптимальных объемов работ по технологическому картированию и методики технологического картирования.

Для обеспечения представительности проба должна компоноваться путем отбора материала из достаточного количества рудных интервалов, характеризующихся различными химическими и минеральными составами, различной текстурно-структурной характеристикой, которые в своей совокупности представительны по отношению к запасам опробуемого объекта.

При технологическом опробовании месторождений важным является вопрос выбора мест отбора и установления количества пунктов, из которых отбирается технологическая проба.

Применение малообъемного технологического опробования и картирования особенно целесообразно при разведке месторождений сложных комплексных руд с низким содержанием редких и рассеянных элементов. Малые пробы должны использоваться при опробовании месторождений черных, цветных и редких металлов на рассеянные элементы и при подсчете их запасов. Для определения содержания и характера распределения рассеянных элементов обязательно должны использоваться продукты обогащения малых проб. Число отбираемых и исследуемых проб должно быть достаточным для подсчета запасов рассеянных элементов. Совмещение технологического опробования и опробования на редкие и рассеянные элементы ускоряет проведение этих двух видов опробования и сокращает расходы на их выполнение.

Малообъемное технологическое опробование и картирование в первую очередь применимы для тонко- и мелковкрапленных руд железа, свинца, цинка, молибдена, меди, никеля, олова, некоторых редких и рассеянных элементов (висмут, перманнит и др.), для технологической оценки которых в большинстве случаев достаточны массы малых проб — до 30—50 кг.

Методика проведения малообъемного технологического опробования и картирования и объемы необходимых исследований в значительной степени зависят от того, на какой стадии изучения месторождений их начали проводить.

Наиболее целесообразно малообъемное технологическое опробование и картирование производить в едином цикле с обычной методикой технологического опробования, включающей детальную разработку оптимальных схем и режимов обогащения на ограниченном числе усредненных проб природных типов руд месторождения.

Использование малообъемного технологического опробования и картирования обеспечивает высокую представительность проб, отбираемых для исследований, и сокращает их время.

Всесоюзный институт
 экономики минерального
 сырья

(Поступило 15.4.1983)

გეოლოგია

ი. ზოლოვილი

ტიქნოლოგიური დასინჯვა მჟარი სასარგებლო ნამარხების
 დაწვერვისა და ათვისების პროცესში

რეზიუმე

გაშუქებულია სასარგებლო ნამარხების ტექნოლოგიური დასინჯვის საკითხები. ნაჩვენებია დასინჯვის არსებული მეთოდების პარალელურად მცირე ტექნოლოგიური დასინჯვისა და კარტირების მიზანშეწონილობა.

I. D. CHOGOSHVILI

TECHNOLOGICAL TESTING IN THE PROCESS OF EXPLORATION
AND EXPLOITATION OF HARD MINERALS

Summary

The problems of technological testing of hard minerals have been studied. The advisability of minor technological testing and mapping in parallel to the existing methods of testing is shown.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. А. Кац, С. Ф. Чернопятов, И. В. Шманенков. Технологическое опробование и картирование месторождений. М., 1980.
2. Классификация запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. М., 1981.
3. Технологическое опробование месторождений цветных металлов в процессе разведки (временное методическое руководство). М., 1982.

Л. В. БАШЕЛЕИШВИЛИ

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ПРЕДГОРНОГО ПРОГИБА АДЖАРО-ТРИАЛЕТСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ЗОНЫ (МЕЖДУ МЕРИДИАНАМИ сс. ПИРВЕЛИ-СВИРИ И ПАРЦХНАЛИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. П. Гамкрелидзе 6.6.1983)

В южной периферийной части Грузинской глыбы в полосе ее сочленения с Аджаро-Триалетской складчатой зоной ясно вырисовывается структура предгорного прогиба [1]. Между меридианами сс. Пирвели-Свири (на западе) и Парцхнали (на востоке) он охватывает полосу шириной 4—6 км, простирается субширотно и сложен отложениями верхнего мела, палеоцен-эоцена и олигоцен-миоцена (рис. 1). Предгорный прогиб имеет в целом синклинное строение, построен асимметрично, с пологим северным крылом и крутым южным, зачастую опрокинутым на север. Южная граница предгорного прогиба отбивается по Сурамско-Гокишурскому надвигу [2], являющемуся одновременно границей между Аджаро-Триалетской складчатой зоной и Грузинской глыбой. На отмеченном участке Сурамско-Гокишурский разрыв ориентирован косо по отношению к общему простиранию среднеэоценовой вулканогенной формации Аджаро-Триалетской складчатой зоны. Разрыв относительно прямолинеен. Сместитель падает к юго-западу под углом 45—75°, он залегает круче слоистости, сечет слои пород, слагающих оба крыла разлома, и по всем структурным признакам представляет собой нарушение взбросо-сдвигового характера [3] (I—I на рис. 1). Северной границей предгорного прогиба с Дзирульской подзоной воздымания служит Инашаури-Квалитский взброс [3] (II—II на рис. 1). Последний в восточном направлении смыкается с Парцхнальским сдвигом (III—III на рис. 1). По Инашаури-Квалитскому взбросу верхнемеловые и среднемиоценовые отложения контактируют с нижнесарматскими и среднемиоценовыми. Сместитель разрыва падает на юг под углом 50—60°.

Предгорный прогиб, по мнению ряда исследователей [1, 2, 4], имеет относительно простое строение: в нем отмечается наличие единственной Инашаури-Квалитской [4], или Вардзия-Свирской [1], синклинальной складки, простирающейся параллельно Сурамско-Гокишурскому разрыву и испытывающей ундуляцию шарнира, особенно в западной части [4].

Проведенные нами полевые исследования показали, что на отмеченном участке предгорного прогиба фиксируется не одна, а несколько складок широтного и близширотного простирания (см. рис. 1). Наиболее северная синклиналь (I—I), длиной около 12 км, простирается параллельно Сурамско-Гокишурскому разрыву, срезаясь с северо-запада и с юго-востока Инашаури-Квалитским взбросом. Эта складка асимметрична. В центральной и западной частях ее распространения южное крыло имеет более крутые падения (35—40°), чем северное (15—20°). Однако на востоке, вблизи от Инашаури-Квалитского взброса, более крутым становится северное крыло этой складки. Остальные, более южные складки, имея широтное простирание, не

соответствуют общему простиранию предгорного прогиба, расположенны кулисообразно и на юго-западе косо срезаются Сурамско-Гоки-

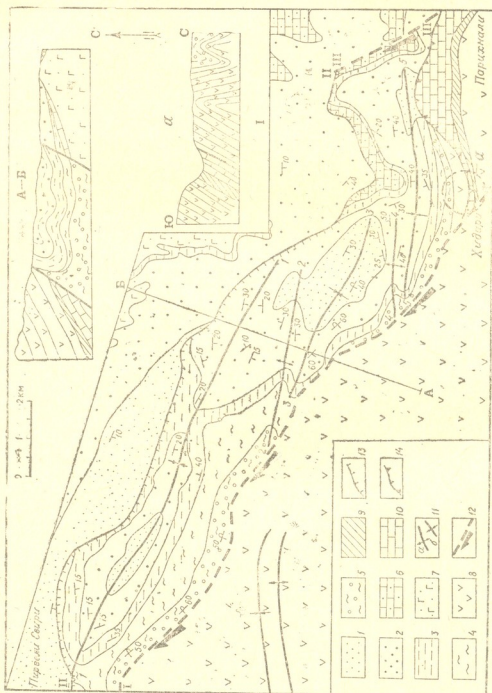


Рис. 1. Геологическая схема полосы сочленения Аджаро-Триалетской складчатой зоны и Дзэрульского выступа Грузинской глыбы между меридианами сел Пирвели-Свири и Паричнали: 1—7— Грузинская глыба: 1—нижний сармат (песчаники), 2—средний миоцен—караганский и конкский горизонты (песчаники, глины), 3—средний миоцен—тарханский и чокракский горизонты (песчаники, глины), 4—олигоцен-нижний миоцен—майкопская серия (глины, песчаники), 5—верхний эоцен (мергели), 6—нижний и верхний мел (известняки, мергели), 7—средняя юра—порфириновая серия байоса, 8—10—Аджаро-Триалетская складчатая зона: 8—средний эоцен (туфы и туфобрекчии), 9—палеоцен-нижний эоцен (мергели), 10—верхний мел (известняки), 11—оси складок (а—антиклинали, б—синклинали), 12—сдвиги и взбросо-сдвиги, 13—взбросы, 14—надвиги

шурским взбросо-сдвигом. Крылья складок в непосредственной близости этого разрыва более крутые, а по мере удаления становятся пологими и на востоке, вблизи от Инашаури-Квалитского взброса, затухают. Некоторые из них имеют резко асимметричное строение. В част-

ности, южное крыло синклинали (3—3), сложенной в ядре нижнесарматскими песчаниками, опрокинута на север, а северное крыло падает на юг под углом 30° . Наиболее южная синклиналь (5—5) простирается широтно, и в восточной ее части обнажаются нижнесарматские песчаники, на которые с юга надвинуты верхнемеловые известняки Аджаро-Триалетской зоны с отчетливо выраженными в них складками волочения. В ущелье р. Боримела, недалеко от с. Хидари, в среднеэоценовых породах предгорного прогиба (врезка *a* на рис. 1) наблюдается несколько мелких крутых складок, оси которых также остроугольно примыкают к Сурамско-Гокишурскому взбросо-сдвигу.

Возникновение вышеописанных складок предгорного прогиба Аджаро-Триалетской зоны, расположенных под углом около 45° к Сурамско-Гокишурскому разрыву, естественно связать с правосдвиговым перемещением крыльев вдоль этого нарушения. Такое их расположение, на наш взгляд, подчеркивает установленную ранее [3] кинематическую природу Сурамско-Гокишурского разрыва на данном отрезке.

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

(Поступило 9.6.1983)

გეოლოგია

ლ. ბაშელეიშვილი

აჯარა-თრიალეთის ნაოჭა ზონის მთისწინა როფის სტრუქტურის
 თავისებურებები (სს. პირველი სვირისა და ფარცხნალის
 მერიდიანებს შუა)

რეზიუმე

აჯარა-თრიალეთის ნაოჭა ზონის მთისწინა როფში სს. პირველ სვირისა და ფარცხნალს შუა მონაკვეთზე საველე დაკვირვებების საფუძველზე დადგინდა ერთმანეთის მიმართ კულისისებურად განლაგებული ნაოჭების არსებობა, რომლებიც დაახლოებით 45° -იან კუთხეს ქმნის სურამ-გოკიშურის რღვევასთან. აღნიშნული ნაოჭების წარმოშობა გენეტურად დაკავშირებული უნდა იყოს სურამ-გოკიშურის რღვევის გასწვრივ მარჯვენა ნაწევურ მოძრაობასთან.

GEOLOGY

L. V. BASHELEISHVILI

PECULIARITIES OF THE STRUCTURE OF THE PIEDMONT
 TROUGH OF THE ADJARA-TRIALETIAN FOLDED ZONE
 BETWEEN THE MERIDIANS OF PIRVELI SVIRI
 AND PARTSKHNALI VILLAGES

Summary

On the basis of field observations the presence of echelonlike folds, forming 45° angle at Surami-Gokishuri fault, is established in the piedmont trough of Adjara-Trialetian folded zone, in the area between Pirveli Sviri and Partskhnali villages. The formation of these faults must have been genetically related to a right thrust movement along the Surami Gokishuri fault.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Чиковани. Труды ВНИГНИ, вып. XV, 1959.
2. П. Д. Гамкредидзе. Геологическое строение Аджаро-Триалетской складчатой системы. Тбилиси, 1949.
3. Л. В. Башеленшвили, В. С. Буртман, И. П. Гамкредидзе. ДАН СССР, т. 266, № 1, 1982.
4. М. И. Зирикадзе. Изв. Геол. о-ва Грузии, т. VIII, вып. 1, 2, 1973.



Я. Р. КИПИАНИ

ДАРЬЯЛЬСКИЙ МАССИВ И КИСТИНСКАЯ СВИТА: ВЗАИМООТНОШЕНИЯ И ВОЗРАСТ

(Представлено академиком Г. А. Твалчрелидзе 1.9.1983)

По Военно-Грузинской дороге глубоким ущельем реки Терек прорезаются Дарьяльский и Гвелетский гранитоидные массивы. В зоне Главного хребта эти образования являются крайними восточными выступами кристаллического ядра Большого Кавказа. Дарьяльский массив в плане имеет форму эллипса, вытянутого вдоль общего субширотного простирания вмещающих осадочных отложений (рис. 1). Сложен он светло-серыми, сильнокатаклазированными биотитовыми кварцевыми диоритами, плагиогранитами и гранодиоритами, содержащими жилы аляскитов, аплитов и пегматитов. Полоса осадочных образований шириной 1,5 км отделяет Дарьяльский массив от Гвелетского, расположенного южнее. Последний сложен гранитоидами, гранито-гнейсами и отчасти кристаллическими сланцами, жилами аляскитов, диабазов и пегматитов. По форме он представляет собой тектонический клин, круто наклоненный к северу. Со всех сторон Дарьяльский и Гвелетский массивы окаймляются слабометаморфизированными осадочными отложениями кистинской свиты.

Несмотря на длительную историю изучения этого района и большое количество публикаций, освещающих различные аспекты его геологии, до настоящего времени нет единого мнения о возрасте массивов и кистинской свиты и о взаимоотношении этих геологических тел. Одни исследователи [1, 2 и др.] считают, что гранитоиды доальпийские и они трансгрессивно покрываются кистинской свитой нижнего лейаса, другие же доказывают, что гранитоиды интродуцируют кистинскую свиту и на этом основании либо удревяют эту свиту до триас-палеозоя [3, 4 и др.], либо омолаживают гранитоиды, датируя их как нижнемезозойские [4], третичные [5]. Обстоятельный обзор имеющихся по этим вопросам представлений можно найти в работе Г. А. Чихрадзе [6]. В процессе крупномасштабной государственной геологической съемки нами был собран новый фактический материал, позволяющий дать однозначный ответ на некоторые неясные вопросы геологического строения этого района.

1. В центральной, небольшой части дарьяльские гранитоиды имеют массивную, неориентированную полнокристаллическую структуру, а на периферии они становятся гнейсовидными; темноцветные минералы располагаются линейно. Систематические замеры элементов линейности и их картирование указывают на четко выраженную брахиантиклинальную форму массива.

В ущельях рр. Девдораки (Амали) и Кистинка (Хде) отложения кистинской свиты также образуют брахиантиклинальную складку с дарьяльскими гранитоидами в ядре, ограниченную с севера и юга крутыми разрывными нарушениями. На восточном погружении массива в ущелье р. Кистинка видно, как осадочные толщи кистинской свиты облекают Дарьяльский массив и образуют периклинальное замыкание складки. На западной периферии массива в правых истоках

р. Белая (Турье озеро) взаимоотношение более сложное. Здесь неосредственно над погружающимся гранитным телом в сланцевых толщах образуются пологие, местами изоклиналильные складки.

2. Между Дарьяльским и Гвелетским массивами кистинская свита и вышележащая циклаурская свита (плинсбах) образуют крупную синклиналиную складку, осложненную мелкой складчатостью и разрывами. Структурные построения выявляют синклиналиную (синформную) складку и в гранитоидах между Дарьяльским и Гвелетским массивами под кистинской свитой. Все это указывает на единство структурного плана фундамента и осадочного чехла и альпийский возраст наблюдаемых деформаций.

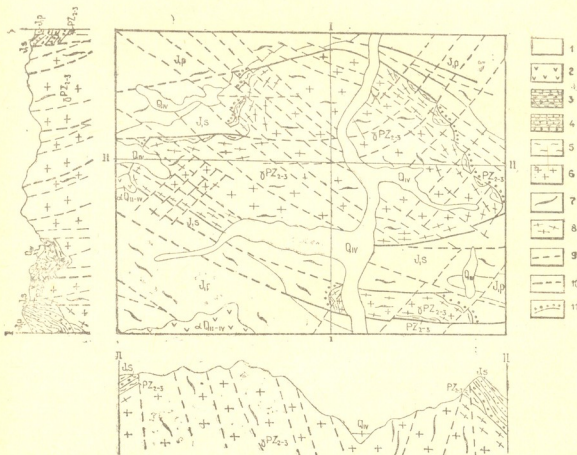


Рис. 1. Геологическая схема Дарьяльского ущелья: 1 — современные четвертичные отложения (аллювиально-пролювиальные, гляциально-пролювиальные и флювиогляциальные), 2 — среднечетвертичные современные эффузивные образования (андезиты, андезиты-дациты, липариты-дациты), 3 — плинсбахский ярус, Циклаурская свита (аспидные сланцы, окварцованные и кварцитоподобные песчаники), 4 — синюрский ярус. Кистинская свита (глинистые аспидные сланцы, кварцевые песчаники, кварциты и гравелиты), 5—6 — палеозой: 5 — метаморфические сланцы, 6 — плагиограниты, кварцевые диориты, гранодиориты, 7 — дайки и жилы диабазов, 8 — гнейсоватость в гранитоидах, 9 — разрывные нарушения, 10 — трансгрессивный контакт, 11 — тектонический контакт

3. В строении кистинской свиты принимают участие преимущественно кварцевые гравелиты, кварцевые и кварцплагиоклазовые песчаники и кварциты, кварцитоподобные сланцы, полосчатые сланцы и глинистые аспидные сланцы. Продукты вулканизма представлены спилитовыми эффузивами и субвулканическими буднированными телами уралитлабрадорных диабазов. В составе гравелитов на участке горы Гургала нами совместно с И. Д. Шавишвили была обнаружена галька милонитизированного плагиогранита, идентичного с таковым Дарьяльского массива. Проследивание базальной пачки кистинской



свиты показало, что последняя трангрессивно налегает на денудированную поверхность гранитоидов. Такая картина отчетливо наблюдается в верховьях первого правого притока р. Кистинка, в западной части массива, а также на левобережном склоне ущелья р. Терек в районе с. Гвелети.

4. В гравелитах низов кистинской свиты нами была найдена фауна двухстворчатых моллюсков, определенная М. В. Топчишвили как *Lima cf. hausmanni* Dup. Эта форма датирует вмещающие слои нижним средним лейасом, что хорошо согласуется и другими находками ископаемой фауны в кистинской свите соседних районов.

5. Немаловажным является и тот факт, что Дарьяльский и Гвелетский массивы отнюдь не сложены одними гранитоидами. В их составе определенную роль играют также метаморфические сланцы—фрагменты той древней осадочной толщи, в которой размещены гранитоиды. Подобные выступы фундамента, сложенные гранитоидами и метаморфическими породами, широко развиты в более западных районах Главного хребта, в частности в соседних с Терекком ущельях (в Северной Осетии), где они трангрессивно покрываются отложениями верхнего карбона и перми [7 и др.].

6. Определения абсолютного возраста гранитоидов Дарьяльского массива по калий-аргоновому методу дает очень большой разброс значений, что также является причиной разнобоя в вопросах его геологического возраста и взаимоотношения с окружающими породами. По данным Г. Д. Афанасьева [3] и М. М. Рубинштейна [8], возраст гранитоидов варьирует в пределах 220—190 млн. лет и породы считаются верхнепалеозойскими. По валовым пробам и мономинеральным фракциям Л. Л. Шаниным в лаборатории ИГЕМ были получены цифры 160—140 млн. лет, а по последним данным [6], аргоновый возраст дарьяльских гранитоидов — 122 ± 6 млн. лет, а гвелетских — 73 ± 3 млн. лет. По нашему мнению, все эти данные указывают не на возраст гранитоидов, а на процессы их альпийской переработки.

7. Северный и южный контакты Дарьяльского и Гвелетского массивов с кистинской свитой по Военно-Грузинской дороге тектонические. В зонах контакта породы интенсивно милонитизированы, вплоть до развития ультрамилонитов. Наложенные процессы ороговикования и гидротермального изменения пород фундамента и осадочного чехла, наряду с их сильной тектонической переработкой, в ряде случаев затушевывают картину их первичных взаимоотношений. Это, по-видимому, и является основной причиной разночтения взаимоотношений гранитоидов и осадочного чехла и их возраста.

Таким образом, новые данные убедительно свидетельствуют о палеозойском возрасте гранитоидов отмеченных массивов и раннеюрском — пород кистинской свиты.

Управление геологии СССР

(Поступило 2.9.1983)

გეოლოგია

ი. შიზიანი

დარიალის მასივი და კისტინკის წყება: შრტირტობა და ასაკი

რეზიუმე

სტატიაში მოყვანილი მსხვილმასშტაბიანი სახელმწიფო გეოლოგიური აგეგმვის დროს მიღებულია ახალი მონაცემები, რომლის საფუძველზე დასაბუთებულია კისტინკის წყების ტრანსგრესული განლაგება და დარიალის და გველეხის მასივების გრანიტოიდების პალეოზოური ასაკი.



свиты показало, что последняя трансгрессивно налегает на денудированную поверхность гранитоидов. Такая картина отчетливо наблюдается в верховьях первого правого притока р. Кистинка, в западной части массива, а также на левобережном склоне ущелья р. Терек в районе с. Гвелети.

4. В гравелитах низов кистинской свиты нами была найдена фауна двухстворчатых моллюсков, определенная М. В. Топчишвили как *Lima cf. hausmanni* Dup. Эта форма датирует вмещающие слои нижним средним лейасом, что хорошо согласуется и другими находками ископаемой фауны в кистинской свите соседних районов.

5. Немаловажным является и тот факт, что Дарьяльский и Гвелетский массивы отнюдь не сложены одними гранитоидами. В их составе определенную роль играют также метаморфические сланцы — фрагменты той древней осадочной толщи, в которой размещены гранитоиды. Подобные выступы фундамента, сложенные гранитоидами и метаморфическими породами, широко развиты в более западных районах Главного хребта, в частности в соседних с Терекком ущельях (в Северной Осетии), где они трансгрессивно покрываются отложениями верхнего карбона и перми [7 и др.].

6. Определения абсолютного возраста гранитоидов Дарьяльского массива по калий-аргоновому методу дает очень большой разброс значений, что также является причиной разнобоя в вопросах его геологического возраста и взаимоотношения с окружающими породами. По данным Г. Д. Афанасьева [3] и М. М. Рубинштейна [8], возраст гранитоидов варьирует в пределах 220—190 млн. лет и породы считаются верхнепалеозойскими. По валовым пробам и мономинеральным фракциям Л. Л. Шаниным в лаборатории ИГЕМ были получены цифры 160—140 млн. лет, а по последним данным [6], аргоновый возраст дарьяльских гранитоидов — 122 ± 6 млн. лет, а гвелетских — 73 ± 3 млн. лет. По нашему мнению, все эти данные указывают не на возраст гранитоидов, а на процессы их альпийской переработки.

7. Северный и южный контакты Дарьяльского и Гвелетского массивов с кистинской свитой по Военно-Грузинской дороге тектонические. В зонах контакта породы интенсивно милонитизированы, вплоть до развития ультрамилонитов. Наложенные процессы ороговикования и гидротермального изменения пород фундамента и осадочного чехла, наряду с их сильной тектонической переработкой, в ряде случаев затушевывают картину их первичных взаимоотношений. Это, по-видимому, и является основной причиной разночтения взаимоотношений гранитоидов и осадочного чехла и их возраста.

Таким образом, новые данные убедительно свидетельствуют о палеозойском возрасте гранитоидов отмеченных массивов и раннеюрском — пород кистинской свиты.

Управление геологии СССР

(Поступило 2.9.1983)

გეოლოგია

ი. შიფანი

დარიალის მასივი და კისტინკის წყება: ურთიერთობა და ასაკი

რეზიუმე

სტატიაში მოყვანილი მსხვილმასშტაბიანი სახელმწიფო გეოლოგიური აგეგმვის დროს მიღებული ახალი მონაცემები, რომლის საფუძველზე დასაბუთებულია კისტინკის წყების ტრანსგრესული განლაგება და დარიალის და გველეოსის მასივების გრანიტიდების პალეოზოური ასაკი.

J. R. KIPIANI

THE DARIAL MASSIF AND THE KISTINKA SUITE:
RELATIONSHIP AND AGE

Summary

The results of previous studies are critically analysed and new data obtained during large-scale state mapping of the Darial gorge are adduced, indicating a transgressive contact of the Kistinka suite with the Darial and Gveleti massifs and the Palaeozoic age of the latter.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. С. Белянкин. Изв. Геол. комитета, т. 54, № 3, 1924.
2. В. П. Ренгартен. XVII МК. Экскурсия по Кавказу. М., 1937.
3. Г. Д. Афанасьев. Труды ИГЕМ, вып. 20, 1958.
4. В. А. Мельников. Объяснительная записка к геологической карте СССР. Масштаб 1:500 000 (Северный Кавказ). М., 1962.
5. К. Н. Паффенгольц. Сб. «Проблемы минералогии и петрологии». М., 1972.
6. Г. А. Чихрадзе. Труды ГИН АН ГССР, нов. сер., вып. 72, 1981.
7. Ш. А. Адамия. Доюрские образования Кавказа. Тбилиси, 1968.
8. М. М. Рубинштейн. Аргонный метод в применении к некоторым вопросам региональной геологии. Тбилиси, 1967.

Г. И. НАСИДЗЕ, Р. А. АХВЛЕДИАНИ

РЕНТГЕНОГРАФИЯ ПИРОКСЕНОВ ИЗ ПАЛЕОГЕНОВЫХ ПОРОД ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ АДЖАРО-ТРИАЛЕТИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. М. Заридзе 7.6.1983)

Рентгеновские исследования пироксенов вообще и порошковой картины в частности представляют определенную трудность и до настоящего времени данных о них, кроме общей сводки И. В. Гинзбург [1], не существует.

Сложность расшифровки порошковых рентгенограмм заключается в основном в правильности выбора схемы пересчета химанализов как на кристаллохимические формулы, так и на минеральный состав, что, в свою очередь, оказывает влияние на конечный результат сопоставления химии и рентгенографии.

Нами были исследованы пироксены андезито-базальт-дацитовых пород субщелочной серии [2] центральной части Аджаро-Триалетской складчатой зоны, представленных следующими вулканогенными образованиями: палеоцен-нижнеэоценовыми силлами; пирокластами, лавами и секущими жилами среднего эоцена; верхнеэоценовыми пирокластами адигенской свиты.

Результаты пересчета химических анализов мономинеральных фракций пироксенов из вулканогенных пород Аджаро-Триалетии по схеме Г. И. Насидзе [3] позволили установить наличие трех разновидностей моноклинных пироксенов: собственно диопсидов, эндиопсидов и авгитов (рис. 1), а также присутствие в некоторых фракциях ромбического пироксена — энстатита.

Отмеченное подразделение пироксенов нашло свое отражение на рентгенограммах (рис. 1), что выразилось отчетливо в распределении интенсивностей главных характерных пиков в пределах малых углов отражений.

Так, для диопсидов характерно наличие сильного (максимального) отражения в $3,0 \text{ \AA}$, а отражения $2,96$ и $2,90 \text{ \AA}$ или полностью отсутствуют, в более чистых разновидностях, или имеют малую интенсивность.

Эндиопсиды и авгиты отличаются резким расчленением пика в области $3,0 \text{ \AA}$ на отражения $2\bar{2}\bar{1}$, 130 и $3\bar{1}\bar{1}$, причем если для авгитов их интенсивности примерно равные, то для эндиопсидов отражение $2,96 \text{ \AA}$ по интенсивности превалирует над пиком $2\bar{2}\bar{1}$.

Что касается ромбического пироксена (рис. 1), то необходимо отметить, что для некоторых мономинеральных фракций (например, обр. 131) рентгенограмма выявляет в основном картину, характерную для энстатита, хотя в той или иной степени отмечается присутствие и моноклинной фазы. Необходимо подчеркнуть, что для той же малоугло-



вой области отличительным признаком наличия ромбического пироксена является присутствие пика максимальной интенсивности в пределах $3,18 \text{ \AA}$, а также четко выраженных пиков $2,89$ и $1,62 \text{ \AA}$. Что же касается отражения $3,18 \text{ \AA}$, то оно настолько чутко реагирует на присутствие ромбической фазы в мономинеральном образце, что позволяет выявлять искомую составляющую в массе моноклинного пироксена. Например, на рис. 1 увеличение интенсивности пика $3,18 \text{ \AA}$ по отношению к отражениям $3,0 \text{ \AA}$ области свидетельствует о присутствии ромбической фазы в образцах эндиопсида (обр. 146) и авгита (обр. 321).

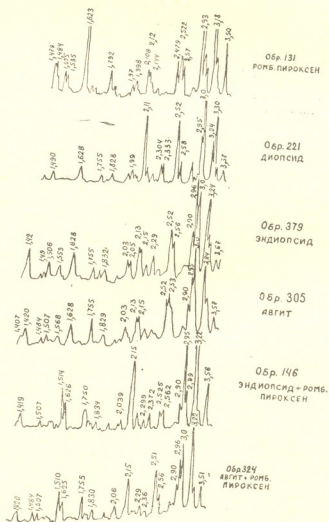


Рис. 1. Диффрактограммы пироксенов

Учитывая полученные результаты и сопоставляя их с минеральным составом изученных пироксенов, можно имеющиеся данные сгруппировать согласно представленной в таблице последовательности. Обращает на себя внимание то обстоятельство, что разности моноклинных пироксенов с примесью ромбических характеризуются повышенным содержанием энстатитового минерала, что еще раз косвенно доказывает правильность выбранной методики пересчета химических анализов на минералы, а возможность сопоставления их с рентгеновскими параметрами отчетливо выявляется на диаграмме (рис. 2). На ней нанесена зависимость параметра элементарной ячейки b (Å) от коли-

чества геденбергитовой молекулы, причем для диопсидов и эндиопсидов это отношение выражено кривой, расположенной ближе к ординате. Это явление вполне закономерно, ибо на многих аналогичных

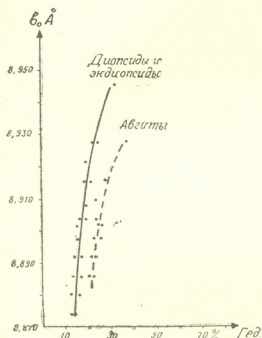


Рис. 2. Зависимость параметра b элементарной ячейки от содержания геденбергитового минала

диаграммах как моноклинных [4], так и ромбических [5] пироксенов, кривые зависимостей смещены для разностей, богатых Al_2O_3 , т. е. молекулой Чермака.

Среднестатистический состав пироксенов из вулканогенных пород центральной части Аджаро-Триалетии

Группы	Состав в миналах				
	Эгирин	Молекула Чермака	Геденбергит	Диопсид	Клиноэнстатит
I. Диопсид	3,27	10,87	14,82	63,03	7,92
II. Эндиопсид	4,93	10,38	17,23	53,02	14,44
III. Август	3,71	8,33	23,88	45,60	19,14
IV. Эндиопсид+ромбический пироксен	4,03	10,27	17,72	55,03	12,94
V. Диопсид+ромбический пироксен	3,42	10,68	17,04	59,35	9,51
VI. Август+ромбический пироксен	3,66	8,22	27,43	36,55	24,14

Таким образом, рентгенографическое исследование пироксенов из вулканогенных пород центральной части Аджаро-Триалетской складчатой зоны выявило: для андезитов и андезитов-дацитов известковой серии присутствие августов с примесью ромбического пироксена; для пород субщелочной серии, обогащенных магнием (базальтов и андезитов-базальтов), наличие эндиопсидов и эндиопсидов+ромбических пироксенов, а для андезитов и деленитов — диопсидов и диопсидов с примесью ромбической фазы. В вулканогенах щелочной серии верхнего эоцена присутствует август.

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

ბ. ნასიძე, რ. ახვლედიანი

აძარა-თრიალეთის ცენტრალური ნაწილის კალეოგენური ასაკის
 ქანების პიროქსენების რენტგენოგრაფია

რეზიუმე

პიროქსენების რენტგენოგრაფიული კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ ანდეზიტებისა და ანდეზიტ-დაციტებისათვის დამახასიათებელია ავგიტები რომბული პიროქსენის მინარევით, სუბტუტე ქანებისათვის (ბაზალტების და ანდეზიტ-ბაზალტებისათვის) — ენდობსიდები და ენდობსიდები რომბული პიროქსენით, ხოლო ანდეზიტებისა და დელენიტებისათვის — დიოპსიდები და დიოპსიდები რომბული პიროქსენის მინარევით.

MINERALOGY

G. I. NASIDZE, R. A. AKHVLEDIANI

X-RAY ANALYSES OF PALAEOGENIC PYROXENES OF THE
 ADJARA-TRIALETIAN CENTRAL PART

Summary

By means of X-ray analyses of hypoxenes it has been found that andesites and andesite-dacites are characterized by augites with ortho-pyroxene admixture, sub-alkaline rocks (basalts and andesite-basalts)—by enstatite diopsides and enstatite diopsides with ortho-pyroxene, and andesites and dellenites —by diopsides and diopsides with ortho-pyroxene admixture.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. В. Гинзбург. Сб. «Актуальные вопросы современной петрологии». М., 1974.
2. М. Г. Татишвили. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1974.
3. Г. И. Насидзе. Сообщения АН СССР, 92, № 2, 1978.
4. G. M. Brown. Amer. Mineralogist, 45, 1960.
5. H. H. Hess. Amer. J. Sci. 250, Part 1, 1952.

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Н. П. КАНДЕЛАКИ, А. С. КУБАНИЕИШВИЛИ,
 З. Р. МЕНАГАРИШВИЛИ

К РАСЧЕТУ БАШЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ МЕТОДОМ
 КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 29.1.1984)

Рассмотрим башенную конструкцию очерченной по поверхности однополостного гиперболоида. Эта поверхность получила распространение в градирнях, дымовых трубах, а также в башенных опорах ВЛ высокого напряжения.

При расчете таких конструкций методом конечных элементов наиболее ответственным этапом является составление матрицы жесткости конечных элементов, для составления которой требуются матрицы преобразования координат.

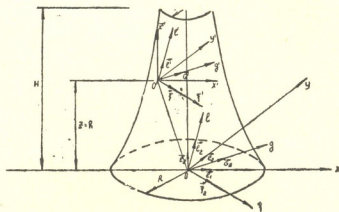


Рис. 1. Расчетная схема

Введем три системы координат (рис. 1). Местная система координат $(g'; \xi'; l')$. В этой системе наиболее просто и легко описываются как геометрические характеристики произвольного элемента (матрица жесткости), так и векторы напряженно-деформированного состояния (векторы усилий и перемещений концевых сечений). Направление осей должны быть подобраны таким образом, чтобы ось l' совпала с осью прямолинейной образующей поверхности; g' — с градиентом поверхности, т. е. она является нормалью к поверхности в начале координат, а ξ — касательной к поверхности. Эта система координат является подвижной.

Для расчета всей системы требуется выбрать неподвижную систему отсчета в так называемой общей системе координат $(x; y; z)$. Начало общей системы координат помещаем в центре нижнего основания таким образом, чтобы вертикальная ось z совпадала с осью циклической симметрии, а остальные оси $(x$ и $y)$ ориентированы произвольно.



Переход от местной системы координат $(g'; \xi'; l')$ к общей системе координат $(x; y; z)$ осуществляется при помощи подвижной вспомогательной системы координат $(x'; y'; z')$, начало которой совпадает с началом местной системы координат $(g'; \xi'; l')$. Оси этой системы $(o'x'; o'y'; o'z')$ соответственно параллельны осям системы $(x; y; z)$ — $(ox; oy; oz)$.

Координаты точки o' для заданной высоты $z=h$ определяются по формуле

$$\begin{aligned}x_h &= a \cos \varphi - d(h-H) \sin \varphi, \\y_h &= a \sin \varphi + d(h-H) \cos \varphi,\end{aligned}\quad (1)$$

где φ — центральный угол между концами образующих поверхности;

$$d = \frac{\sqrt{R^2 - a^2}}{H}.$$

В работе (1) была получена формула ортогонального репера поверхности однополостного гиперболоида, которая в системе $x; y; z$ для высоты $z=h$ с учетом (1) будет иметь вид

$$\begin{aligned}\vec{G}_2 &= \frac{1}{\sqrt{a^2 + d^2(h-H)^2(1+d^2)}} [x_h; y_h; -d^2(h-H)], \\ \vec{\xi}_2 &= \frac{[d^3(h-H) \cos \varphi + y_h; d^3(h-H) \sin \varphi - x_h; ad]}{\sqrt{1+d^2} \sqrt{a^2 + d^2(h-H)^2(1+d^2)}}, \\ \vec{l}_2 &= \frac{1}{\sqrt{1+d^2}} [-d \sin \varphi; d \cos \varphi; 1],\end{aligned}\quad (2)$$

где \vec{G}_2 — нормаль-вектор поверхности; $\vec{\xi}_2$ — касательный вектор и \vec{l}_2 — вектор, скользящий по образующей поверхности.

Определим матрицу перехода из нормального ортогонального репера системы (x, y, z) так называемого неподвижного репера:

$$\begin{aligned}\vec{e}_1 &(1; 0; 0), \\ \vec{e}_2 &(0; 1; 0), \\ \vec{e}_3 &(0; 0; 1),\end{aligned}\quad (3)$$

в систему $(\vec{G}_2, \vec{\xi}_2, \vec{l}_2)$. Она имеет следующий вид:

$$M = \begin{pmatrix} \cos(\vec{G}_2, \vec{e}_1); \cos(\vec{G}_2, \vec{e}_2); \cos(\vec{G}_2, \vec{e}_3) \\ \cos(\vec{\xi}_2, \vec{e}_1); \cos(\vec{\xi}_2, \vec{e}_2); \cos(\vec{\xi}_2, \vec{e}_3) \\ \cos(\vec{l}_2, \vec{e}_1); \cos(\vec{l}_2, \vec{e}_2); \cos(\vec{l}_2, \vec{e}_3) \end{pmatrix}.\quad (4)$$

С учетом (2) и (3), направляющие косинусы принимают вид

$$\begin{aligned}\cos(\vec{G}_2, \vec{e}_1) &= \frac{x_h}{\sqrt{a^2 + d^2(h-H)^2(1+d^2)}}, \\ \cos(\vec{G}_2, \vec{e}_2) &= \frac{y_h}{\sqrt{a^2 + d^2(h-H)^2(1+d^2)}}, \\ \cos(\vec{G}_2, \vec{e}_3) &= \frac{-d^3(h-H)}{\sqrt{a^2 + d^2(h-H)^2(1+d^2)}},\end{aligned}\quad (5)$$



$$\begin{aligned}\cos(\vec{\xi}_2, \vec{e}_1) &= \frac{d^3(h-H)\cos\varphi + y_h}{\sqrt{1+d^2}\sqrt{a^2+d^2}(h-H)^2(1+d^2)}, \\ \cos(\vec{\xi}_2, \vec{e}_2) &= \frac{d^3(h-H)\sin\varphi - x_h}{\sqrt{1+d^2}\sqrt{a^2+d^2}(h-H)^2(1+d^2)},\end{aligned}\quad (6)$$

$$\begin{aligned}\cos(\vec{\xi}_2, \vec{e}_3) &= \frac{ad}{\sqrt{1+d^2}\sqrt{a^2+d^2}(h-H)^2(1+d^2)}, \\ \cos(\vec{l}_2, \vec{e}_1) &= \frac{-d\sin\varphi}{\sqrt{1+d^2}}, \\ \cos(\vec{l}_2, \vec{e}_2) &= \frac{d\cos\varphi}{\sqrt{1+d^2}}, \\ \cos(\vec{l}_2, \vec{e}_3) &= \frac{1}{\sqrt{1+d^2}}.\end{aligned}\quad (7)$$

Координаты точки в системе $(\vec{G}_2, \vec{\xi}_2, \vec{l}_2)$ и (x, y, z) вычисляются с помощью матриц перехода (4):

$$\begin{aligned}g &= \cos(\vec{G}_2, \vec{e}_1)x + \cos(\vec{G}_2, \vec{e}_2)y + \cos(\vec{G}_2, \vec{e}_3)z, \\ \xi &= \cos(\vec{\xi}_2, \vec{e}_1)x + \cos(\vec{\xi}_2, \vec{e}_2)y + \cos(\vec{\xi}_2, \vec{e}_3)z, \\ l &= \cos(\vec{l}_2, \vec{e}_1)x + \cos(\vec{l}_2, \vec{e}_2)y + \cos(\vec{l}_2, \vec{e}_3)z\end{aligned}\quad (8)$$

или в векторной записи

$$(g, \xi, l)^T = M(x, y, z)^T. \quad (9)$$

Так как матрица (4) ортогональна, то

$$M^{-1} = M^T, \quad (10)$$

где M^{-1} — обратная матрица M , т. е. $MM^{-1} = I$ — I единичная матрица. Таким образом получаем

$$(x, y, z)^T = M^T(g, \xi, l)^T \quad (11)$$

или в развернутом виде

$$\begin{aligned}x &= \cos(\vec{G}_2, \vec{e}_1)g + \cos(\vec{\xi}_2, \vec{e}_1)\xi + \cos(\vec{l}_2, \vec{e}_1)l, \\ y &= \cos(\vec{G}_2, \vec{e}_2)g + \cos(\vec{\xi}_2, \vec{e}_2)\xi + \cos(\vec{l}_2, \vec{e}_2)l, \\ z &= \cos(\vec{G}_2, \vec{e}_3)g + \cos(\vec{\xi}_2, \vec{e}_3)\xi + \cos(\vec{l}_2, \vec{e}_3)l.\end{aligned}\quad (12)$$

Координаты точек при переходе от общей системы (x, y, z) к вспомогательной (x', y', z') определяются по формуле

$$\begin{aligned}x &= x' + x_h, \\ y &= y' + y_h, \\ z &= z' + h.\end{aligned}\quad (13)$$

Аналогично получим формулы перехода из системы (g', ξ', l') к системе (g, ξ, l)

$$\begin{aligned}(g, \xi, l)^T &= (g', \xi', l')^T + (x_h, y_h, h)^T, \\ (g', \xi', l')^T &= (g, \xi, l)^T - (x_h, y_h, h)^T.\end{aligned}\quad (14)$$

Если принять во внимание, что оси (ox, oy, oz) соответственно параллельны $(o'x', o'y', o'z')$ и оси $(og, o\xi, ol)$ —осям $(o'g', o'\xi', o'l')$, то матрица перехода M' из системы (x', y', z') в систему (g', ξ', l') имеет такой же вид как и (7). Таким образом, мы имеем

$$\begin{aligned}(g', \xi', l')^T &= M(x', y', z')^T, \\ (x', y', z')^T &= M^T(g', \xi, l')^T.\end{aligned}\quad (15)$$

Грузинский научно-исследовательский
 институт энергетики и
 гидротехнических сооружений

(Поступило 2.3.1984)

საშენიანო მეცნიერება

ბ. კანდელაკი, ა. ყუბანეიშვილი, ზ. მენაღარეშვილი

სასრულ ელემენტთა მეთოდით კოზმური კონსტრუქციების
 ბანაზარეზებისათვის

რეზიუმე

განხილულია ცალკალთა ჰიპერბოლოიდურზედაპირიანი კოშკურა კონსტრუქციის ანგარიშის თავისებურებანი სასრულ ელემენტთა მეთოდის გამოყენებით. მოცემულია ადგილობრივ კოორდინატთა სისტემიდან საერთო სისტემაზე გადასვლის მატრიცა.

STRUCTURAL MECHANICS

N. P. KANDELAKI, A. S. KUBANEISHVILI, Z. R. MENAGARISHVILI

TOWER STRUCTURE CALCULATION BY THE METHOD OF
 ULTIMATE ELEMENTS

Summary

The question of peculiarity of the calculation of tower structures outlined on the superficies of a one-stripped hyperboloid by the method of ultimate elements is discussed. The matrix of transition from local to general system of coordinates is given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. П. Канделаки, А. С. Кубанейшвили, Т. А. Чантладзе. В сб. «Исследования по вопросам энергетического строительства в горных условиях». М., 1981.



РАЗРАБОТКА И ОБОГАЩЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

С. К. ХОМЕРИКИ

К РАСЧЕТУ УСТОЙЧИВОСТИ БОРТОВ КАРЬЕРА

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. И. Зурабашвили 23.5.1983)

Общепринятые методы расчета устойчивости откосов основываются на сопоставлении удерживающих и сдвигающих гравитационных сил, действующих в пределах контура, ограниченного поверхностью откоса и плоскостью вероятного скольжения [1]. Влияние же всех прочих факторов учитывается путем повышения расчетного коэффициента запаса устойчивости на 20—30% [2].

Такой подход к расчету устойчивого угла откоса борта карьера, сложенного скальными горными породами, представляется недостаточно обоснованным, поскольку он не отражает степень влияния инерционных сил, возникающих в откосе при распространении сейсмозрывных волн. Очевидно, что интенсивность этих сил меняется во времени и пространстве, постоянно нарастая по мере приближения горных работ к предельному контуру карьера. Это в определенных условиях может наложить ограничения на величину приведенной массы одновременно взрываемых зарядов.

Значения коэффициента запасов устойчивости борта карьера, учитывающие совместное влияние статических и динамических нагрузок, могут быть рассчитаны по формуле

$$K_s = \frac{\sum (P \cos \alpha \operatorname{tg} \varphi + F_c' \cos \beta) + \sum (K_g + 1) CL}{\sum (P \sin \alpha + F_c'' \sin \beta)}, \quad (1)$$

где P — вес горных пород в расчетном блоке; F_c — инерционная сила; α — угол наклона откоса; φ — угол внутреннего трения; $\beta = 90 - \varphi$ — угол между вертикалью и направлением инерционных сил; $K_g = 2$ — коэффициент, учитывающий повышение сцепления горных пород в массиве, обусловленное кратковременностью действия взрыва; C — сцепление горных пород в массиве; L — длина линии скольжения; $F_c' = F_c \sin \beta$ — удерживающая составляющая инерционной силы; $F_c'' = F_c \cos \beta$ — сдвигающая составляющая инерционной силы.

Инерционная сила, возникающая в откосе при прохождении сейсмозрывной волны, определяется из выражения

$$F_c = P \frac{j}{g} = \frac{2 LH \gamma \pi f K \rho^v}{g}, \quad (2)$$

где H — высота расчетного блока; γ — средневзвешенный объемный вес горных пород в расчетном блоке; f — частота колебаний; K — коэффи-

циент, учитывающий грунтовые условия; ρ — приведенная масса заряда; $\rho = \frac{\sqrt{rQ}}{r}$; Q — масса взрываемого заряда; r — расстояние от места взрыва до точки наблюдения; ν — показатель степени затухания сейсмозврывной волны.

Таким образом, формула (1) дает возможность проследить за изменением коэффициента запаса устойчивости борта карьера по мере увеличения приведенной массы заряда. Это позволяет установить предельную величину последней, с дальнейшим увеличением которой борт карьера выводится из равновесного состояния.

С целью установления совместного влияния статистических и динамических нагрузок на устойчивость борта карьера Маднеульского ГОКа были построены четыре сейсмических профиля, пересекающие основные разновидности горных пород, слагающие предельный борт карьера. Скорость смещения горных пород при прохождении сейсмозврывной волны фиксировалась на различных расстояниях от места взрыва сейсмоприемниками типа СМ-2, СМ-3, ОСП-2М в паре с интегрирующими гальванометрами ГБ-IV. В качестве регистрирующей аппаратуры использовались осциллографы Н-041 и Н-700.

В результате обработки экспериментальных данных установлена корреляционная связь

$$V = f(K, \rho, \nu),$$

где V — скорость смещения.

В рассматриваемых условиях $V = 260 \rho^{1.5}$.

Полученные осцилограммы сейсмических колебаний дали возможность построить амплитудно-частотные кривые и определить энергонесущие частоты. При их анализе была выявлена тенденция смещения спектра в область высоких частот по мере увеличения скорости детонации взрывчатых веществ и плотности заражения. Такая же тенденция наблюдается и с возрастанием акустической жесткости горных пород. Установлено, что при промышленных взрывах энергонесущими являются частоты, находящиеся в интервале 3—7 герц. Полученные результаты позволили рассчитать коэффициент запаса устойчивости отдельных участков борта карьера Маднеульского ГОКа в зависимости от величин совместно действующих гравитационных и инерционных сил и установить связь между коэффициентом запаса устойчивости и приведенной массой заряда ВВ.

Эта связь для рассматриваемых условий имеет вид

$$K_s = 1,484 - 0,6892 \rho - 0,9097 \rho^2. \quad (3)$$

Из анализа зависимости (3) следует, что для сохранения значения устойчивого угла наклона борта карьера Маднеульского ГОКа, рассчитанного по статическим нагрузкам, приведенная масса одновременно взрываемых зарядов не должна превышать 0,3.

ს. ხომერიკი

პარამეტრების ბორტების მდგრადობის ანგარიშისათვის

რ ე ზ ი უ მ ე

კლდოვანი ქანების კარიერის ბორტების მდგრადობის კოეფიციენტის გაანგარიშებისას გათვალისწინებულია ფერდობზე გრავიტაციული და ინერციული ძალების ერთობლივი მოქმედება. დადგენილია, რომ ბორტის მდგრადობის თაღარიგის კოეფიციენტი არის ფეთქადი მასალის მუხტის დაყვანილი მასის ფუნქცია.

EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

S. K. KHOMERIKI

ON THE COMPUTATION OF THE STABILITY OF THE PIT EDGES

Summary

The joint action of the gravitational and inertial forces, taking place in the slopes at the industrial explosions, has been taken into account in computing the safety factor of the pit edge stability of the rocks.

On the basis of the experimental data analysis, the safety factor of a pit edge stability (K_g), has been determined to be the function of a reduced mass of the explosive charge (ρ), for the conditions of the integrated rock-concentrating works of Madneuli:

$$K_g = 1,484 - 0,6892\rho - 0,9097\rho^2.$$

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. П. Фисенко. Устойчивость бортов карьера и отвалов. М., 1965.
2. Руководство по определению оптимальных углов наклона бортов карьера и отвалов, ВНИМИ. Л., 1962.



МЕТАЛЛУРГИЯ

Ф. Н. ТАВАДЗЕ (академик АН ГССР), Б. Г. АМАГЛОБЕЛИ,
Г. В. ИНАНИШВИЛИ

К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ БУЛАТНОЙ СТАЛИ

Булатная сталь как материал для массового изготовления изделий потеряла прежнее практическое значение, но теоретический и историко-технический интерес к ней сохранился.

История производства булатной стали связана с восточными странами, в ареал которых входит Кавказ и, в частности, Грузия. Секрет булата, получение стали с необыкновенным комплексом свойств — высокой вязкостью, упругостью и твердостью материала — тщательно хранился многие столетия.

Производству булатной стали и расшифровке секрета его строения посвящены работы ряда ученых нашей страны [1—6]. Многолетние опыты П. П. Аносова, которые были основаны на изучении макроструктурного строения азиатских клинков, дали возможность получить общую характеристику о производстве булатной стали. Придавая большое значение раскрытию технологии изготовления булата, П. П. Аносов считал оружие из этого металла более твердым, острым и упругим, нежели обыкновенные откованные режущие изделия. В разделе общих понятий о булатах П. П. Аносов дает лишь макроструктурное различие в строении многослойных, искусственных — сварных и настоящих — литых, искусно откованных булатов.

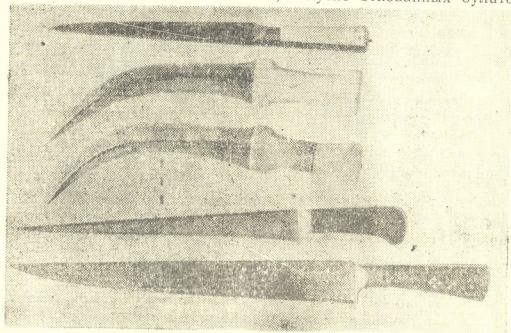


Рис. 1

Приоритет в приготовлении булатных клинков на Кавказе, видимо, принадлежит грузинским мастерам. Об этом свидетельствуют сохранившиеся письменные сведения, посвященные секрету булата. Исторический материал о распространении булатного оружия в нашей стране содержит сведения, упоминающие пути проникновения и развития производства булатной стали: «Проникновение булата в Россию с Востока шло, по-видимому, двумя путями — один путь через

Грузию, в которой булат был не только распространен, но были известны и способы его производства...» [7].

С целью восстановления технологии получения литого булата в Институте металлургии АН ГССР изучаются коллекции экспонатов из Государственного музея Грузии. Комплексным металлографическим, электронномикроструктурным методами исследованы образцы из булатной стали. Раскрытие технологии выплавки иковки булата весьма важно для ее дальнейшего применения в современной технике, при производстве высокопрочных композиционных материалов на железной основе.

В данной статье даются некоторые результаты исследования лишь ножей и кинжалов, изготовленных из булатов, датированных XVII—XVIII вв. (рис. 1). Макроструктура исследованных изделий (рис. 2) представляет собой характерный узор булатной стали, которая отличается своеобразным волнистым расположением структурных составляющих — феррита и коагулированного цементита. Грунт на изделиях темно-серый, узор крупный и средний, размеры которого колеблются в пределах 0,2÷1,3 мм. На режущей кромке изделий наблюдается коленчато-ониксовидный рисунок, полученный с помощью разнонаправленнойковки. У острья клинка узор выравнивается и имеет волокнистую макроструктуру, что свойственно для целенаправленной одностороннейковки. Химический состав исследуемых сталей приведен в таблице.

Изделие	Химический состав, %						
	C	Mn	Si	Cr	Ni	Co	S
Нож	1,20	0,003	0,15	0,02	0,05	0,001	0,012
Аджарский кинжал	1,35	0,011	0,10	0,02	0,03	0,002	0,010
"	1,30	0,003	0,11	0,04	0,08	0,002	0,009
Кинжал	1,44	0,004	0,23	0,01	0,15	0,001	0,007
Нож	1,47	0,004	0,19	0,05	0,07	0,001	0,009

Как видно из таблицы, во всех изделиях применена высокоуглеродистая сталь. Содержание примесей в пределах следов, сотых и десятых долей %. Это говорит о применении древними мастерами почти чистой матрицы — железа и его карбидов.

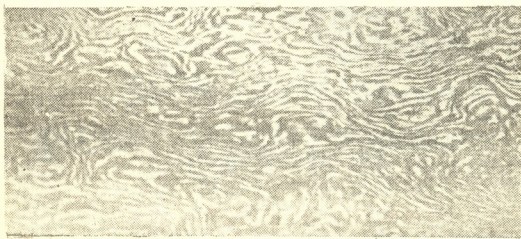
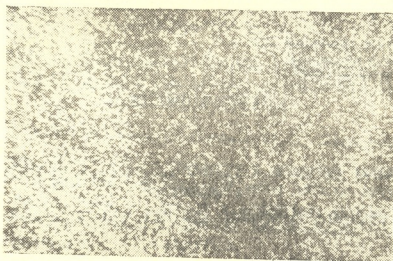


Рис. 2. $\times 3$

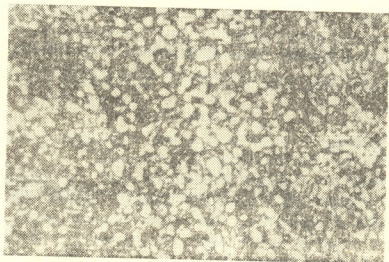
На микроструктуре исследованных образцов булатной стали видны обособленные коагулированные зерна цементита на фоне нагортованной матрицы.

Характерное волнистое распределение двух фаз в структуре и дает узор булата на поверхности режущего изделия. Структурные особенности исследуемых сталей свидетельствуют о высокой степени деформации матрицы (80—90%) с резко выраженной полосчатостью (рис. 3). Явно выраженная неоднородность распределения углерода сохраняется и после отжига при температуре 800—900°C.

Рис. 3. $\times 100$

Размеры свободных цементитных зерен, расположенных на разных участках деформации, колеблются в пределах 0,05—0,1 мм.

На рис. 4 видны карбидные составляющие разных размеров, усредненная твердость обеих фаз исследуемых сталей, по Викерсу, вблизи утолщенной части ножей составляет 180—250 кг/мм² и при закалке от 800°C повышается до 650—700 кг/мм².

Рис. 4. $\times 500$

Исследование древних булатных клинков доказало применение высокоуглеродистых сталей при изготовлении изделий из литого булата. Повышение содержания углерода в стали увеличивает твердость, хрупкость и износостойкость материала. Важной особенностью следует считать чистоту ее матрицы — феррита, которая, повышая уровень пластических свойств материала, при содержании большого количества цементита способствует высокой степени деформации металла. При этом сама матрица получает значительную нагартовку, приобре-



тает большую упругость и твердость. Достигается совокупность пластических, упругих и прочностных свойств, а неоднородным, волнистым распределением цементита в объеме металла и определяется изменение свойств по сечению изделия.

Учитывая, что при закалке булатной стали образуется мартенсит, охрупчивающий материал изделий, исключена закалка булата. Изделия после процессаковки охлаждались при температурах ниже 700—600°C.

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

(Поступило 29.6.1983)

მეტალურგია

ფ. თავაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ბ. ამალოზაშვილი,
ბ. ინანიშვილი

ბულატის ფოლადის კვლევის საკითხისათვის

რეზიუმე

შესწავლილია XVII—XVIII სს. დათარიღებული ბულატის იარაღის დამზადების ტექნოლოგიის ზოგიერთი საკითხი.

სხმული ბულატის ზედაპირზე არსებული მაკროსკოპული სახე შეესაბამება კოაგულირებული მეორადი კარბიდების არათანაბარ, ზოლოვან განლაგებას ნაჭედ ფერიტის ფონზე. ნახშირბადის არაერთგვაროვანი განაწილება ფოლადს ანიჭებს კომპოზიციური მასალის თვისებებს.

გამორიცხულია ბულატის ფოლადის წრთობა, ნამზადი ცივდებოდა მყისვე ქედვის დამთავრებისას (700—600°C).

METALLURGY

F. N. TAVADZE, B. G. AMAGLOBELI, G. V. INANISHVILI

TOWARDS THE STUDY OF DAMASCUS STEEL

Summary

Some problems of the manufacturing technology of Damascus steel pieces dated to the 17th-18th centuries are studied.

The macroscopic structure of Damascus steel corresponds to the peculiar streaky arrangement of secondary carbides against the forged ferrite background. The inhomogeneous distribution of carbon imparts the properties of a composite material to the steel. Martempering of Damascus steel is excluded, and it cools after the forging process ends (700—600°C).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. П. Аносов. Собр. соч. М., 1954.
2. Д. К. Чернов и наука о металлах. Сб. под ред. Н. Т. Гуднова. М., 1950.
3. А. П. Виноградов. Изв. Днепропетровского горного ин-та, т. 15, 1928.
4. Н. С. Гаев. Металловедение и обработка металлов, № 9, 1956.
5. Ф. Н. Тавадзе, Г. В. Инанишвили, Т. В. Этерашвили, Б. Г. Амаглобели. Сообщения АН ГССР, 108, № 1, 1982.
6. К. К. Чолакашвили. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1961.
7. И. Н. Богачев. Секрет булата. М., 1957.

Т. А. КВИЦИАНИ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КООРДИНАТ ТОЧКИ УСТАНОВКИ ОСТРИЯ
 ОТСЕКATEЛЯ В ВОДОДЕЛИТЕЛЕ С ВЕРТИКАЛЬНЫМ
 ДЕЛЕНИЕМ ПОТОКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 28.6.1983)

Повышение эффективности орошения в основном зависит от равномерного распределения оросительной воды между потребителями. Постоянный расход воды, отводимой в ороситель, независимо от его изменения в распределительном канале обеспечивают водораспределительные сооружения.

Работа такого распределителя с вертикальным делением потока с помощью отсекаателя была изучена как в лабораторных, так и в натурных условиях.

Метод расчета и определения координат точки установки острия отсекаателя был разработан с использованием многофакторного ограниченного плана [1, 2] и π -теоремы. Кроме того, экспериментально были изучены ряд геометрических и гидравлических показателей ниспадающего потока (рассматривается плоская задача), в частности глубина и закон распределения скоростей водного потока в створе уступа водовода, траектория верхней, нижней [1], а также промежуточных струек ниспадающего потока; закон распределения расходов и в зависимости от их изменения и уклонов распределительного канала прямоугольного поперечного сечения и др.

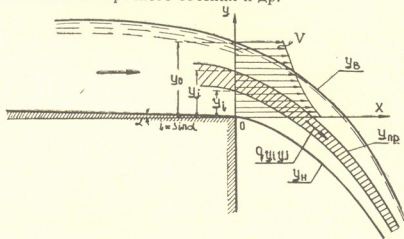


Рис. 1. Расчетная схема для определения расхода воды прослойки потока

Глубина водного потока в створе уступа в соответствии с (рис. 1)

$$y_0 = \frac{q^{0,84}}{2,18 + 36,08 i} \quad (1)$$



где q — удельный расход воды в распределительном канале; i — уклон дна канала.

Закон распределения усредненных скоростей в створе уступа водовода

$$V = (25,92 + 417,59 i) \left[1 - 0,11 \left(\frac{y}{y_0} \right)^{1,74} \right] \cdot q^{0,325}, \quad (2)$$

где y — ордината рассматриваемой точки по вертикали.

Уравнения траекторий верхней и нижней струек

$$Y_B = \frac{q^{0,64}}{2,18 + 36,08 i} - \frac{X^{1,52}}{(1,08 + 18,84 i) q^{0,354}}, \quad (3)$$

$$Y_H = - \frac{X^{1,52}}{(1,08 + 18,84 i) q^{0,354}}, \quad (4)$$

где Y_B и Y_H — ординаты, а x — абсцисса произвольной точки верхней и нижней струек потока.

С учетом (2) расход воды в любой прослойке потока (см. рис. 1)

$$q_{iH, iB} = (25,92 + 417,59 i) q^{0,325} \int_{y_{iH}}^{y_{iB}} \left[1 - 0,11 \left(\frac{y}{y_0} \right)^{1,74} \right] dy, \quad (5)$$

где i_H и i_B — соответственно ординаты нижней и верхней точек прослойки потока в створе уступа водовода.

В частном случае, когда $Y_{iH} = 0$ из (5), получаем

$$q_{0iB} = (25,92 + 419,59 i) q^{0,325} \left(Y_{iB} - 0,04 \frac{y_{iB}^{2,74}}{y_0^{1,74}} \right). \quad (6)$$

Уравнение траектории промежуточной струйки выведено из условий закона неразрывности и отсутствия перемешивания отдельных струек между собой. Соблюдение этого условия подтверждено голограммой, полученной в лабораторных исследованиях свободно ниспадающей струи [2],

$$Y_{np} = Y_{iB} - \frac{x^{1,52}}{(1,08 + 18,84 i) q^{0,354}}, \quad (7)$$

где Y_{np} — ординаты произвольной точки промежуточной струйки ниспадающего потока.

При постоянстве расхода нижней прослойки водного потока $q_{0iB} = q_{amb} = \text{const}$ с изменением расхода воды q и уклона дна водовода i изменяется Y_{iB} . Обозначив Y_{iB} через Y_{0y} , из уравнения (6) получим

$$Y_{0y}^{2,74} - 24,91 Y_0^{1,74} Y_{0y} + \frac{24,91 Y_0^{1,74} q_{amb}}{(25,92 + 417,59 i) q^{0,325}} = 0. \quad (8)$$

Для решения (8) относительно Y_{0y} была составлена программа для ЭВМ.

Подстановка в (7) значений Y_{0y} по (8) для различных q и i дает уравнение для различных прослоек потока (от дна) в створе уступа

$$Y_{np} = Y_{0y} - \frac{x^{1.52}}{(1,08 + 18,84 i) q^{0.354}}, \quad (10)$$

которые ниже створа уступа пересекаются в одной точке с координатами x_c и y_c (рис. 2). Достоверность этого явления доказана многочисленными лабораторными опытами на каналах прямоугольного поперечного сечения¹.

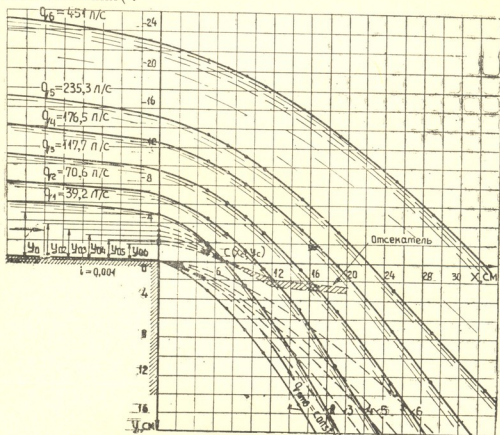


Рис. 2. Схема к расчету деления потока по вертикали

Совместное решение уравнений (3) и (10) при условии $y = y_{np} = y_c$ и $x = x_c$ позволяет определить абсциссу точки

$$x_c = \left[\frac{(y_0 - y_{0y}) (1,08 + 18,84 i) (q q_{amb}^2)^{0.354}}{q^{0.354} - q_{omb}^{0.354}} \right]^{0.658} \quad (11)$$

и для данного постоянного расхода при любых q и i по (3) или по (10) найти y_c :

$$y_c = y_{0y} - \frac{x_c^{1.52}}{(1,08 + 18,84 i) q^{0.354}} \quad (12)$$

Если в точку с координатами x_c и y_c поместить острое отсекателя, направленного касательно к траектории стройки, проходящей в данной точке, ниспадающий водный поток разделится на две части. Нижняя часть будет иметь постоянный расход независимо от изменения расхода воды q и уклона дна i распределительного канала.

¹ Точка с координатами x_c и y_c существует и в каналах трапецидального и параболического поперечного сечения.

Водораспределитель с отсекателем, рассчитанный по предложенной методике, вертикально делит водный поток. При этом автоматически сохраняется постоянство отводимого расхода в течение всего периода полива, что обуславливает планомерное орошение и использование воды без потерь.

Грузинский политехнический институт
 им. В. И. Ленина

(Поступило 30.6.1983)

ჰიდროტექნიკა

ბ. კვიციანი

ნაკადის ვერტიკალურად ფშალგამყოფის მომკვეთის ქიშის
 წიბილის კოორდინატთა განსაზღვრა

რეზიუმე

მართკუთხა განივი კვეთის წყალგამანაწილებელი არხის ბოლოში წყლის სიღრმის, სიჩქარის და ხარჯის განაწილების, ნაკადის ზედა, ქვედა და შუალედური ქავლების ტრაექტორიების საანგარიშო ფორმულების გამოყენებითან ერთად დადგენილია იმ წერტილის კოორდინატთა განსაზღვრის მეთოდიკა, რომელშიც უნდა დაყენდეს მომკვეთის ბასრი ქიმი, რომ სარწყავ არხში მივიღოთ გარანტირებული საჭირო მუდმივი წყლის ხარჯი გამანაწილებელ არხში წყლის ხარჯისა და ქანობის ცვლილების მიუხედავად.

HYDRAULIC ENGINEERING

T. A. KVITSIANI

DETERMINATION OF THE POINT OF COORDINATES OF THE
 EDGE OF THE SHUTOFF DEVICE IN A WATER DIVIDER
 WITH VERTICAL DIVISION OF THE FLOW

Summary

The author has studied a number of geometrical and hydraulic indices of a down-current, in particular, the depth, the law of distribution of discharges and velocities of the water flow at the site of the water conduit, the trajectories of the upper, lower, and intermediate jets of distributing duct of rectangular cross-section.

The coordinates of the point of the shutoff device edge have also been established, under which the deflected water discharge is kept constant independently of the change of the discharges of the distributing duct and its gradients.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Б. Пуруа, Т. А. Квициани. Сообщения АН ГССР, 102, № 1, 1981.
2. Г. Б. Пуруа. Сообщения АН ГССР. 97, № 3, 1980.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

З. Е. КРУАШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР), К. Г. КАХЕЛАДЗЕ,
Н. П. БУЛИЯ, Т. Б. ДЗАГАНИЯ

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКСТРЕМУМА ФУНКЦИИ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

При создании автоматических систем качественного и количественного анализа веществ и материалов, при создании АСУТП и АСУП в различных отраслях часто требуется определение максимального или минимального значения выходного электрического сигнала — экстремума функции сигнала, с большей степенью достоверности и надежности.

Все известные способы и методы определения экстремума функции электрического сигнала [1] обладают низкой точностью и поэтому их непосредственное использование ограничено, а часто и полностью исключено.

В настоящей работе рассмотрена автоматизированная система определения экстремума функции (СОЭФ), структурная схема которой приведена на рис. 1; она содержит преобразователь аналог-код (ПА-К) 1, блоки совпадения 2, 3, 4, 5, 6, 7, регистры 8, 9 блоки 10, 11, 12, 13 запрета, дешифраторы 14, 15, блоки логического воздействия на младшие разряды 16, 17 и устройство отображения информации 18.

Работа СОЭФ осуществляется в следующей последовательности: входная измеряемая величина u_0 преобразуется ПА-41 и поступает в виде двоичного или двоично-десятичного параллельного кода на входы блоков совпадения 2, 3, 4, 5, 6, 7; последние обеспечивают перемещение сигналов высокого уровня (сигналы логической единицы) вдоль входов $a_1, a_2, \dots, a_i; a'_1, a'_2, \dots, a'_i$ регистров 8, 9.

Выходные сигналы с регистров 8, 9 через блоки запрета 10, 11, ...12, 13, ... поступают на дешифраторы 14, 15, а затем отображаются устройством 18.

По мере увеличения или уменьшения численного значения выходного сигнала, в зависимости от режима работы каждый последующий возбужденный выход $b_1, b_2, \dots, b_i, b'_1, b'_2, \dots, b'_i$ регистров 8, 9, воздействует через дешифратор 14, 15 на блоки запрета 10, 11, 12, 13, которыми запираются все предыдущие выходы; например, при наличии сигнала высокого уровня на выходе b_1 запираются выходы b_2, b_3, \dots, b_i ; от сигнала на выходе b_i запираются выходы b'_1, b'_2, \dots, b'_i и т. д.

При отсутствии логической связи между разрядами (между выходами дешифраторов) каждый из последних будет фиксировать максимальное или минимальное значение выходного сигнала в зависимости от схемы включения блоков совпадения и запрета:

ავტომატური მართვა და გამომავლითი ტექნიკა

ზ. ყრუაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ძ. ძაბელაძე,
 ნ. ბულია, თ. ძაგანია

ფუნქციის ელექტრული სიდიდეების ექსტრემუმის განსაზღვრის
 მისახეობა

რეზიუმე

შრომაში განხილულია ფუნქციის ექსტრემუმის განსაზღვრის საკითხი.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

Z. E. KRUSHVILI, K. G. KAKHELADZE, N. P. BULIA, T. B. DZAGANIA
 ON THE DETERMINATION OF THE FUNCTION EXTREMUM OF
 ELECTRICAL VALUES

Summary

An automatic system for the determination of function extremum is considered (ASDFE).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Д. Циделко, Б. Р. Иванов. Измерение, контроль, автоматизация. 1971, № 1, вып. 1 (9).

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

Н. Э. ЦИСКАРИШВИЛИ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ ПОСЛЕ
 НЕУДАЧНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. К. Чичинадзе 13.4.1983)

Рассматривается задача обнаружения движущейся частицы. Движение частицы описывается четырехмерным случайным процессом $(X(t), Y(t), V(t), \Phi(t))$ с возможными значениями (x, y, v, φ) из четырехмерного фазового пространства $Z = X \times Y \times V \times \Phi$. В Z в начальный момент времени t_0 задана функция плотности распределения вероятностей начальных значений фазовых координат частицы

$$g_0(x_0, y_0, v_0, \varphi_0) = h_0(x_0, y_0) \cdot h_1(v_0) \cdot h_2(\varphi_0), \quad (1)$$

где $h_0(x_0, y_0)$, $h_1(v_0)$, $h_2(\varphi_0)$ — соответственно плотности распределения вероятностей величин $X(0)$, $Y(0)$, $V(0)$, $\Phi(0)$.

Требуется обнаружить частицу в течение заданного времени T с помощью дискретного средства наблюдения [1]. Прибор обнаружения включается периодически, при каждом включении наблюдает площадь определенной величины S и с некоторой вероятностью устанавливает факт нахождения или отсутствия частицы. P_n — вероятность контакта прибора с частицей, когда частица находится в S [2].

Для выбора места наблюдения при каждом включении прибора нужно определить вероятность обнаружения частицы в произвольной площади S в определенный момент t . Эта вероятность вычисляется по формуле (2)

$$P((x, y) \in S) = \iint_S g(x, y, t) dx dy, \quad (2)$$

где

$$g(x, y, t) = \iiint_{V \times \Phi} g(x, y, v, \varphi, t) dv d\varphi, \quad (3)$$

а

$$g(x, y, v, \varphi; t) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{v_2}^{v_1} \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} f_t(x, y, v, \varphi; x_0, y_0, v_0, \varphi_0, t_0) g_0(x_0, y_0, v_0, \varphi_0) dx_0 dy_0 dv_0 d\varphi_0. \quad (4)$$

Для первого включения прибора функция плотности распределения вероятности начальных значений координат частицы задается формулой (1). Для последующих включений в (1) нужно внести изменения, учитывая необнаружение частицы при предыдущих наблюдениях.



По существу требуется определить соответствующую апостериорную плотность распределения.

Рассмотрим задачу определения апостериорной плотности распределения начальных значений координат частицы после 1-го неудачного наблюдения. Предположим, что движение частицы описывается следующей группой преобразований:

$$l_{(t-t_0)} = \begin{cases} x = x_0 + (t - t_0) v_0 \cos \varphi_0, \\ y = y_0 + (t - t_0) v_0 \sin \varphi_0, \\ v = v_0, \\ \varphi = \varphi_0, \quad t_0 \in T, t \in T, t > t_0. \end{cases} \quad (5)$$

Следовательно, условную плотность распределения вероятностей фазовых координат частицы в момент времени t при условии, что в момент t_0 она находилась в точке $(x_0, y_0, v_0, \varphi_0)$, можно выразить формулой

$$f_t(x, y, v, \varphi/x_0, y_0, v_0, \varphi_0, t_0) = \\ = \delta(x - (x_0 + (t - t_0) v_0 \cos \varphi_0)) \delta(y - (y_0 + (t - t_0) v_0 \sin \varphi_0)) \delta(v - v_0) \delta(\varphi - \varphi_0),$$

где $\delta(x)$ — функция Дирака.

Допустим, что в некоторый момент t_1 выполнено наблюдение площади S_1 . Будем считать, что произошло событие A_1 , если частица находилась в площади S_1 , а произошло событие B , если контакт наблюдателя с частицей состоялся. Если в площади S_1 в момент t_1 частица была обнаружена, то произошло событие C_1 .

$$C_1 = A_1 \cap B.$$

Следовательно, вероятность контакта

$$P_k = P(B/A_1).$$

Тогда

$$P(C_1) = P(A_1) \cdot P(B/A_1) = P_k P(A_1).$$

Если в момент t_1 в площади S_1 частица не была обнаружена, то вероятность обнаружения

$$P(\bar{C}_1) = 1 - P_k P(A_1),$$

где $P(A_1) = P((x, y) \in S_1)$, вычисляется по формуле (2).

При контакте прибора наблюдения с частицей определяются координаты (x, y) , а величина скорости v и направление φ могут быть произвольными. Следовательно, в четырехмерном фазовом пространстве наблюдаем цилиндр $S_1 \times V \times \Phi$.

Согласно определению группы преобразований цилиндру $S_1 \times V \times \Phi$ в момент t_1 однозначно соответствует некоторое множество $G_1 \subset Z$ в момент t_0 . Нахождение частицы на площади S_1 в момент t_1 равнозначно нахождению начальных координат частицы $(x_0, y_0, v_0, \varphi_0)$ в множестве $G_1 \subset Z$ в момент t_0

$$P(A_1) = P\{(x_0, y_0, v_0, \varphi_0) \in G_1\}.$$

Условная вероятность того, что частица не будет обнаружена в цилиндре $S_1 \times V \times \Phi$ в момент t_1 при условии, что в момент t_0 ее координаты были $(x_0, y_0, v_0, \varphi_0)$, будет

$$P(\bar{c}_1/x_0, y_0, v_0, \varphi_0) = \begin{cases} 1 - P_k & \text{если } (x_0, y_0, v_0, \varphi_0) \in G_1, \\ 1 & \text{если } (x_0, y_0, v_0, \varphi_0) \notin G_1, \end{cases}$$

т. е. если $(x_0, y_0, v_0, \varphi_0) \in G_1$, то произошли события A_1 и B , в противном случае произошло событие \bar{A}_1 .

Определим функцию $I_{G_1}(x_0, y_0, v_0, \varphi_0)$ следующим образом:

$$I_{G_1}(x_0, y_0, v_0, \varphi_0) = \begin{cases} 1 & \text{если } (x_0, y_0, v_0, \varphi_0) \in G_1, \\ 0 & \text{если } (x_0, y_0, v_0, \varphi_0) \notin G_1. \end{cases}$$

Тогда

$$P(\bar{c}_1/x_0, y_0, v_0, \varphi_0) = 1 - P_k I_{G_1}(x_0, y_0, v_0, \varphi_0).$$

Следовательно, получаем выражение для апостериорной плотности

$$g_1(x_0, y_0, v_0, \varphi_0/\bar{t}_1\bar{c}_1) = g_0(x_0, y_0, v_0, \varphi_0, t_0) \frac{1 - P_k I_{G_1}(x_0, y_0, v_0, \varphi_0)}{1 - P_k P(A_1)}. \quad (6)$$

При каждом следующем неудачном наблюдении поступаем так же.

После N -го неудачного наблюдения формула апостериорной плотности принимает вид

$$g_N(x_0, y_0, v_0, \varphi_0/t_1\bar{c}_1, t_2\bar{c}_2, \dots, t_N\bar{c}_N) = g_0(x_0, y_0, v_0, \varphi_0) \frac{1 - P_k I_{G_1}(x_0, y_0, v_0, \varphi_0)}{1 - P_k P(A_1)} \times \\ \times \frac{1 - P_k I_{G_2}(x_0, y_0, v_0, \varphi_0)}{1 - P_k P(A_2)} \times \dots \times \frac{1 - P_k I_{G_N}(x_0, y_0, v_0, \varphi_0)}{1 - P_k P(A_N)}.$$

Эту формулу можно записать в виде

$$g_N(x_0, y_0, v_0, \varphi_0/t_1\bar{c}_1, t_2\bar{c}_2, \dots, t_N\bar{c}_N) = g_0(x_0, y_0, v_0, \varphi_0) \frac{1 - P_k I_G(x_0, y_0, v_0, \varphi_0)}{1 - P_k P(G)}, \quad (7)$$

где

$$G = G_1 \cup G_2 \cup \dots \cup G_N.$$

Далее $g_N(x, y, v, \varphi, t)$ вычисляем по формулам (4) и (7). С использованием (7) осуществляется оптимальный выбор площади наблюдения.

Академия наук Грузинской ССР

Вычислительный центр

им. Н. И. Мусхелишвили

(Поступило 14.4.1983)

ბ. ცისკარიშვილი

ალმოჩენის ალბათობის განსაზღვრა უშედეგო დაკვირვებების
შედეგად

რეზიუმე

განხილულია მოძრავი ნაწილაკის აღმოჩენის ამოცანა. ნაწილაკის მოძრაობა აღიწერება ოთხგანზომილებიანი შემთხვევითი პროცესის $(X(t), Y(t), V(t), \Phi(t))$ დასაშვები მნიშვნელობებით (x, y, v, φ) ოთხგანზომილებიანი ფაზური სივრციდან $Z = X \times Y \times V \times \Phi$. ნაწილაკის ძებნა წარმოებს დისკრეტულად. მიღებულია სიმკვრივის გამოსახულება აპოსტერიორული ალბათობის გამოსათვლელად ყოველი უშედეგო დაკვირვების შედეგად.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

N. E. TSISKARISHVILI

TOWARDS DETERMINING THE PROBABILITY OF DISCOVERY
FOLLOWING UNSUCCESSFUL OBSERVATIONS

Summary

The problem of detecting a moving particle is considered. The motion of the particle is described by a four-dimensional process $X(t), Y(t), V(t), \Phi(t)$ with permissible values (x, y, v, φ) from four-dimensional phase space $Z = X \times Y \times V \times \Phi$. The search of the particle is discrete.

An expression has been obtained for calculating the value of a posteriori probability after each unsuccessful observation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. А. А б ч у к, В. Г. С у з д а л ь. Поиск объектов. М., 1977.
2. И. Я. Д и н е р. Исследование операции. Л., 1969.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

Т. Ю. ЦИНЦАДЗЕ

ВОПРОСЫ СХОДИМОСТИ ПРОЦЕДУРЫ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО
 УТОЧНЕНИЯ ПРОЕКЦИИ ОПТИМАЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ

(Представлено академиком И. В. Прангишвили 22.9.1983)

В работе [1] был предложен способ отыскания численного решения сложной оптимизационной задачи, основанный на понятии проекции оптимальной траектории.

Рассмотрим организацию итерационного процесса определения проекций оптимальной траектории для линейной задачи с квадратичным критерием:

$$\begin{aligned} \dot{x} &= A(t)x + B(t)u, \quad x(0) = x^0, \\ L &= \int_0^T (\langle x, C(t)x \rangle + \langle u, D(t)u \rangle) dt \rightarrow \min \\ t &\in [0, T], \quad u = \{u_r\}, \quad x = \{x_i\}, \quad r = \overline{1, R}; \quad i = \overline{1, n}. \end{aligned} \quad (1)$$

Здесь $A(t)$ —квадратная матрица размером $n \times n$; $B(t)$ —прямоугольная матрица размером $n \times R$; $C(t)$ —положительно определенная матрица размером $n \times n$; $D(t)$ —положительно определенная матрица для $t \in [0, T]$ размером $R \times R$. Пусть количество проекций равно двум. Выделим в задаче (1) две подзадачи. Для этого разобьем множество компонент векторов x и u из (1) на два непересекающихся подмножества следующим образом:

$$\begin{aligned} x &= \{x^1, x^2\}, \quad u = \{u^1, u^2\}, \\ x^1 &= \{x_i\}, \quad i \in I_1 = \{1, 2, \dots, m\}, \quad x^2 = \{x_i\}, \quad i \in I_2 = \{m+1, m+2, \dots, n\} \\ u^1 &= \{u_r\}, \quad r = \overline{1, l}; \quad u^2 = \{u_r\}, \quad r = \overline{(l+1), R}. \end{aligned} \quad (2)$$

При таком разбиении задачу (1) можно записать в виде

$$\begin{aligned} \dot{x}^1 &= A_{11}x^1 + A_{12}x^2 + B_{11}u^1 + B_{12}u^2, \\ \dot{x}^2 &= A_{21}x^1 + A_{22}x^2 + B_{21}u^1 + B_{22}u^2, \\ L &= \int_0^T (\langle x^1, C_{11}x^1 \rangle + \langle x^1, (C_{12} + C_{21}^T)x^2 \rangle + \langle x^2, C_{22}x^2 \rangle + \\ &+ \langle u^1, D_{11}u^1 \rangle + \langle u^1, (D_{12} + D_{21}^T)u^2 \rangle + \langle u^2, D_{22}u^2 \rangle) dt \rightarrow \min. \end{aligned} \quad (3)$$

В (3) матрицы A_{pq} , B_{pq} , C_{pq} и D_{pq} ($p, q = 1, 2$) являются блоками соответствующих матриц из (1). Пусть l в (2) выбрано так, чтобы матрица B_{22} из (3) была квадратной ($l = R - (n - m)$) и ее определитель отличен от 0 для всех $t \in [0, T]$. В этом случае второе уравнение из (3) может быть разрешено относительно u^2 , а именно,

$$u^2 = B_{22}^{-1}(\dot{x}^2 - A_{21}x^1 - A_{22}x^2 + B_{21}u^1). \quad (4)$$

Подставляя выражение (4) в функционал и дифференциальные связи (3), а также считая, что вектора x^2 и \dot{x}^2 являются фиксированными функциями времени получаем первую из подзадач исходной задачи (1).

$$\dot{x}^1 = F_1(x^1, u^1, x^{2*}, \dot{x}^{2*}), \quad \dot{x}^1(0) = x^{10}$$

$$L = \int_0^T \Phi_1(x^1, u^1, x^{2*}, \dot{x}^{2*}) dt \rightarrow \min, \quad (5)$$

где F_1 — линейная форма переменных $x^1, u^1, x^{2*}, \dot{x}^{2*}$, а Φ_1 — квадратичная форма тех же переменных.

Аналогично получим вторую подзадачу.

$$\begin{aligned} \dot{x}^2 &= F_2(x^2, u^2, x^{1*}, \dot{x}^{1*}), \quad x^2(0) = x^{20}, \\ L_2 &= \int_0^T \Phi_2(x^2, u^2, x^{1*}, \dot{x}^{1*}) dt \rightarrow \min. \end{aligned} \quad (6)$$

В (6), так же как и в (5), F_2 — линейная, а Φ_2 — квадратичная формы; x^{1*} и \dot{x}^{1*} — фиксированные функции времени (значение l из (2) выбрано равным m).

В соответствии с введенным в [1] определением, задачи (5) и (6) определяют при задании соответствующих функций $x^{2*}(t), x^{2*}(t)$ и $x^{1*}(t), \dot{x}^{1*}(t)$ две проекции оптимальной траектории задачи (1).

Определим оптимальную траекторию задачи (1) путем последовательного уточнения оптимальных проекций этой траектории. Для этого организуем итерационный процесс.

$$\begin{aligned} \dot{x}^1(v) &= F_1(x^1(v), u^1(v), x^{2(v)}, \dot{x}^{2(v)}), \\ L_1 &= \int_0^T \Phi_1(x^1(v), u^1(v), x^{2(v)}, \dot{x}^{2(v)}) dt \rightarrow \min \\ \dot{x}^{2(v+1)} &= F_2(x^{2(v+1)}, u^{2(v+1)}, x^1(v), \dot{x}^1(v)), \\ L_2 &= \int_0^T \Phi_2(x^{2(v+1)}, u^{2(v+1)}, x^1(v), \dot{x}^1(v)) dt \rightarrow \min. \end{aligned} \quad (7)$$

Формализм принципа максимума Л. С. Понтрягина позволяет, введя сопряженные переменные ψ_1 и ψ_2 , привести оптимизационные задачи (5) и (6) к краевым задачам

$$\begin{cases} \dot{x}^1 = A_1^i x^1 + B_1^i \psi^1 + C_1^i x^{2*} + D_1^i \dot{x}^{2*}, \\ \dot{\psi}^1 = A_1^r x^1 + B_1^r \psi^1 + C_1^r x^{2*} + D_1^r \dot{x}^{2*}, \\ x^1(0) = x^{10}, \quad \psi^1(T) = 0; \\ \dot{x}^2 = A_2^i x^2 + B_2^i \psi^2 + C_2^i x^{1*} + D_2^i \dot{x}^{1*}, \\ \dot{\psi}^2 = A_2^r x^2 + B_2^r \psi^2 + C_2^r x^{1*} + D_2^r \dot{x}^{1*}, \\ x^2(0) = x^{20}, \quad \psi^2(T) = 0. \end{cases} \quad (8)$$

Для более компактной и удобной записи задач (8) введем расширенные вектора $y_1 = \{x^1, \psi^1\}$ и $y_2 = \{x^2, \psi^2\}$ и объединяя матрицы A_p^r, B_p^r, A_p^i и B_p^i ; C_p^r и C_p^i , D_p^r и D_p^i ($p = 1, 2$) имеем

$$\begin{aligned} \dot{y}_1 &= A_1 y_1 + B_1 y_2^* + C_1 \dot{y}_2^*, \\ \dot{y}_2 &= A_2 y_2 + B_2 y_1^* + C_2 \dot{y}_1^*. \end{aligned} \quad (9)$$



Сформулированный в (7) итерационный процесс представим

$$\dot{y}^{(v)} = A_1 y_1^{(v)} + B_1 y_2^{(v)}(t) + C_1 \dot{y}_2^{(v)}(t), \quad (10)$$

$$\dot{y}_2^{(v+1)} = A_2 y_2^{(v+1)} + B_2 y_1^{(v)}(t) + C_2 \dot{y}_2^{(v)}(t).$$

Для сходимости итерационного процесса (10) необходимо, чтобы

$$\|\delta_p^{(v)}\| \leq K_p \|\delta_p^{(v-1)}\|, \quad \delta_p^{(v)} y_p^{(v)} - y_p^{(v-1)}, \quad K_p \leq 1, \quad p = 1, 2, \quad (11)$$

где $\|\varphi(t)\|$ — норма вектор-функции $\varphi(t)$. Линейность уравнений (10) оставляет запись уравнений для $\delta_p^{(v)}$ ($p=1, 2$) без изменений с точностью до обозначений и начальных условий, т. е.

$$\begin{aligned} \dot{\delta}_1^{(v)} &= A_1 \delta_1^{(v)} + B_1 \delta_2^{(v)}(t) + C_1 \dot{\delta}_2^{(v)}(t), \\ \dot{\delta}_2^{(v+1)} &= A_2 \delta_2^{(v+1)} + B_2 \delta_1^{(v)}(t) + C_2 \dot{\delta}_1^{(v)}(t), \\ \delta_1^{(v)}(0) &= 0, \quad \delta_2^{(v)}(0) = 0. \end{aligned} \quad (12)$$

Для определения условий сходимости итерационного процесса (10) воспользуемся методикой, предложенной в [2]. Запишем решение первого уравнения из (12), предполагая известной матрицу Грина $G_1(t, \tau)$:

$$\delta^{(v)}(t) = \int_0^t G_1(t, \tau) (B_1(\tau) \delta_2^{(v)}(\tau) + C_1(\tau) \dot{\delta}_2^{(v)}(\tau)) d\tau. \quad (13)$$

Интегрируя второе слагаемое в подынтегральном выражении в (13) по частям и используя свойства матрицы Грина, получаем

$$\delta_1^{(v)}(t) = EC_1(t) \delta_2^{(v)}(t) + \int_0^t Q_1(t, \tau) \delta_2^{(v)}(\tau) d\tau \quad (14)$$

где

$$Q_1(t, \tau) = G_1(t, \tau) B_1(\tau) - A_1(\tau) G_1(t, \tau) C_1(\tau) - G_1(t, \tau) \frac{dC_1(\tau)}{d\tau};$$

E — единичная матрица.

Предполагая известной матрицу Грина $G_2(t, \tau)$ для второго уравнения из (12), его решение может быть записано в виде, аналогичном (14)

$$\delta_2^{(v)}(t) = EC_2(t) \delta_1^{(v-1)}(t) + \int_0^t Q_2(t, \tau) \delta_1^{(v-1)}(\tau) d\tau, \quad (15)$$

где

$$Q_2(t, \tau) = G_2(t, \tau) B_2(\tau) - A_2(\tau) G_2(t, \tau) C_2(\tau) - G_2(t, \tau) \frac{dC_2(\tau)}{d\tau}.$$

Определим нормы векторов и матриц следующими формулами:

$$\|x(t)\| = \sum_{i=1}^n \max_t |x_i(t)|, \quad \|A(t)\| = \sum_{i=1}^n \max \max |a_{ij}(t)|, \quad t \in [0, T]. \quad (16)$$

С учетом (16) из (14) и (15) имеем

$$\begin{aligned} \|\delta_1^{(v)}\| &\leq (\|C_1\| + T \|Q_1\|) \|\delta_2^{(v)}\|, \\ \|\delta_2^{(v)}\| &\leq (\|C_2\| + T \|Q_2\|) \|\delta_1^{(v-1)}\|. \end{aligned} \quad (17)$$

Пусть нормы матриц $C_1(t)$, $Q_1(t, \tau)$, $C_2(t)$, $Q_2(t, \tau)$ из (14) и (15) ограничены константами H_1, H_3, H_2, H_4 . Тогда, объединяя неравенства (17), получим



$$\|\delta_1^{(v)}\| \leq (H_1 H_2 + T(H_2 H_3 + H_1 H_4) + T^2 H_3 H_4) \|\delta_1^{(v-1)}\|. \quad (18)$$

Для выполнения условий сходимости (11) необходимо, чтобы коэффициент в правой части неравенства (18) был меньше 1, т. е.

$$T^2 H_3 H_4 + T(H_2 H_3 + H_1 H_4) + H_1 H_4 - 1 \leq 0. \quad (19)$$

Из (19) следует, что при заданных величинах H_p ($p = \overline{1, 4}$) для сходимости итерационного процесса (10) на величину интервала времени T должно быть наложено условие:

$$T \leq \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{H_2}{H_4} + \frac{H_1}{H_3} \right)^2 - \frac{H_1 H_2 - 1}{H_3 H_4}} - \frac{1}{2} \left(\frac{H_2}{H_4} + \frac{H_1}{H_3} \right). \quad (20)$$

Для выполнения неравенства $T > 0$ на величину $H = H_1 \cdot H_2$ необходимо итерационного процесса (10) на величину интервала времени вание конечного интервала времени, для которого сформулированный итерационный процесс (10), а следовательно и (7), будет сходиться.

Таким образом, можно утверждать, что справедлива следующая Теорема А. Если нормы матриц $C_p(t)$,

$$G_p(t, \tau) B_p(\tau) - A_p G_p(t, \tau) C_p(\tau) - C_p(t, \tau) \frac{dC_p(\tau)}{d\tau} \quad (p = 1, 2)$$

ограничены константами H_1, H_2, H_3 и H_4 , то для сходимости итерационного процесса (10) необходимо, чтобы

$$T \leq \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{H_2}{H_4} + \frac{H_1}{H_3} \right)^2 - \frac{H_1 H_2 - 1}{H_3 H_4}} - \frac{1}{2} \left(\frac{H_2}{H_4} + \frac{H_1}{H_3} \right) \text{ и } H_1 \cdot H_2 < 1.$$

В. При выполнении условия А итерационный процесс (10) сходится не хуже чем геометрическая прогрессия с показателем

$$K = H_1 H_2 + T(H_2 H_3 + H_1 H_4) + T^2 H_3 H_4.$$

Доказательство сформулированной теоремы основывается на приведенных выше рассуждениях.

Институт проблем управления
Минприбора и АН СССР

(Поступило 6.10.1983)

ავტომატური მართვა და გაომთვლითი ტექნიკა

თ. ცინცაძე

ოპტიმალური ტრაექტორიის პროექციის თანმიმდევრობითი დაზუსტების დამთხვევის საკითხები

რეზიუმე

განხილულია კვარატული კრიტერიუმით ოპტიმალური მართვის ხაზობრივი ამოცანა. მტკიცდება ოპტიმალური ტრაექტორიის პროექციის თანმიმდევრობითი დაზუსტების იტერაციული პროცესის დამთხვევის თეორემა.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

T. I. TSINTSADZE

ON THE CONVERGENCE OF A PROCEDURE OF SUCCESSIVE REFINEMENT OF OPTIMUM TRAJECTORY PROJECTIONS

Summary

A linear problem of optimum control with square criterion is discussed. A theorem is proved on the convergence of an iteration procedure of successive refinement of optimum trajectory projections.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. М. Алещенко, Т. Ю. Цинцадзе. Тезисы докл. III конфер. молодых ученых закавказских республик по автоматическому управлению. Тбилиси, 1983, 12—14.
2. Ю. М. Фаткин, В. И. Чарный. А и Т, № 11, 1973, 102—112.



თ. ღარიბა

სამგორის ვაკეზე მიწფრის თესლბრუნვაში სასოფლო-სამეურნეო
კულტურების მიერ მოსავლით გამოტანილი საკვები ელემენტების
რაოდენობა

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა შ. ჭანიშვილმა 16.3.1984)

სასოფლო-სამეურნეო პრაქტიკაში მოსავლიანობის დონე დამოკიდებულია უმთავრესად სამ საკვებ ელემენტზე: აზოტზე, ფოსფორზე და კალიუმზე. თითქმის ყველა სასოფლო-სამეურნეო კულტურა აზოტს მეტს მოითხოვს, ვიდრე ფოსფორს და ზოგჯერ კალიუმსაც, ვინაიდან უმრავლესობისათვის დამახასიათებელია მოსავალში კალიუმის ნაკლები შემცველობა აზოტთან შედარებით, ფოსფორი კი მეტი რაოდენობით ხმარდება მარცვლის ფორმირებას და მარცვლის მოსავლით გამოიტანება ნიადაგიდან.

მცენარის მიერ ნიადაგიდან გამოტანილ საკვებ ნივთიერებათა რაოდენობა ერთ-ერთი მთავარი პარამეტრია სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის დაპროგრამებისათვის, ამიტომ ჩვენ შევისწავლეთ სამგორის სარწყავ მიწაზე მცენარეში არსებული საკვები ელემენტების შემცველობა შემდეგ კულტურათა მორიგეობაში: I ვარიანტი — 1. მრავალწლიანი ბალახი (იონჯა — კონინდარი), ორი წლის სარგებლობით; 2. საშემოდგომო ხორბალი, ნაწვევრალზე სოიანარევი სიმინდი სასილოსედ; 3. კარტოფილი. II ვარიანტი — 1. ერთწლოვანი ბალახი (შერიანარევი ცულისპირა); 2. საშემოდგომო ხორბალი, ნაწვევრალზე სოიანარევი სიმინდი სასილოსედ; 3. კარტოფილი. III ვარიანტი — 1. სიმინდი მარცვლად; 2. საშემოდგომო ხორბალი, ნაწვევრალზე სოიანარევი სიმინდი სასილოსედ; 3. კარტოფილი.

თესლობრუნვის რგოლში კულტურათა შედგენილობის კვალობაზე იცვლება საკვები ელემენტების მოსავლით გამოტანილი რაოდენობა და, მასასადასამე, ნიადაგის ამა თუ იმ ელემენტით გაღარიბება, მცენარის სხედასახვა ორგანოშიც იცვლება ელემენტების რაოდენობა სხედასახვა. ამიტომ მნიშვნელობა აქვს გემიურ (სასაქონლო) და არაგემიურ (არასასაქონლო) თანაფარდობას და ქიმიურ შედგენილობას. მაგალითად, აზოტი და ფოსფორი, რომელიც გროვდება მცენარის სასაქონლო ნაწილში, გაიტანება მეურნეობიდან, ხოლო კალიუმი დიდი რაოდენობითაა არასასაქონლო ნაწილში, რომელიც რჩება მეურნეობაში და გამოიყენება მცენარეთა საკვებად და ნიადაგს უბრუნდება.

პირველ ვარიანტში აზოტის, ფოსფორისა და კალიუმის შემცველობა მრავალწლოვან ბალახებში იცვლება გათიბვების მიხედვით, ყველაზე დიდი რაოდენობითაა მესამე განათიბში, ხოლო ფესვთა მასაში და სანაწვევრალ ნარჩენებში ნაკლებია. ამ მხრივ განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს აზოტის შემცველობითი განსხვავება, რომელიც განათიბში უდრის 2,1%, სანაწვევრალ ნარჩენებში ცოტა მეტიც კი არის — 2,34%, ფესვებში ბევრად ნაკლებია — 1,25%.

სასილოსე სოიანარევი სიმინდში ვარიანტების მიხედვით საკვები ელემენტების შემცველობით ცვალებადობა არ გამოიყვანდა.



კულტურათა მისელომ გამტანული N_6 , P_2O_5 და K_2O -ს რაოდენობა, კგ/ჰა

კულტურა	გამტანულია მისელომ (მარცხლო, ჩაღა, ნაჭკა)														
	N						P ₂ O ₅			K ₂ O					
	1973	1974	1975	1976	საშუალო	1973	1974	1975	1976	საშუალო	1973	1974	1975	1976	საშუალო
1. მრეველურიანი ბაღები															
I გობევა	118,3	119,2	110,4	191,6	134,9	5,8	20,1	5,7	22,4	13,5	71,6	104,7	82,7	182,0	110,2
II გობევა	142,0	213,4	114,3	116,8	146,6	20,8	54,2	15,0	14,6	26,9	150,2	134,1	95,3	81,8	115,3
III გობევა	59,8	51,8	102,8	143,9	89,6	6,1	13,2	6,1	12,6	9,5	40,8	40,4	61,4	93,3	58,9
IV გობევა	—	—	—	91,4	91,4	32,4	—	—	4,9	4,9	—	—	—	88,2	88,2
სულ	320,1	384,4	327,5	543,7	393,9	—	87,5	26,8	54,5	50,3	262,6	279,0	239,6	445,3	306,6
საშემოდგომო ხორბალი	—	92,1	185,5	108,7	128,8	—	39,5	51,2	38,7	43,1	—	45,2	88,3	61,2	64,9
სასილოსი სიმინდი	—	109,8	73,5	64,6	82,8	—	104,3	52,8	51,8	69,6	—	19,2	12,6	10,6	14,1
კარტოფილი	—	40,5	21,9	47,1	36,7	—	70,9	30,7	73,6	58,4	—	103,9	93,7	148,9	115,5
სულ I კარიანტზე	320,1	626,8	608,9	764,6	666,6	32,4	302,2	161,5	218,6	227,4	262,6	447,5	434,2	666,0	515,9
2. ერთწლოვანი ბაღები	—	191,9	154,9	199,5	182,1	—	63,4	58,3	86,1	69,3	—	59,2	62,6	88,2	70,0
საშემოდგომო ხორბალი	—	100,0	174,4	116,1	130,2	—	37,1	51,1	45,6	44,6	—	41,9	83,9	66,2	64,0
სასილოსი სიმინდი	—	116,5	71,8	58,2	88,2	—	111,0	58,1	49,4	72,8	—	16,6	11,3	9,8	12,6
კარტოფილი	—	42,0	23,2	45,5	36,9	—	72,0	40,0	59,0	57,0	—	104,0	92,2	141,0	112,4
სულ II კარიანტზე	—	450,4	425,3	419,3	431,3	—	283,5	207,5	240,1	243,7	—	221,7	250,0	305,2	258,9
3. სიმინდი მარცხლოდ	—	256,0	158,0	154,4	189,5	—	72,1	53,4	51,1	58,8	—	174,7	128,9	129,1	144,2
საშემოდგომო ხორბალი	—	96,5	161,7	94,9	117,7	—	38,8	46,2	41,8	42,3	—	42,4	72,1	60,8	58,4
სასილოსი სიმინდი	—	119,2	61,2	58,4	79,6	—	162,9	52,0	46,7	67,2	—	17,3	12,2	10,2	13,2
კარტოფილი	—	43,6	22,7	39,7	35,3	—	71,9	33,0	52,2	52,4	—	109,0	82,5	133,7	108,4
სულ III კარიანტზე	—	515,3	403,6	347,4	422,1	—	285,7	184,6	191,8	220,7	—	343,4	295,7	333,8	324,3

მეორე ვარიანტში შერიანარევე — ცულისპირის მასაში აზოტის შემცველობა იცვლებოდა წლების მიხედვით 2,4-დან 3,3%-მდე, ხოლო თესლბრუნვაში მონაწილე კულტურებთან შედარებით ნარევის ფესვებში აზოტის შემცველობა ყველაზე მაღალი აღმოჩნდა — 1,53%.

დაკვირვებებმა გვიჩვენა, რომ მესამე ვარიანტში, სადაც საშემოდგომო ხორბლის წინამორბედი იყო სიმინდი მარცვლად, უფრო ნაკლები საკვები ელემენტებია მარცვალში, ვიდრე საშემოდგომო ხორბალში, სადაც წინამორბედი იყო ძრავალწლოვანი და ერთწლოვანი ბალახი. ეს გამოწვეულია იმით, რომ ბალახნარევეები უფრო მეტი რაოდენობით ტოვებენ ნიადაგში საკვებ მარაგს და მომდევნო კულტურა კარგად იყენებს საკვებს ამ მარაგიდან. რაც შეეხება კარტოფილს, მისი ქიმიური შედგენილობა უფრო სტაბილურია და წინამორბედი კულტურის გავლენას ნაკლებად განიცდის: აზოტის შემცველობა ტუბერებში უდრის 0,18—0,19%, 0,26—0,30 და კალიუმისა 0,57—0,60%.

ნიადაგურ-კლიმატურ პირობებთან კავშირში შევისწავლეთ მოსავლით გამოტანილი საკვები ნივთიერებანი, რომელიც იზომება მოსავლის ერთეულით (იხ. ცხრილი).

ცხრილში მოტანილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ ყველა სასოფლო-სამეურნეო კულტურა აზოტს მეტს მოითხოვს, ვიდრე ფოსფორს, კალიუმს ნაკლებს, ვიდრე აზოტს, მაგრამ მეტს ვიდრე ფოსფორს. ამ მხრივ გამოიკვეთა კარტოფილი, რომელსაც მოსავლით კალიუმში მეტი გააქვს, ვიდრე აზოტი.

სხვადასხვა წელს მცენარეების მიერ გამოტანილი საკვები ელემენტები მოსავლიანობის ზრდის შესაბამისად იზრდება, ამავე დროს ზოგ შემთხვევაში საკვები ელემენტების გამოტანაზე გავლენას ახდენს წინამორბედი კულტურაც. ამიტომ თესლბრუნვაში ამა თუ იმ კულტურის მოსავლით გამოტანილ საკვებ ნივთიერებათა გამოანგარიშების დროს საჭიროა გათვალისწინებულ იქნეს, რომელი კულტურის შემდეგ ითვისება იგი. ამას განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა აქვს ხორბლისათვის, სიმინდისათვის, შედარებით ნაკლებად კარტოფილისათვის.

საერთოდ კი პირველი რგოლის (ვარიანტის) კულტურებმა საშუალოდ 4 წლის მანძილზე ნიადაგიდან გამოიტანა 666,6 აზოტი, 227,4 ფოსფორი, 515,9 კალიუმი კგ/ჰა-ზე. მეორე რგოლიდან შესაბამისად—431,3, 243,7, 258,9 კგ/ჰა-ზე. მესამე რგოლიდან — 422,1, 220,7 და 324,3 კგ/ჰა-ზე. როგორც ჩანს, რგოლების მიხედვით ყველაზე ნაკლებად ცვალებადობს ფოსფორის რაოდენობა, ყველაზე მეტად კი კალიუმისა.

მიუხედავად იმისა, რომ ძრავალწლოვანი ბალახი დიდი რაოდენობით ტოვებს ნიადაგში სანაწევრალო და ფესვთა ნარჩენებს, რომელიც წარმოადგენს პუმუსსა და აზოტის წარმოქმნის ძირითად წყაროს, ნიადაგიდან მას გამოაქვს სხვა კულტურებთან შედარებით ყველაზე მეტი რაოდენობით აზოტი, ხოლო კარტოფილს ყველაზე ნაკლები.

საგულისხმოა ისიც, რომ სამარცვლე სიმინდს გაცილებით მეტი რაოდენობით გამოაქვს აზოტი და კალიუმი, ვიდრე სასილოსე სიმინდს, რაც გამოწვეულია მცენარის ვეგეტაციის ხანგრძლივობით და ფიტომასის ქიმიური შედგენილობის ცვალებადობით ასაკისა და მიხედვით.

საქართველოს მიწათმოქმედების
 სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი

Т. С. ДАРЧИЯ

КОЛИЧЕСТВО ПИТАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, ВЫНОСИМЫХ
С УРОЖАЕМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В
ПОЛЕВОМ СЕВООБОРОТЕ НА САМГОРСКОЙ РАВНИНЕ

Резюме

Проведенными опытами установлено, что содержание основных питательных веществ в надземной массе культур значительно выше, чем в корнях. В зависимости от метеорологических условий величина выноса культурами азота, фосфора, калия изменяется. При нормальной влажности и оптимальной температуре вынос питательных веществ повышается.

AGRICULTURAL CHEMISTRY

T. S. DARCHIA

THE QUANTITY OF NUTRIENT ELEMENTS TAKEN UP BY
FIELD CULTIVARS IN THE CROP ROTATION SYSTEM IN
SAMGORI PLAIN LAND

Summary

Field stationary trials have shown that the basic nutrient content in the above ground plant mass is significantly higher than in plant roots. Depending on the meteorological conditions, the amount of uptake of N, P, K varies among cultivars. Under maximum temperature and average moisture conditions the nutrient uptake by plant tissues increases.

Г. Е. ГВАЛАЗЕ, М. И. ГАЧЧИЛАДЗЕ

К МИТОТИЧЕСКОЙ ГИПОТЕЗЕ ДВОЙНОГО ОПЛОДОТВОРЕНИЯ У ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Ш. Нахуцришвили 2.6.1983)

Согласно митотической гипотезе, предложенной Е. Г. Герасимовой-Навашиной [1, 2], объединение женского и мужского ядер при двойном оплодотворении может протекать по трем типам (схема I) — премитотическому (а), постмитотическому (в) и промежуточному (б). По мнению автора, «растворение» оболочки женского ядра в месте соприкосновения со спермием должно быть той же природы, что и в процессе митоза. При премитотическом типе слияния половых ядер спермии, находясь на более ранней стадии телофазы, не имеют ядерной оболочки, на месте соприкосновения они растворяют оболочку женских ядер и погружаются в них. При данном типе хромосомы спермия как бы непосредственно «заглатываются» женским ядром и митоз в зиготе наступает уже в объединенном ядре. Поэтому указанный тип оплодотворения и называется премитотическим. При постмитотическом типе оплодотворения спермии находятся в поздней телофазе и уже окружены оболочкой, поэтому объединение женских и мужских ядер сразу наступать не может, растворение оболочек этих ядер откладывается до момента, когда половые ядра вступают в профазу митоза. При промежуточном типе оплодотворения слияние половых ядер идет медленнее, чем при премитотическом типе, но быстрее, чем при постмитотическом, поэтому спермий, придя в контакт с женским ядром, успевает частично слиться с ним (растворить его оболочку), но на наружной своей стороне уже выделяет собственную оболочку.

Ранее у *Chamaerion angustifolium* нами было обнаружено [3] своеобразное протекание двойного оплодотворения, не повторяющего полностью ни один из вышеуказанных типов. Позднее, подобная картина оплодотворения была описана у *Galtonia candicans* [4]. В дальнейшем и у других изученных нами видов онагровых (*Chamaerion dodonaei*, *Epilobium hirsutum*, *Epilobium nervosum*, *Oenothera biennis*) выявилась сходная картина оплодотворения. Результаты наших исследований приведены на схеме I (г).

Спермии, оказавшиеся в зародышевом мешке, имеют хорошо выраженную оболочку и ядрышко. Контакт мужского и женского пронуклеусов в определенной мере затянут. Вместе с тем, мужской пронуклеус увеличивается и сравнивается по размеру с женским. Как видим, начало оплодотворения сходно с картиной постмитотического типа. По Е. Н. Герасимовой-Навашиной [1, 2], при этом типе растворение оболочек пронуклеусов на месте их контакта и их слияние должны начаться в поздней профазе митоза зиготы и первичного ядра эндосперма. Нами это не наблюдалось: хотя в мужском ядре хроматиновые нити становятся более заметными, но и только. В местах соприкосновения ядер исчезает оболочка и спермии, которые некоторое время сохраняют собственное очертание, постепенно соединяются с ядрами женских гамет. Этот момент слияния половых ядер повторяет промежуточный тип. После полного слияния пронуклеусов женские гаметы переходят в интерфазное состояние.

Таким образом, процесс оплодотворения у изученных нами онагровых довольно своеобразен. Он полностью не повторяет ни один из вышеуказанных типов. На разных его этапах прослеживаются отдельные характерные особенности всех трех типов. Учитывая конеч-

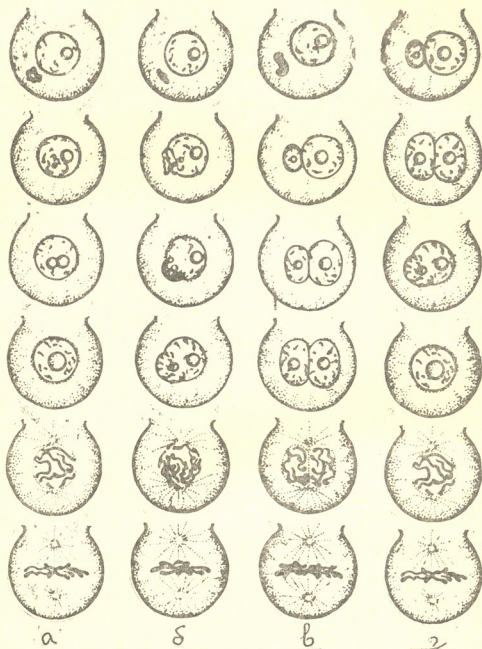


Схема I

ный результат слияния половых ядер (слияние предшествует митозу в зиготе и первичном ядре эндосперма), описанный нами случай оплодотворения условно можно отнести к премитотическому типу.

По указанию Е. Н. Герасимовой-Навашиной, если процесс слияния половых ядер затягивается, премитотический тип оплодотворения может перейти в промежуточный. Если процесс еще более замедлен, то слияние полных ядер может доходить до полного перехода в постмитотический тип. Следовательно, в зависимости от темпа половых ядер могут сливаться по-разному, причем переход происходит через промежуточное состояние от премитотического к постмитотическому типу. У изученных нами растений нарушается и эта последовательность. Описанные нами моменты (в области контакта половых ядер оболочка исчезает и спермий некоторое время сохраняет собственное очертание), подобные промежуточному типу, не могут быть рассмотрены как результат перехода от пре- к постмитотическому



типу. Как указывалось, у изученных нами видов оплодотворение в начале протекает по постмитотическому типу, затем обнаруживает сходство с промежуточным. Однако в описанных нами случаях спермий с самого начала, еще до контакта с женским ядром, обладает хорошо выраженной оболочкой. Сходство с промежуточным типом соз-

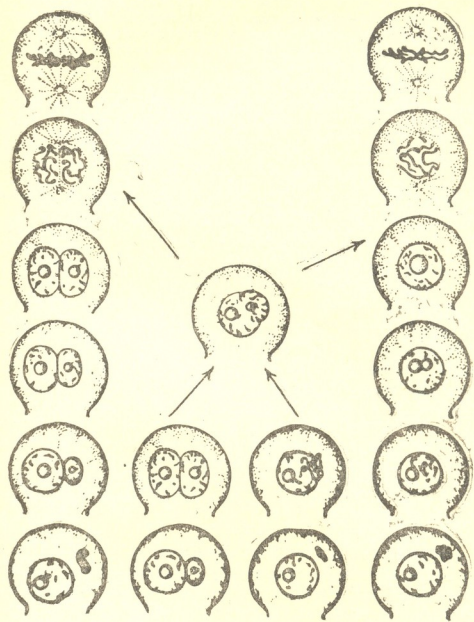


Схема II

дается тем, что позднее в области контакта половых ядер их оболочки исчезают.

Результаты наших исследований указывают, что: ядра спермиев, находящихся в поздней телофазе (т. е. имеющие оболочку), сливаются с женским ядром и до начала митоза в женских гаметах; промежуточный тип может быть рассмотрен как переходное звено не только в направлении от пре- к постмитотическому типу, но и наоборот, в обратном направлении, как это имеет место у изученных нами растений (схема II); судить об оплодотворении онагровых по числу ядрышек в женских ядрах, как это считает возможным Я. С. Модилевский [5], нам кажется неприемлемым, так как, по нашим данным, иногда как в неоплодотворенной яйцеклетке, так и в самом спермие отмечаются наличие свыше одного ядрышка. Следовательно, в женских гаметах число ядрышек не может являться показателем числа спермиев, участвующих в оплодотворении.

По нашему мнению, выделение отдельно промежуточного типа не совсем оправдано. Само название пре- и постмитотического типов обостряет внимание именно на том, что слияние ядер опережает либо совпадает с митозом зиготы. Схема I (б, в) показывает, что слияние ядер при промежуточном типе, наподобие постмитотического типа, протекает во время митоза зиготы. Как видим, предложенная схема неполно отражает реальные процессы оплодотворения у покрытосеменных. Однако, если все же принять во внимание вышеотмеченные типы оплодотворения, то можно считать более целесообразным ограничиться лишь двумя — пре- и постмитотическими типами.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт ботаники

(Поступило 2.6.1983)

ბოტანიკა

ბ. ღვალაძე, მ. გაჩეჩილაძე

ფარულთესლოვანთა ორმაგი განაყოფიერების მიტოზური
 ჰიპოთეზისათვის

რეზიუმე

ონაგრასებრთა ჩვენს მიერ შესწავლილი მცენარეების განაყოფიერება განსხვავდება მიტოზური ჰიპოთეზის სქემაში განხილული სამივე ტიპისაგან. ჩვენი კვლევის შედეგები, მიტოზური ჰიპოთეზისაგან განსხვავებით, ცხადყოფს, რომ გვიან ტელოფაზაში მყოფი მამრობითი პრონუკლეუსი უერთდება მდედრობითს ზიგოტაში მიტოზის დაწყებამდე; შუალედური გარდამავალია არა მარტო პრემიტოზურიდან პოსტმიტოზურისაკენ, არამედ პირიქითაც; მიტოზური ჰიპოთეზის სქემა ვერ ასახავს ფარულთესლოვანებში მიმდინარე განაყოფიერების რეალურ პროცესებს.

BOTANY

G. E. GVALADZE, M. I. GACHECHILADZE

ON THE MITOTIC HYPOTHESIS OF DOUBLE FERTILIZATION
 OF ANGIOSPERMAE

Summary

The process of fertilization of the Onagraceae plants studied does not repeat any of the three types suggested by the mitotic hypothesis. The results of the authors' investigations, which differ from the mitotic hypothesis, show that before the mitosis in the zygote, the sperm nuclei in late telophase fuse with the female nucleus. The intermediate type may be considered as a transitional chain not only in the direction from pre- to postmitotic, but vice versa as well. The suggested scheme does not reflect the real processes of Angiospermae fertilization.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. Н. Герасимова-Навашина. Морфология и анатомия растений. М., 1951, 294—355.
2. Е. Н. Герасимова-Навашина. Проблемы эмбриологии. Киев, 1971, 113—151.
3. Г. Е. Гваладзе, М. И. Гачечиладзе. Сообщения АН ГССР, 80, 1, 1975, 141—143.
4. Е. Н. Герасимова-Навашина. Цитология и генетика, 14, 6, 1980, 69—82.
5. Я. С. Модилевский. Записки Киевского о-ва любителей-естествоиспытателей, 20, 4, 1910, 337—356.

ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

Г. А. ШЕВАРДНАДЗЕ

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МНОГОПОЧАТКОВОСТИ КУКУРУЗЫ
В СИСТЕМЕ ДИАЛЛЕЛЬНЫХ СКРЕЩИВАНИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. И. Джохадзе 10.3.1984)

В последнее время все большее внимание селекционеров привлекает признак многопочатковости у кукурузы как новый, еще не использованный резерв повышения урожайности этой культуры. Характер генетической детерминации данного признака мало изучен, а в существующей научной литературе по этому вопросу имеются частично противоречивые данные [1—4]. Отсутствие полной согласованности в заключениях разных авторов можно объяснить сложной наследственной природой этого количественного признака, неоднородностью использованного исходного материала и разнообразием экспериментальных условий.

Исходя из вышеизложенного целесообразно проводить генетический анализ конкретного и наиболее перспективного источника многопочатковости кукурузы в определенных условиях возделывания.

В настоящей работе дается анализ генетических свойств по признаку многопочатковости 6 самоопыленных линий (Л121, Л106, Л100, Л126, Л131, Л138), выделенных из многостебельно-многопочатковой желтой полузубовидной популяции кукурузы селекции проф. Г. М. Папалашвили.

В анализ включены средние значения количества початков диаллельных гибридов от прямого скрещивания и их родительских форм.

Полигенный анализ, основанный на математико-статистических методах и моделях Гриффинга, Хеймана [5—7], выявил достоверность действия аддитивно-доминантной системы и отсутствие неаллельных взаимодействий в генетическом контроле многопочатковости у данной группы линий. Удовлетворены и другие требования, предъявленные методом Хеймана, что дает возможность перейти к конкретно-анализу.

На рис. 1 дано графическое изображение результатов генетического анализа количества початков. График (W_r, V_r) по данному признаку представляет собой прямую линию единичного наклона и указывает на присутствие доминирования по всем локусам, с незначительным проявлением сверхдоминирования, поскольку пересечение графика (W_r, V_r) с осью OW происходит на отрицательной стороне оси OW . По графику (W_r, V_r) можно также судить об относительной доле доминантных генов, контролирующих признак многопочатковости у родительских линий. Л138, Л106 и Л131 соответствуют самые нижние точки на левом конце линии единичного наклона, а Л100 — точка на правом верхнем конце этой линии. Исходя из указанного можно заключить, что Л138, Л106 и Л131, имея наиболее низкую дисперсию V_r и ковариансу W_r , содержат самое большое число доминантных генов, а Л100, имея наибольшие дисперсию и ковариансу, содержит самое большое число рецессивных аллелей.



На основании суммы $W_r + V_r$ все линии по содержанию доминантных аллелей располагаются по такому порядку: Л138, Л106, Л131, Л121, Л126, Л100. Корреляция между $W_r + V_r$ и \bar{x}_p равна $-0,85$. Это свидетельствует о связи между выражением признака и числом доминантных генов, т. е. в основном та линия, на одном растении которой развивается больше початков и которая имеет низкие варiances и ковариансы, обладает большим числом доминантных генов и наоборот. Сравнительно высокая сумма $W_r + V_r$ и развитие больше початков на растениях у Л131 и Л106 по сравнению с Л138 дают основание предположить о наличии сверхдоминирования в некоторых локусах указанных линий.

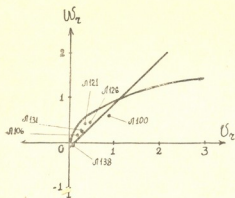


Рис. 1. График (W_r, V_r) для количества початков с одного растения

Дисперсионный анализ диаллельной таблицы, результаты которого приведены в табл. 1, тоже показывает высокую значимость ($P < 0,01$) доминирования (b) в некоторых локусах данной группы линий. Значимость b_1 говорит о том, что квадрат среднего доминирования не равен нулю, а если это так, то средние родительских линий не равны средним их потомства. b_2 незначим, следовательно, в локусах, проявляющих доминирование, незначима асимметрия генного распределения, т. е. $\omega = 0$ или $u_1 = v_1 = 1/2$; тогда a будет оценивать не общую генетическую вариацию, а только аддитивную.

Таблица 1
Двухфакторный дисперсионный анализ диаллельных данных количества початков по Хейману

Источник вариации	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат
Общая	46,04	62	
Повторности	0,82	2	
Варианты (F_1, P)	34,52	20	0,41
a	20,97	5	1,73**
b	13,56	15	4,19**
b_1	4,92	1	0,90**
b_2	2,51	5	4,92**
b_3	6,12	9	0,50
Случайные отклонения	10,70	40	0,68
			0,27

* $P < 0,05$.

** $P < 0,01$.

a—аддитивная вариация, b—доминантная вариация, b_1, b_2, b_3 —мера доминирования.

После оценки значимости компонентов вариации некоторые из них были разложены на генетические параметры — \widehat{D} , \widehat{H}_1 , \widehat{H}_2 , \widehat{F} и \widehat{h}^2 . Эти параметры, полученные через варiances и ковариансы, представлены в табл. 2. Как видно из этой таблицы, $\widehat{H}_1 \neq 0$. Это значит, что не



все \widehat{h}_1 равны нулю. В этом случае в некоторых локусах присутствует доминирование. Отношение $\widehat{H}_1/\widehat{D}=1,678$, наряду с доминированием, подтверждает наличие сверхдоминирования (поскольку $1,678 > 1$), что было отмечено и при анализе графика (W_r, V_r). Квадратный корень из отношения $(\widehat{H}_1/\widehat{D})^{1/2} = 1,296$ оценивает среднюю степень доминирования в каждом локусе. Эта величина превышает единицу и тоже указывает на присутствие незначительного сверхдоминирования.

Таблица 2

Генетические параметры аддитивно-доминантной системы генетического контроля многопочатковости

Генетический параметр	Многопочатковость
\widehat{D}	$0,510 \pm 0,077$
\widehat{F}	$-0,140 \pm 0,187$
\widehat{H}_1	$0,856 \pm 0,192$
\widehat{H}_2	$0,768 \pm 0,173$
\widehat{h}^2	$1,015 \pm 0,118$
\widehat{E}	$0,090 \pm 0,028$
$\widehat{H}_1/\widehat{D}$	1,678
$(\widehat{H}_1/\widehat{D})^{1/2}$	1,296
$\widehat{F}_1 - \widehat{P}$	0,516
$\widehat{h}^2/\widehat{H}_2$	1,320
$\widehat{H}_2/4\widehat{H}_1$	0,220

Величина разности $\widehat{F}_1 - \widehat{P} = 0,516$ свидетельствует о действии доминантных генов в сторону увеличения изучаемого признака. Отношение $\widehat{h}^2/\widehat{H}_2 = 1,320$ оценивает число групп генов, контролирующих данный признак. Можно допустить, что развитие нескольких полноценных початков на одном растении контролируется 1—2 группами полигенов.

$\widehat{H}_2/4\widehat{H}_1 = 0,22$ является оценкой частоты доминантных генов и значительно отличается от 0,25. Это указывает на то, что в локусах проявляющих доминирование, произведение частот доминантных и рецессивных генов близко к 0,25 и $u_1 \approx v_1 \approx 0,5$.

Таким образом, анализ генетических свойств 6 самоопыленных линий многостебельно-многопочатковой кукурузы выявил конкретные типы действия генов, которые контролируют признак многопочатковости. Основную роль в определении этого признака играют эффекты доминирования с незначительным проявлением сверхдоминирования. Определенная роль принадлежит и аддитивным эффектам генного действия, что дает право предположить эффективность отбора по количеству початков в данной популяции кукурузы. А при скрещивании линий, в генетическом контроле многопочатковости которых замечается сверхдоминирование (Л131 и Л106), можно ожидать проявление гетерозиса.

ბ. შივარდნაძე

სიმინდის მრავალტაროიანობის გენეტიკური ანალიზი დიალელურ
შეჯვარებათა სისტემაში

რეზიუმე

თვითდამტვერილი ხაზების გენეტიკურმა ანალიზმა ჰეიმანის მათემატიკური მეთოდის გამოყენებით დიალელურ შეჯვარებათა საფუძველზე გამოავლინა ქართულ მრავალტაროიან-მრავალტაროიან სიმინდში მრავალტაროიანობის ნიშნის დეტერმინაციის ადიტიურ-დომინანტური ხასიათი.

ჩატარებული პოლიგენური ანალიზის საფუძველზე დადგენილია თითოეული თვითდამტვერილი ხაზის სელექციური მნიშვნელობა.

GENETICS AND SELECTION

G. A. SHEVARDNADZE

GENETIC ANALYSIS OF MAIZE PROLIFICACY IN THE SYSTEM OF DIALLELIC CROSSING

Summary

Genetic analysis of inbred lines on the basis of diallelic crossing, using Heiman's mathematical method, has shown the additive-dominating nature of prolificacy determination in Georgian maize.

It was found that groups 1-2 of polygenes determine the development of multiple ears on one plant in the given population. Dominant genes cause an increase of prolificacy. Overdominance was manifested in some combinations. The selective value of each parent line was established on the basis of polygenic analysis.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. H. Lonquist. Der Zuchter № 37, 1967, 185-188.
2. C. A. Laible, V. A. Dirks. Crop. Sci. № 8, 1968, 540-543
3. A. Monteagudo. Proc. VI Meeting Maize and Sorghum Section of Eucarpia, Munich, 1971, 109-120.
4. D. N. Duvick. Crop. Sci. № 14, 1974, 69-71.
5. B. Griffing. Australian Journ. Biol. Sci. № 9, 1956, 463-493.
6. B. I. Науман. Genetics, № 6, 1954, 798-809.
7. Н. В. Турбин, Л. В. Хотылева, Л. А. Тарутина. Диаллельный анализ в селекции растений. Минск, 1974.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

А. Н. БАКУРАДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР),
Л. Н. ГУГУШВИЛИ

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОБРАЗНОЙ
ПАМЯТИ У НИЗШИХ ОБЕЗЬЯН ПОСЛЕ УДАЛЕНИЯ
ДОРСОЛАТЕРАЛЬНОЙ ПРЕФРОНТАЛЬНОЙ КОРЫ И
РАЗЛИЧНЫХ ЧАСТЕЙ КОРЫ ВОКРУГ ГЛАВНОЙ БОРОЗДЫ

Все исследователи, изучающие роль лобных долей, различно принимают причину расстройства памяти после удаления префронтальной коры. Одни [1, 2] трактуют нарушение памяти как результат нарушения процессов хранения информации в краткосрочной памяти, судя по нарушению исполнения отсроченных реакций, другие — как результат расстройства процесса восприятия раздражителей или, точнее, нарушение внимания животного [3—5], третьи — как результат повышения реактивности, отвлекаемости [6], четвертые относят эти нарушения к двигательным персеверациям [7, 8]. Внимание некоторых авторов было обращено на тот факт, что определенные районы фронтальной коры, в частности, дорсолатеральная поверхность префронтальных отделов, ответственны за осуществление кратковременной памяти и что нарушения после удаления этих участков мозга являются результатом расстройства репродукции, извлекаемой из кратковременного хранилища дорсолатеральной префронтальной коры (10), обширные разрушения которой вызывают дефект в исполнении отсроченных реакций. Но такого рода нарушения хорошо выражены и при разрушении лишь коры вокруг главной борозды (КВГБ) sulcus principalis, в особенности ее средней трети [11], имеющей для исполнения отсроченных реакций наибольшее значение.

Ранее нами было показано [12], что у низших обезьян после билатерального удаления коры дорсолатеральной поверхности префронтальной области (спустя 5—8 месяцев после операции) в условиях применения 10—15-минутной отсрочки при свободном перемещении животного количество правильных решений пространственных отсроченных реакций (ПОР) на зрительное восприятие не превышало 30—40%, тогда как до операции даже при 60—120-минутной отсрочке оно составляло 80—90%. На протяжении 12—13-месячного наблюдения уровень правильных решений ПОР несколько возрос (до 50%). Аналогичная картина нарушений отмечалась и спустя 3 года: уровень правильных решений ПОР составлял 58% и так и не поднялся до нормы. Уже первые опыты показали, что после удаления дорсолатеральной поверхности префронтальной коры нарушение исполнения ПОР имеет место главным образом при больших отсрочках (десятки минут), а при малых отсрочках (порядка 5 мин и менее) исполнение ПОР осуществляется на довольно высоком уровне, в особенности в условиях двигательного ограничения животного при выборе из 2—3 кормушек. Со временем исполнение ПОР даже несколько улучшается, но, конечно, не достигает исходного уровня. Сохранение исполнения ПОР после оперативного удаления дорсолатеральной поверхности префронтальной коры можно трактовать как частичное сохранение структуры мозга после операций, ответственных за исполнение ПОР, или же надо предполагать, что эти явления связаны с взятием на себя утраченных функ-



ций другими структурами мозга. Это обстоятельство поставило нас перед необходимостью продолжить исследования в этом направлении.

Исходя из сведений о том, что для вызова нарушения исполнения ПОР достаточно удалить у обезьян в области префронтальной коры лишь кору вокруг главной борозды или лишь ее среднюю треть, мы у обезьян удаляли дорсолатеральную кору префронтальной области с сохранением участков коры вокруг главной борозды (КВГБ). И действительно, наши опыты показали, что после билатерального удаления дорсолатеральной коры префронтальной области при сохранении участков КВГБ, судя по исполнению ПОР, образная память не нарушается, наоборот, дальнейшая работа с обезьянами после такой операции ведет к улучшению запоминания. При 2-часовой отсрочке процент правильных решений был доведен до нормы. Отсюда можно сделать вывод, что после билатерального удаления префронтальной коры дефицит памяти возникает от удаления коры вокруг главной борозды, а не от удаления всей коры префронтальной области.

С целью выяснения вопроса о том, что для нарушения исполнения ПОР достаточно удаления только средней трети КВГБ, мы произвели удаление по частям различных участков КВГБ [13]. В первую очередь удаляли среднюю треть КВГБ. После локального двустороннего хирургического удаления средней трети КВГБ наблюдались резкие нарушения краткосрочной образной памяти (КОП), ухудшение исполнения ПОР, которые в условиях свободного передвижения животных проявлялись сильнее, чем в условиях двигательного ограничения, когда животное находилось в клетке и отвлекающих факторов было значительно меньше. Если в условиях свободного перемещения (при выборе из шести ширм) при отсрочках, равных 3 мин, количество правильных решений до операции достигало 80—85%, то спустя 4 месяца после операции оно составляло всего 20—25%. А в условиях двигательного ограничения (при выборе из двух кормушек) уровень правильных решений до операции составлял 90,5%, а после операции пал до 60%. Дальнейшие наши наблюдения над оперированными животными показали, что в условиях свободного перемещения у животных с удаленными средними частями КВГБ в течение 2—3-летнего наблюдения не отмечалось никаких компенсаторных процессов даже при малых отсрочках (порядка 10—15 сек). При выходе из клетки животные часто направлялись к ширме, за которой помещалась приманка, но небольшое постороннее раздражение отвлекало их от правильного решения задачи. В таких случаях задачу обезьяны либо решали с коррекцией, либо вовсе не решали. Нарушение исполнения ПОР следует считать результатом дефицита запоминания, нарушения внимания. Конечно, дело не только в том, что часто животные не могли сосредоточивать свое внимание на приманке, которая помещалась за одну из шести ширм, а, по-видимому, в том, что у них отмечалась повышенная чувствительность к экстрараздражениям, которая тормозила начатый поведенческий акт. С этим обстоятельством, надо полагать, в некоторой степени связано снижение количества правильных решений при исполнении ПОР (в условиях свободного передвижения животного), составлявшего всего 25%.

Следует отметить, что применение мер, снижающих реактивность животных (введение малых доз галаперидола или нембутала), весьма способствовало исполнению тестов у оперированных животных, однако у них и при этих условиях дооперационный уровень исполнения ПОР так и не был достигнут.

Интерес представляет то обстоятельство, что в условиях двигательного ограничения (при выборе из двух кормушек) оперированные животные (с удаленной средней и задней частью КВГБ) спустя 3 года были способны к обучению различению сторон (левой, правой кормушки) по исходным зрительным раздражителям (цветные кубы, про-



ецируемые сверху на соответствующих кормушках, к крышке которых приклеивались квадраты из бумаги разных цветов — красный слева, зеленый справа). После обучения обезьян различению сторон по исходным зрительным раздражителям переходили к отсроченным реакциям. Такие задачи оперированными животными решались на уровне 68—70% при отсрочках, равных 30—60 сек. В условиях свободного перемещения (при выборе из двух ширм, выставляемых слева и справа от клетки) обучить обезьян различению сторон не удалось. Эти данные указывают на то, что для исполнения ПОР очень важной структурой является средняя треть КВГБ и что ее удаление очень сильно влияет на процесс сохранения информации о локализации предметов в пространстве.

У обезьян с удаленной задней частью КВГБ в условиях свободного перемещения отмечались такие же серьезные нарушения ПОР: при тех же отсрочках спустя тот же срок количество правильных решений с 85% снизилось до 58%, тогда как в условиях двигательного ограничения — с 90 до 65%. Спустя 3 года после операции уровень правильных решений немного возрос. В условиях свободного передвижения количество правильных решений составляло 65%, а в условиях двигательного ограничения — 75%. Надо полагать, что компенсаторные процессы, отмечающиеся у оперированных обезьян, произошли, видимо, за счет не удаленных участков передней и средней частей КВГБ.

Незначительные нарушения в исполнении ПОР были выявлены после билатерального удаления передней трети КВГБ, однако спустя 2 месяца они уже не проявлялись, не проявлялись они и спустя 2 и 3 года. Уровень правильных решений у таких обезьян составлял 85—90% (в условиях свободного и двигательного ограничения).

Таким образом, данные, полученные в опытах с экстирпациями префронтальной коры или лишь коры вокруг главной борозды и различных ее участков, указывают на то, что в исполнении ПОР важное значение имеют средняя и задняя трети КВГБ и что причиной дефицита в исполнении отсроченных реакций, наблюдаемого после оперативного вмешательства, является главным образом нарушение механизмов внимания, т. е. расстройство процессов восприятия внешних объектов, нарушение процессов сохранения информации о локализации предметов в пространстве.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физиологии
им. И. С. Бериташвили

(Поступило 17.6.1983)

აღიანიანსა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ბ. ბაბურაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი), ლ. გუგუშვილი

ხატისმიერი მისხიერების შესწავლის შედეგები პრაქტიკულად
ამჟამის და მისი სხვადასხვა ნაწილის მოცილების
შედეგ უდაბლეს მაიმუნებში

რეზიუმე

დადგინდა, რომ სივრცობრივი დაყოფილებული რეაქციების მკვეთრი დარღვევა ასეთი ოპერაციის შემდეგ კარგადაა გამოხატული რამოდენიმე (2—3) წლის შემდეგაც. დასტურდება, რომ სივრცობრივ დაყოფილებულ რეაქციათა შესრულებაში არსებული დეფიციტი გაპირობებულია გარე ობიექტების აღქმის, საგნების სივრცეში ლოკალიზაციის თაობაზე ინფორმაციის შენახვის პროცესების დარღვევით.

A. N. BAKURADZE, L. N. GUGUSHVILI

RESULTS OF THE STUDY OF IMAGE MEMORY IN LOWER
 MONKEYS AFTER ABLATION OF THE DORSOLATERAL
 PREFRONTAL CORTEX AND DIFFERENT PARTS OF
 THE CORTEX AROUND THE SULCUS PRINCIPALIS

Summary

Results of changes in the performance of spatial delayed reactions (SDR) were studied after ablation of the prefrontal cortex and its different regions, as well as following ablation of the cortex around the sulcus principalis. (CASP).

The disturbance of SDR was found to persist for some (2-3) years after the surgery. The deficit of the SDR performance proves to be caused by the disturbance of perception of the external objects, by the disturbance of information storage about the location of objects in space.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. C. F. Jacobsen. Arch. Neurol. Psychiat., 34, № 6, 1935, 884.
2. C. F. Jacobsen. Comparative Psychology Monographs, 13, 1936, 3.
3. J. L. Finan. Am. J. Psychol., 55, 1942, 202-214.
4. R. B. Malmö. J. Neurophysiol., 5, 1942, 295-308.
5. M. J. Wade. J. Neurophysiol., 10, 1947, 57-62.
6. H. Kluver. Behavior Mechanisms in Monkeys. Chicago 1933.
7. M. Mishkin. The frontal granular cortex and behavior.
8. W. S. Stanley, J. Jaynes. Psychol. Res., 56, 1949, 18.
9. Ch. Gross, L. Weiskrantz. In: J. M. Warren a. K. Avert. The frontal granular cortex and behavior. N. y. 1964.
10. Т. А. Натишвили. XII съезд Всесоюзного физиологического общества им. И. П. Павлова. Тбилиси, 1975, 45—46.
11. A. W. N. Buffery. Nature, 214, 1967, 1054-1056.
12. И. С. Бериташвили, А. И. Бакурадзе, А. И. Кац. Сообщения АН СССР, 56, № 2, 1969, 433—436.
13. А. И. Бакурадзе, Л. И. Гугушвили. Сообщения АН СССР, 105, № 1, 1982, 137—140.

К. И. НАТЕНАДZE, Л. М. ШЕВАРДНАDZE,
М. М. ЗААЛИШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР)

ВЛИЯНИЕ ДВУХВАЛЕНТНЫХ КАТИОНОВ НА ПЛАВЛЕНИЕ РЕКОНСТРУИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ ДНК-ГИСТОН HI

Ионы металлов являются интегральной частью нативного хроматина и, несомненно, играют определенную роль в функционировании дезоксирибонуклеопротеидов, структура которых не может быть понята без учета сложного состава ДНП и взаимного влияния компонентов, входящих в него. Однако в настоящее время отсутствуют данные, касающиеся влияния двухвалентных катионов на плавление нуклеогистоновых комплексов, и, таким образом, остается, по существу, невыясненным вопрос о механизме стабилизации или дестабилизации ДНК нуклеогистона этими катионами. Поэтому в данной работе нами было проведено исследование влияния ионов Mg^{2+} , Mn^{2+} , Ca^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} на тепловую денатурацию реконструированных комплексов ДНК-гистон HI.

В экспериментах использовали ДНК тимуса телят («Serva») и гистон HI («Sigma Chemical Company», USA). Реконструкцию нуклеогистонового комплекса проводили прямым смешиванием в $2,5 \cdot 10^{-4} M$ ЭДТА, pH 7,0. Изменение оптической плотности при 260 nm в процессе плавления препаратов регистрировали на спектрофотометре «Specord UV VIS» («Carl Zeiss», DDR). Скорость нагревания образцов составляла 1 град/мин. Графики кривых плавления представлены в виде первой производной гиперхромности от температуры [1].

Из-за катионной природы гистонов взаимодействие гистонов с ДНК в основном осуществляется ионными связями, хотя не исключено участие также гидрофобных и других более специфических взаимодействий, в случае которых важное значение имеет вторичная структура молекулы гистона. Для всех гистонов характерно асимметричное распределение аминокислотных остатков. В молекуле гистона HI можно выделить три области [2]. N-концевая часть, содержащая 40 аминокислотных остатков и C-концевая часть молекулы, начиная с положения 116, богаты основными аминокислотами, а центральная часть молекулы насыщена гидрофобными остатками. Наличие в молекулах гистонов таких различных областей может определять и характер их взаимодействия с ДНК, которое зависит от многих факторов. Оказалось, что характер дифференциальных кривых плавления зависит от метода реконструкции нуклеогистона [1, 3].

На рис. 1 представлены дифференциальные кривые плавления комплексов ДНК-гистон HI, приготовленных прямым смешиванием в ЭДТА-буфере. В плавлении такого комплекса выявляются две четко разделенные стадии перехода спираль — клубок: низкотемпературная (40—60°C) и высокотемпературная (75—90°C), которые соответствуют плавлению свободных и связанных с гистонами сегментов ДНК. Этот факт согласуется с предположением, что при комплексировании гистонов с ДНК в ЭДТА-буфере с ДНК связывается лишь более основная часть гистона, вызывая сильную электростатическую защиту сегментов

ДНК [4, 5]. Ионы магния (рис. 1, а) повышают температуру плавления первой полосы перехода $T_{пл}$ и несколько понижают температуру плавления второй полосы $T'_{пл}$, хотя температурный интервал плавления остается почти одинаковым (75—90°C). При этом второй пик становится более симметричным. Ионы Ca^{2+} и Mn^{2+} также вызывают смещение второй фазы перехода в низкотемпературную область, ширина плавления термоустойчивой фракции увеличивается и плавление становится более гетерогенным (рис. 1, б). С увеличением concentra-

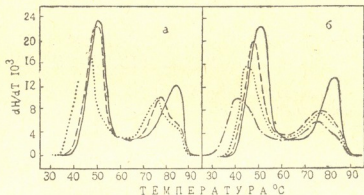


Рис. 1. Дифференциальные кривые плавления комплексов ДНК-гистон НI. Плавление проводилось в растворе 0,25 мМ ЭДТА, рН 7 (—) в присутствии (а) $5 \cdot 10^{-5}$ М $MgCl_2$ (---); $8 \cdot 10^{-5}$ М $MgCl_2$ (---); 10^{-4} М $MgCl_2$ (···) и (б) $4 \cdot 10^{-5}$ М $MnCl_2$ (—); $8 \cdot 10^{-5}$ М $MnCl_2$ (---); 10^{-4} М $CaCl_2$ (---)

ции ионов Ca^{2+} и Mn^{2+} $T_{пл}$ меняется незначительно, а часть ДНК, денатурируемая при первой фазе, уменьшается. В присутствии ионов меди и цинка вторую полосу плавления можно разделить на две части, соответствующие плавлению сегментов ДНК, в разной степени стабилизированных молекулами гистонов НI (рис. 2). С увеличением

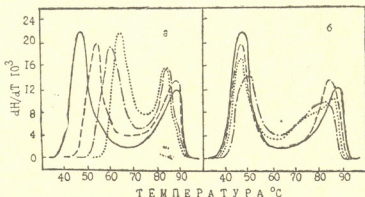


Рис. 2. Дифференциальные кривые плавления комплексов ДНК-гистон НI. Плавление проводилось в растворе 0,25 мМ ЭДТА, рН 7 (—) в присутствии (а) 10^{-5} М $ZnCl_2$ (—); 10^{-4} М $ZnCl_2$ (···) и (б) 10^{-5} М $CuCl_2$ (—); $4 \cdot 10^{-5}$ М $CuCl_2$ (···); $6 \cdot 10^{-5}$ М $CuCl_2$ (---)

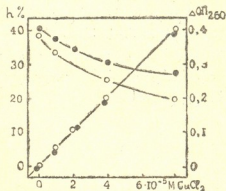
концентрации этих ионов часть сильностабилизированной ДНК (в интервале 80—90°C) уменьшается, а максимум второй полосы смещается в низкотемпературную область. $T_{пл}$ первой фазы понижается постепенно, что указывает на дестабилизацию сегментов ДНК, не связанных с белками. Следует отметить, что с повышением концентрации ионов меди увеличивается начальная оптическая плотность как ДНК,



так и комплекса ДНК-гистон HI и соответственно уменьшается гиперхромизм перехода спираль — клубок (рис. 3), что указывает на разрушение стэкинг-взаимодействия между основаниями и разупорядочение структуры ДНК.

Во всех случаях двухвалентные катионы понижают стабильность термоустойчивой части молекулы ДНК нуклеогистона. А. А. Ахрем и соавт. [4] показали, что увеличение концентрации ионов кальция вызывает снижение температуры плавления хроматина на несколько градусов. Они считают, что эта дестабилизация имеет, по-видимому, ту же природу, что и в случае свободной ДНК, а именно, наличие

Рис. 3. Зависимость гиперхромизма плавления (h) и оптической плотности для чистой ДНК (-o-) и комплексов ДНК-гистон HI (-●-) в 0,25 мМ ЭДТА, рН 7 от концентрации ионов меди в растворе. ОП₂₆₀ представляет разность оптических плотностей препаратом с ионами меди и без них



избыточного катионного заряда на ДНК. Однако маловероятно, что это явление может быть применимо для объяснения понижения стабильности термоустойчивой фракции ДНК, вызванного добавлением ионов в малых количествах. Более того, при избытке ионов в первую очередь будут дестабилизироваться свободные от гистонов сегменты ДНК. Области ДНК, вовлеченные в сильное электростатическое взаимодействие с гистонами, имеют фосфатные группы, защищенные и недоступные для катионов. Эффект двухвалентных катионов может быть связан с модуляцией взаимодействия ДНК-белок. Дело в том, что любое прямое действие двухвалентных катионов на ДНК, не включающее реорганизацию взаимодействия ДНК-белок, будет вызывать параллельный сдвиг кривой плавления. Мы же наблюдаем значительные изменения в форме кривой. К тому же характер этих изменений зависит от вида иона. Дод и соавт. [5] установили, что ЭДТА связывается с теми образцами ДНП, которые содержат гистон HI. Связывание молекул ЭДТА с гистонами HI, вероятно, происходит посредством взаимодействия между карбоксильной группой ЭДТА и лизином. Маловероятно, что, связываясь с нуклеогистонами, ЭДТА станет недоступной для двухвалентных катионов, поэтому добавление ионов может модулировать взаимодействие гистонов с ДНК. Показано, что взаимодействие гистонов HI с ДНК имеет кооперативный характер и что С-концевая, более основная часть молекулы гистона ответственна за кооперативное распределение белков вдоль молекулы ДНК. Возможно, ионы вызывают перераспределение гистонов таким образом, что разные сегменты ДНК стабилизируются в разной степени. Это согласуется с предположением Вана и Ансевича [6] о том, что существует возможность образования по крайней мере двух различных по степени электростатических связей при взаимодействии гистонов HI с ДНК.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физиологии
им. И. С. Бериташвили

(Поступило 30.6.1983)

ქ. ნათენადზე, ლ. შევარდნადზე, მ. ჯაალიშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

ორვალენტიანი კათიონების გავლენა რეკონსტრუირებული დნმ-ჰისტონ H I კომპლექსების ლლოზაზე

რეზიუმე

შესწავლილია Mg^{2+} , Ca^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} და Cu^{2+} გავლენა EDTA ბუფერში პირდაპირი შერევით მიღებულ დნმ-ჰისტონი H I კომპლექსების დენატურაციაზე. ნაჩვენებია, რომ სხვადასხვა იონის თანაობისას კომპლექსის ლლოზის სურათები განსხვავებულია, რაც დაკავშირებულია იონების მიერ როგორც დნმ-ის თერმოდენატორის ცვლილებასთან, ისე დნმ-ცილა ურთიერთქმედების მოდულაციასთან.

BIOPHYSICS

K. I. NATENADZE, L. M. SHEVARDNADZE, M. M. ZAALISHVILI

THE INFLUENCE OF DIVALENT CATIONS ON THE MELTING OF RECONSTRUCTED DNA-HISTONE H₁ COMPLEXES

Summary

The influence of Mg^{2+} , Ca^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} and Cu^{2+} ions on the thermal denaturation of DNA-histone H₁ complexes obtained by direct mixing in EDTA buffer has been studied. Considerable changes were observed in the shape of the melting curves of the complexes, the character of the changes being dependent on the type of ions. The effect of divalent cations may be associated with the modulation of DNA-protein relationship.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ლ. მ. შევარდნადზე, კ. ი. ნატენადზე, მ. მ. ჯაალიშვილი. Сообщения АН ГССР, 102, № 1981, 449—452.
2. C. Von Holt *et al.* FEBS Letters, 100, 1979, 201-218.
3. ი. შ. მერელიშვილი, ლ. მ. შევარდნადზე, ვ. ვ. გერასიმოვი, მ. მ. ჯაალიშვილი. Изв. АН ГССР, сер. биол., 8, № 1, 1982, 53—58.
4. А. А. Ахрем, Е. Ф. Лунец, Л. Н. Дорофеева, А. Н. Сипякин, В. Т. Андрианов. Биофизика, 24, 1979, 836—838.
5. В. Dod *et al.* Biochimie, 62, 1980, 289-292.
6. H. I. Li. Nucl. Acids Res., 2, 1975, 1275-1289.



М. Р. КАЗАХАШВИЛИ, Н. В. ВОРОНОВА

ВЛИЯНИЕ ДОФА И ДИСУЛЬФИРАМА НА СОДЕРЖАНИЕ РНК В НЕРВНЫХ КЛЕТКАХ ХВОСТАТОГО ЯДРА КРЫС

(Представлено академиком П. А. Кометиани 26.5.1983)

В наших предыдущих сообщениях было отмечено, что биогенные амины (норадреналин, адреналин, серотонин) влияют на содержание РНК в цитоплазме и ядрах нервных и глиальных клеток [1—3]. Этот факт позволил сделать вывод, что моноамины выполняют роль химического сигнала не только на уровне возбудимых мембран, но и на уровне генетического аппарата [4]. Известно, что предшественником катехоламинов является аминокислота фенилаланин и их образование в животном организме идет по следующему пути: фенилаланин→тирозин→диоксифенилаланин (ДОФА)→дофамин→норадреналин→адреналин. Дофамин выполняет роль передатчика нервной системы, и поэтому представляет большой интерес изучение его влияния на содержание РНК в нервных клетках. С помощью гистохимического флюоресцентного метода было показано, что клетки дофаминергической системы находятся в основном в черной субстанции [5]. Их аксоны идут преимущественно в неостриатум (в хвостатое ядро). В головном мозге существуют три дофаминергические системы: nigrostriарная, тубероинфундибулярная и мезолимбическая.

В литературе имеются факты относительно связи дофамина с тормозной функцией неостриатума [6]. Хвостатое ядро и воспринимающие области коры большого мозга объединены между собой двусторонними нервными связями. По мнению И. С. Бериташвили [7], хвостатое ядро принимает участие в общем облегчающем действии подкорковых образований на кору, в частности на воспринимающие зрительную и слуховую области, сильно способствуя памяти на слуховое и зрительное восприятие. Оно участвует в управлении двигательными реакциями. Нарушение обмена дофамина приводит к тяжелому заболеванию — паркинсонизму. У таких больных в хвостатом ядре дофамин практически отсутствует. Введение ДОФА восполняет недостаток дофамина, в основном снимая симптомы заболевания.

Целью настоящих исследований было изучение влияния дофамина на содержание РНК в нервных клетках хвостатого ядра. Увеличение количества дофамина достигалось путем введения ДОФА в III желудочек мозга, а также введением дисульфирама. Дисульфирам блокирует синтез окислительного фермента дофамин-β-гидроксилазы, прекращая образование норадреналина и способствуя накоплению дофамина.

Опыты проводили на белых крысах-самцах весом около 180—200 г. Дисульфирам вводили животным интраперитонеально из расчета 100 мг/кг веса, приготовленный на 1% растворе гуммиарабика. Спустя 2 часа животным вводили ДОФА (DL-3,4-дигидроксифенилаланин фирмы «Калбиоchem», США), интравентрикулярно билатерально по 6 мкл в количестве 18 мкг, приготовленный на физиологическом растворе. Контрольным крысам вводили интраперитонеально гуммиарабик, а интравентрикулярно — физиологический раствор. Животных



забивали через 30 мин после введения ДОФА, быстро извлекали мозг, фиксировали в растворе Карнуа, обезжизняли в спиртах и заливали в парафиновый блок. Срезы с хвостатом ядром обрабатывали ДНК-азой (0,5 мг/мл трис-маленинового буфера, рН 5,7, с конечной концентрацией Mg^{2+} 3 мМ) в продолжение 2 часов при 37°C. Окрашивание проводили галлоцианином по Эйнарсону. РНК выявляли в цитоплазме, карноплазме и ядрышке больших пирамидных клеток. Количество ее определяли в относительных единицах на микрофотометре фирмы «Рейхерт». Площадь исследуемых структур измеряли окулярмикрометром. Сравнивалось по 150 клеток у пяти опытных и пяти контрольных крыс.

Опыты интравентрикулярного введения ДОФА дали возможность получить данные, которые показали, что спустя 30 мин происходит уменьшение количества РНК в цитоплазме, карноплазме и ядрышке нейронов на 23,9; 14,6 и 25,6% соответственно (см. таблицу).

Изменение количества РНК (отн. ед.) в цитоплазме, карноплазме и ядрышке нейронов хвостатого ядра после введения ДОФА и дисульфирама

Условия опыта	Цитоплазма		Карноплазма		Ядрышко	
	$\bar{x} \pm m$	Изменение, %	$\bar{x} \pm m$	Изменение, %	$\bar{x} \pm m$	Изменение, %
Контроль	$11,89 \pm 0,84$	—	$8,55 \pm 0,39$	—	$1,25 \pm 0,07$	—
ДОФА	$9,05 \pm 0,50$	-23,9	$7,31 \pm 0,35$	-14,6	$0,93 \pm 0,05$	-25,6
Дисульфiram	$9,82 \pm 0,49$	-17,5	$8,33 \pm 0,34$	-2,6*	$1,28 \pm 0,08$	+ 2,4*
Дисульфiram + ДОФА (сравнивается с дисульфiramом)	$6,59 \pm 0,18$	-32,9	$8,35 \pm 0,39$	+0,2*	$1,40 \pm 0,07$	+ 9,3*

* Недостоверность изменения ($p > 0,05$)

ДОФА является предшественником дофамина, и дальнейший путь его превращения лежит через образование норадреналина. Это послужило основанием для предположения, что эффект введенного ДОФА нельзя полностью отнести за счет дофамина. Такое предположение подкрепляется результатами исследований, проведенных нами ранее, которыми было установлено, что после введения норадреналина в III желудочек мозга количество РНК в цитоплазме и карноплазме нейронов гипоталамуса уменьшается [1]. С другой стороны, из литературных данных известно, что после введения L-ДОФА внутрибрюшинно уровень дофамина в мозге быстро возрастает, а количество норадреналина либо незначительно возрастает [8], либо вовсе не меняется [9]. В работах Батчера и др. [10] было показано, что после введения ДОФА повышается флюоресценция только дофаминергических клеток, но не норадренергических. С целью исключения влияния норадреналина нами был использован дисульфiram. Как видно из таблицы, под его влиянием также происходит уменьшение содержания цитоплазматической РНК, хотя этот эффект проявляется в меньшей степени, чем под влиянием ДОФА. В карноплазме и ядрышке достоверных изменений не наблюдается. Интерес представляют результаты исследований, где животным на фоне дисульфирама вводили ДОФА. В этих опытах, путем блокирования дофамин- β -гидроксилазы вызывалось накопление дофамина в ткани мозга. Дисульфiram совместно с ДОФА вызывает еще большее уменьшение содержания

РНК в цитоплазме, чем дисульфирам или ДОФА (количество РНК уменьшается на 32,9%). Однако достоверных изменений в ядре нейрона не обнаружено.

По литературным данным, биогенные амины активируют генетический аппарат посредством циклазной системы [11]. С другой стороны, усиление функциональной активности нервных клеток сопровождается увеличением содержания РНК в них [12]. Имеются указания, что биогенные амины участвуют в этом процессе. Наши исследования не подтверждают это предположение. Сопоставляя данные наших ранних исследований и результаты настоящей работы, можно сделать следующий вывод: моноамины (норадреналин, серотонин, дофамин) однонаправленно изменяют содержание РНК в нервных клетках, а именно уменьшают ее количество в цитоплазме и карิโอплазме. Для интерпретации полученных результатов нам кажется необходимым изучить РНК-полимеразную и матричную активность ядер нервных клеток хвостатого ядра под влиянием дофамина в условиях наших опытов, что и является целью наших дальнейших исследований.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт физиологии
 им. И. С. Бериташвили

(Поступило 16.6.1983)

ბიოქიმია

ა. შახახაშვილი, ნ. ვორონოვა

დოფამინისა და დისულფირამის გავლენა რნმ-ის რაოდენობაზე
 ვირთაბვის კუდიანი ბირთვის ნერვულ უჯრედებში

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ დოფა იწვევს რნმ-ის რაოდენობის შემცირებას ნეირონების ციტოპლაზმასა, კარიოპლაზმასა და ბირთვებში. დისულფირამი აგრეთვე ამცირებს ციტოპლაზმატური რნმ-ის რაოდენობას, თუმცა ნაკლები ხარისხით. კარიოპლაზმასა და ბირთვებში მისი გავლენით ცვლილებები არ აღინიშნება. დისულფირამის ფონზე დოფა იწვევს რნმ-ის რაოდენობის შემცირებას კიდევ უფრო მეტად, ვიდრე თითოეული ნივთიერება ცალ-ცალკე. ამავე პირობებში კარიოპლაზმასა და ბირთვებში სტატისტიკურად სარწმუნო ცვლილებები არ იყო შემჩნეული.

BIOCHEMISTRY

M. R. KAZAKHASHVILI, N. V. VORONOVA

EFFECT OF DOPA AND DISULFIRAM ON THE RNA CONTENT
 IN THE NEURONS OF THE RAT CAUDATE NUCLEUS

Summary

The effect of dopamine on the quantitative distribution of RNA in the neurons of the rat's caudate nucleus was studied. The increase of endogenous dopamine was achieved by the intraventricular administration of DOPA and the intraperitoneal administration of disulfiram (an inhibitor of dopamine- β -hydroxylase synthesis).

DOPA was found to cause a decrease in the RNA content in the cytoplasm, caryoplasm and nucleoli of neurons. Disulfiram also decreased the RNA content, but to a lesser extent. The changes in the caryoplasm and nucleoli were not statistically significant. Against the background of disulfiram, DOPA leads to a still greater increase in the RNA content in the cytoplasm than is the case when they act separately. However, no statistically significant changes were observed in the nuclei.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Р. Казахашвили, Н. В. Воронова. Сообщения АН ГССР, 88, № 1, 1977, 185—188.
2. М. Р. Казахашвили, Н. В. Воронова. Сообщения АН ГССР, 92, № 2, 1978, 445—448.
3. М. Р. Казахашвили, Н. В. Воронова. Сообщения АН ГССР, 107, № 2, 1982, 405—408.
4. П. А. Кометиани. Нейрохимия, 1, 4, 1982, 394—405.
5. U. Ungerstedt. Acta Physiol. Scand. 367, 1971, 1-48.
6. Э. Б. Арушанян. Ж. невропатол. и психиатрии, 72, 1972, 595—603.
7. И. С. Бериташвили. Память позвоночных, ее характеристика и происхождение. М., 1974.
8. J. P. Chalmers *et al.* Proc. Nat. Acad. Sci, USA, 68, 1971, 662-666.
9. G. M. Everett, J. W. Borcharding, Science, 168, 1970, 849-850.
10. L. L. Butcher *et al.* Brain Res. 41, 1972, 387-411.
11. П. А. Кометиани, Н. Г. Алексидзе, Е. Э. Клейн. Нейрохимические аспекты памяти. Тбилиси, 1981.
12. В. Я. Бродский. Трофика клетки. М., 1966.



К. И. ЦИНЦАДЗЕ, Э. А. КВЕЗЕРЕЛИ, А. П. ЛЕЖАВА,
Р. Г. АВЕТИКОВ, Е. А. САРКИСОВ, Д. И. НОЗАДЗЕ

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ ГЕРМАНИЯ НА АРТЕРИАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ, ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММУ И ТЕКУЧЕСТЬ КРОВИ У СОБАК

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. И. Квеситадзе 2.9.1983)

Развитие бионеорганической химии по-новому осветило роль био-металлов в жизненных процессах, ионы которых способны образовывать комплексные соединения с органическими веществами — лигандами.

В качестве лигандов определенный интерес представляют гидразиды пиколиновой (ГПК) и никотиновой кислот (ГНК), обладающие биологической активностью [1, 2].

Известно, что германий является биомикроэлементом для всех живых существ, в частности для растений (чеснок, женьшень, алоэ, грибы, герань) [3—5]. Он стимулирует эритропоэз [6], расширяет периферические кровеносные сосуды у крыс со спонтанной гипертензией [7].

В настоящем сообщении излагаются результаты изучения влияния данных соединений на артериальное давление, ЭКГ и текучесть крови. При этом обращается внимание на состав и структуру, а также на различие в лигандах с целью установления их роли в биологической активности германиевых комплексов.

Опыты ставились на собаках. Под этаминал-натриевым внутривенным наркозом (0,025 г/кг) отпрепаровывался центральный конец общей сонной артерии, который соединялся со ртутным манометром для регистрации артериального давления. ЭКГ записывалась в трех стандартных отведениях. До и в различные периоды после введения веществ исследовались вязкость крови, взятая из бедренной вены (вискозиметром), показатель гематокрита (бралось соотношение плазмы крови и форменных элементов). Рассчитывалась текучесть крови как произведение артериального давления на показатель гематокрита, деленное на вязкость крови. Определялись: содержание гемоглобина (по Сали), эритроцитов (в камере Горяева), сахар крови (по Хагедорн Йенсену), артерио-венозная разница оксигемоглобина (в оксигемометре), каталазный показатель эритроцитов (по А. Н. Баху и С. Р. Зубковой). Соединения германия вводились внутривенно в дозах 2—5 мг/кг.

Как показано в таблице, комплексные соединения германия с ГПК снижают содержание сахара крови больше всего под влиянием смешанного бромидотиоцианатного комплекса. При этом уменьшается артерио-венозная разница оксигемоглобина, что указывает на уменьшение потребления кислорода тканями бедра, больше всего опять-таки под влиянием того же комплекса, а также уменьшается содержание гемоглобина. Содержание эритроцитов уменьшается



Влияние координационных соединений германия на ряд показателей

№	Соединения	Вязкость	Гематокрит	Гемоглобин, г%	Эритроциты, млн в 1 мм ³	Гемоглобин в 1 эритроците	Цветной показатель	Сахар крови, мг%	Арт.-вен разниаца окси-моглобина	Каталазное число эритроцитов	Арт. давление, мм рт. ст.	Текучесть	Ритм, мин	R ₁ , мв	QT, % к должному
1	Д ₀	5,2	1,27	4,43	4,43	31,60	0,948	88	28	0,027	194	39,86	167	12	7
	GeI ₄ -4ГПК 2 мг/кг	5,2	1,27	12,43	3,33	37,23	1,11	65	26	0,025	180	49,89	187	12,5	9
2	% от исходного	100	100	88	75	118	117	74	93	92	93	125	112	104	128
	GeBr ₂ (NCS) ₂ -4ГПК 2мг/кг	5,2	1,27	10,4	4,42	23,50	0,705	49	22	0,030	162	42,98	193	9	29
3	% от исходного	100	100	74	99,7	74	74	55	78	111	83	108	115	75	414
	Ge(NCS) ₄ -2ГПК 2мг/кг	5,4	1,17	11,4	5,22	21,83	0,615	72	22	0,032	162	35,53	162	13	2
4	% от исходного	104	92	81	118	69	65	82	86	118	83	89	97	108	23
	Д ₀	5,2	1,17	11	4,99	22,04	0,661	97	8	0,061	196	47,86	153	5	10
5	GeBr ₄ -4ГПК 5 мг/кг	5,4	1,08	10,5	4,77	22,01	0,660	134	14	0,046	210	46,00	145	24	20
	% от исходного	104	92	95	95	100	100	138	175	75	107	96	95	480	200
6	GeCl ₄ -6ГПК 5 мг/кг	5,0	1,27	10,5	4,32	24,30	0,729	134	20	0,062	240	62,74	158	26	37
	% от исходного	96	108	95	86	110	110	138	250	102	122	131	103	520	370
7	GeI ₄ -4ГПК 5 мг/кг	5,2	1,27	10	4,47	22,37	0,671	134	22	0,064	170	43,71	141	25	18
	% от исходного	100	108	91	89	101	101	138	275	105	87	91	92	500	180

от иодидного комплекса с ГПК, не меняется от смешанного бромидотиоцианатного и увеличивается от тиоцианатного комплекса с ГПК. В результате этого содержание гемоглобина в одном эритроците увеличивается от иодидного комплекса, уменьшается от смешанного бромидотиоцианатного и еще больше от тиоцианатного комплекса с ГПК. Аналогично ведет себя цветной показатель. Вязкость крови и показатель гематокрита не меняются под влиянием комплексных соединений с ГПК.

Артериальное давление слегка уменьшается от иодидного и еще больше от бромидного и тиоцианатного комплексов. В результате этого текучесть крови больше всего увеличивается от иодидного, в меньшей мере от смешанного бромидотиоцианатного комплекса с ГПК, а тиоцианатный комплекс ведет к уменьшению текучести крови.

Ритм ЭКГ увеличивается от иодидного, еще больше от смешанного бромидотиоцианатного комплекса и не меняется от тиоцианатного. Вольтаж зубца P_1 ЭКГ уменьшается от смешанного бромидотиоцианатного комплекса и не меняется от других комплексов. Смешанный бромидотиоцианатный комплекс резко увеличивает длительность электрической систолы, что говорит о поражении метаболизма миокарда. Каталазный показатель эритроцитов не претерпевает изменений от комплексных соединений германия с ГПК.

Комплексные соединения германия с ГНК ведут себя иначе по сравнению с аналогичными соединениями ГПК. Все соединения германия с ГНК ведут, напротив, к гипергликемии. Увеличивается артерио-венозная разница оксигемоглобина, причем больше всего от иодидного комплекса. Содержание гемоглобина уменьшается незначительно. Содержание эритроцитов уменьшается больше всего от хлоридного комплекса германия с ГНК. Содержание гемоглобина в одном эритроците практически не меняется, так же как и вязкость крови и показатель гематокрита. Аналогично ведет себя и цветной показатель.

Артериальное давление увеличивается больше всего от хлоридного комплекса ГНК с германием, что увеличивает текучесть крови. Ритм ЭКГ меняется мало. Зато вольтаж зубца R растет значительно, почти в 5 раз, от всех соединений германия с ГНК. Увеличивается также и электрическая систола, больше всего от хлоридного комплекса. Каталазный показатель эритроцитов уменьшается от бромидного комплекса германия с ГНК, что указывает на некоторое антиоксидантное действие данного соединения.

Итак, при одинаковом галогениде в составе комплексного соединения германия эффект зависит от лиганда, причем ГПК понижает целый ряд функций, а ГНК стимулирует их.

Такой вывод может найти применение в терапии внутренних болезней, что позволит применять комплексные соединения с ГПК для подавления функций, а с ГНК для стимуляции их. Эти данные получены на интактных животных. В патологии все данные могут вести себя иначе.

Изучение других комплексных соединений германия можно считать перспективным.

პ. ცინცაძე, ე. კვეზერელი, ა. ლეშავა, რ. ავეტიკოვი, ე. სარკისოვი,
 დ. ნოზაძე

გერმანიუმის ზოგიერთი კოორდინაციული ნაერთების გავლენა
 არტერიულ წნევაზე, ელექტროკარდიოგრამაზე და სისხლის
 დინამოგრაფიაზე ძაღლებში

რეზიუმე

ძაღლებზე ჩატარებულია მწვავე ცდები ეთამინალ-ნატრიუმის ნარკოზის
 გამოყენებით და გამოკვლეულია გერმანიუმის ზოგიერთი კოორდინაციული ნა-
 ერთის გავლენა არტერიულ წნევაზე, ელექტროკარდიოგრამაზე და სისხლის
 დინამოგრაფიაზე ინტრავენური შეყვანისას (2—5 მგ/კგ). შესწავლილია ნიკოტინის
 (ნმჰ) და პიკოლინის (პმჰ) შეყვანის პირობებში გერმანიუმის ჰალოგენ-
 დიანი და შერეული ჰალოგენიდურ-თიოციანატის კოორდინაციული ნაერთ-
 ბის შედგენილობისა და სტრუქტურის მნიშვნელობა. დადგენილია, რომ გერ-
 მანიუმის კომპლექსური ნაერთები პმჰ-თან ავლენენ ჰიპოტენზიურ, ჰიპოგლი-
 ცემურ აქტივობას. გერმანიუმის კოორდინაციული ნაერთები ნმჰ-თან კი, პირი-
 ქით, ავლენენ ჰიპერტენზიურ, ჰიპერგლიკემიურ მოქმედებას, ზრდიან ქსოვი-
 ლებში უანგბადის მოხმარებას და ელექტროკარდიოგრამის კბილების ვოლტაჟს,
 ახანგრძლივებენ გულის ელექტრონულ სისტოლას.

BIOCHEMISTRY

K. I. TSINTSADZE, E. A. KVEZERELI, A. P. LEZHAVA, R. G. AVETIKOV,
 E. A. SARKISOV, D. I. NOZADZE

INFLUENCE OF SOME COORDINATION COMPOUNDS OF
 GERMANIUM ON THE ARTERIAL PRESSURE,
 ELECTROCARDIOGRAM AND RHEOLOGY
 OF BLOOD IN DOGS

Summary

In acute experiments with dogs under nembutal intravenous narcosis
 (2-5 mg/kg) the influence of some coordination compounds of germanium on
 arterial pressure, ECG and rheology of the blood was studied. The im-
 portance of the chemical structure and composition of halogenide and thiocy-
 anate complex compounds with hydrazides of nicotinic (HNA) and picolinic
 (HPA) acids was investigated coordinated compounds of germanium with
 hydrazides of picolinic acid manifest hypotensive and hypoglycemic action,
 whereas coordination compounds of germanium with hydrazides of ni-
 cotinic acid have a hypertensive and hyperglycemic effect, increasing
 the arterio-venous difference of oxyhemoglobin, the R voltage of the ECG and
 prolonging the electrical systole of the heart.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. K. Nagano *et al.* Тамуга. Chem. Pharm. Bull., 11, № 5. 1963, 797-799.
2. A. R. Ratritzky. J. Chem., Soc. 12, 1954, 4038-4040.
3. М. Г. Воронков. Химия и жизнь, № 3, 1982, 54—56.
4. K. Asai. Organic Germanium a Medical Godsend, Kogakusha, Ltd. Tokyo, 1977.
5. K. Asai, M. Miraele. Cure Organic Germanium, Japan Publications, Inc., Tokyo, 1980.
6. F. S. Hammett *et al.* J. Exp. Med., 35, 1922, 173.
7. K. Asai, N. Kakimoto. Англ. пат. № 13, 65997, 1974.

Н. О. ГОНИАШВИЛИ

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ НИТРОГЕНАЗНОЙ АКТИВНОСТИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. Н. Нуцубидзе 13.7.1983)

При определении активности большинства ферментов исследуются гомогенные системы (фермент и субстрат в растворе), поэтому определение скорости превращения субстрата удается сравнительно легко (титрование, спектрофотометрический метод и др.). В случае, когда фермент и субстрат составляют гетерогенную систему, положение осложняется. Мы имеем в виду случай, когда фермент находится в растворе или на поверхности твердой среды, а субстрат — в газообразном состоянии.

В настоящее время для определения удельных активностей такого типа ферментов одним из доступных, простых и точных методов является газовая хроматография.

Этим методом определяется активность азотфиксирующих микроорганизмов и выделенного из них фермента — нитрогеназы. Хотя природным субстратом нитрогеназы является молекулярный азот, почти во всех лабораториях мира, где изучают свойства этого фермента, для определения его активности пользуются косвенным, так называемым ацетиленовым методом [1, 2].

Известно, что, наряду с азотом, ацетилен, а также целый ряд соединений, содержащих тройную связь (азиды, окись азота, нитрилы, изонитрилы, алкины), являются субстратом нитрогеназы [3]. В отличие от других субстратов, восстановление ацетилена до этилена ферментом характеризуется высокой скоростью, что является основной причиной применения этой реакции в качестве метода определения активности нитрогеназы.

Однако в литературе мало данных о технике и сущности определения нитрогеназной активности ацетиленовым методом.

Мы определяли удельную активность нитрогеназы разными способами:

I. Строили калибровочную кривую зависимости разных парциальных давлений от соответствующих высот пиков этилена. Основной формулы определения удельной активности нитрогеназы служило выражение

$$n = PV/RT. \quad [4]$$

Пробы вводили в хроматограф с помощью шприца. По высоте пика определяли парциальное давление и вычисляли удельную активность.

II. Пробы вводили в хроматограф с помощью дозатора. Используя ту же калибровочную кривую, удельную активность вычисляли как в первом случае.

III. Для введения проб использовали дозатор, а удельную активность определяли по выведенной нами нижеприведенной формуле.

Во всех случаях использовали одно и то же количество фермента (2 мг). Инкубацию проводили в течение 15 мин при 30°C. Инкубационная смесь содержала определенные количества хлорида магния, дитионита натрия, АТФ, креатинфосфата динатриевой соли, креатинфосфокиназы и трис-буфера.

Колонку (1000×3 мм) хроматографа заполняли мелкогранулированной окисью алюминия (0,2—0,4 мм частицы). Температура термостата колонок хроматографа была 100°C, скорости подачи гелия, водорода и воздуха соответственно составляли 20, 20 и 200 мл/мин. Использовали детектор ионизации в пламени.

Результаты определения удельных активностей фермента различными способами представлены в таблице.

Сравнение этих данных показало, что неидентичность результатов в первом случае обусловлена неточностью взятия газообразных проб из инкубационных сосудов, а также введением их в хроматограф с помощью шприца.

Нитрогеназная удельная активность при различных способах её определения

	Удельная активность, нмоли/мг·мин					
	I	II	III	I	II	III
Очищенная на 75% нитрогеназа	596	620	638	627	621	638
	620	620	638	591	623	638
	602	621	638	639	619	639
	600	620	637	630	620	638
	636	618	637	611	620	640
	642	621	639	641	620	638

С использованием дозатора (II случай) получали повторяемые результаты. Однако недостатками этого способа, так же как и в первом случае, являются трудоемкость и сравнительная сложность построения калибровочной кривой, к тому же возможны ошибки, иногда и грубые.

По нашим соображениям, можно значительно упростить методику определения активности нитрогеназы путем использования дозатора и минуя построение калибровочных кривых (III случай).

Аналитическую колонку хроматографа ЛХМ-8МД с помощью полиэтиленовой трубки, проводящей гелий, соединяли с дозатором, вынесенным вне прибора.

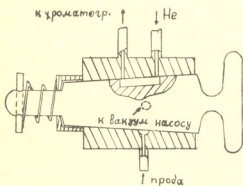


Рис. 1. Разрез схемы дозатора для напуска в хроматограф газовых проб

Модифицированный нами дозатор (рис. 1) представляет собой закрытый трехходовой кран, 5-сантиметровый цилиндрический корпус которого изготовлен из нержавеющей стали. Внутри корпуса скользит плотно прижатый конусообразный стеклянный сердечник с рабочим объемом 0,2 мл. С наружной же стороны под углом 120° в трех местах припаяны тонкие стальные трубки, расположение которых совпадает с рабочим объемом сердечника. Соответственно этим положениям происходят эвакуация воздуха из рабочего объема, заполнение последнего аналитической пробой и транспортировка гелием на аналитическую колонку хроматографа.

Опыты показали, что такой дозатор очень удобен и прост в употреблении, кроме того, исключается возможность больших потерь ана-

литических проб, что нежелательно при работе с ферментами, и, самое главное, результаты повторимы. Дозатор, которым укомплектован хроматограф, неприменим, так как характеризуется большими потерями и неудобен для употребления аналитических целей.

Нужную нам формулу вычисления удельной активности мы вывели следующим образом:

Инкубацию для определения активностей нитрогеназы проводили в анаэробных условиях в закупоренных пенициллиновых склянках, в которые вместе с ацетиленом вносили инертный газ — гелий. Нитрогеназа катализировала превращение ацетилена в этилен. Удельная активность нитрогеназного комплекса колеблется в пределах (0—1000) нмоль/мг·мин. Исходя из этого в откалиброванный по объему сосуд вносили точный объем этилена в возрастающих количествах. Внесенные объемы этилена доводили до нормальных условий ($P=760$ мм рт. ст., $T=273$ °К) по формуле $V_0 = PV_T/P_0T$ [4], где P — давление воздуха во время работы (мм рт. ст.), T — температура воздуха (°К), V — взятые количества этилена (мл), V_0 — количества этилена, доведенные до нормальных условий (мл).

В каждом случае мерный сосуд соединяли с дозатором и определяли высоту пика (мм), даваемую этиленом. При нормальной работе хроматографа высота пика растет прямо пропорционально количеству этилена. Объемы этилена V_0 , вносимые в мерный сосуд, выражали в наномолях. При нормальных условиях 1 моль = 22400 мл, 1 моль = 10^9 нмоль, 1 мл = 44643 наномоль [4]. Полученные числа наномолей ($44643 \cdot V_0$) соответствовали объему мерного сосуда. Нас интересовали количества этилена, содержащиеся в 1 мл, поэтому величины $44643 \cdot V_0$ делили на объем калиброванного сосуда. После этого определяли количества этилена, соответствующие пикам высотой 1 мм, для чего количества этилена в 1 мм делили на высоты соответствующих пиков. Отметим, что при нормальной работе хроматографа получали почти одну и ту же величину. Эта величина — количество этилена (нмоль), соответствующее объему 1 мл и длине пика 1 мм, которую обозначаем через K . Единица измерения K — нмоль·мм⁻¹·мл⁻¹.

Формула для вычисления удельной активности фермента принимает следующий вид: уд. активность = $KVh/m\tau$ (нмоль/мг⁻¹·мин⁻¹), где V — объем газовой фазы в инкубационном сосуде (мл), h — высота опытного пика этилена (мм), m — количество фермента в инкубационной среде (мг), τ — время инкубации фермента (мин).

Величина K постоянна в том случае, если не меняются скорости газоносителя, водорода и воздуха в хроматографе. При увеличении скорости газоносителя K уменьшается, поскольку увеличивается высота пика этилена. Поэтому определение активности нитрогеназы должно всегда производиться при том режиме работы хроматографа, при котором было вычислено K . Следует отметить, что определение K производится в области одной из чувствительностей хроматографа и уже в процессе работы возможно использовать другую область чувствительности, по которой можно легко высчитать первоначальную. Периодически следует проверять величину K , чем одновременно контролируется режим работы хроматографа. При постоянности K прибор в режиме, в противном случае значение K надо изменить.

Такой методикой можно определять удельные активности всех азотфиксирующих микроорганизмов, а также тех ферментов, субстраты которых представляют газохроматографически регистрируемые газы.

6. ლონიაშვილი

ნიტროგენაზული აქტივობის განსაზღვრისათვის

რეზიუმე

მოდულირებულია ნიტროგენაზული აქტივობის გაზ-ქრომატოგრაფიული განსაზღვრის აცეტილენური მეთოდი დოზატორის გამოყენებით. მოცემულია ხვედრითი აქტივობის გამოსათვლელი ფორმულის გამოყვანის მარტივი ხერხი.

BIOCHEMISTRY

N. O. GONIASHVILI

TOWARDS THE DETERMINATION OF NITROGENASE
ACTIVITY

Summary

The gaschromatographic method of nitrogenase specific activity determination by the reaction of acetylene reduction through the use of a dosing apparatus has been modified. A simple technique is proposed for deducing a formula for the calculation of specific activity.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. R. W. F. Hardy *et al.* Soil Biol. and Biochem., 5, № 1, 1973, 47-65.
2. Г. Л. Шапошников. Биохимические методы. М., 1980, 207--209.
3. Проблемы фиксации азота. М., 1982, 455—489.
4. А. Патон. Энергетика и кинетика биохимических процессов. М., 1968, 8—15.

ФИТОПАТОЛОГИЯ

Д. М. БУДЖИАШВИЛИ

О СВЯЗИ МЕЖДУ УСТОЙЧИВОСТЬЮ ЛИМОНОВ К МАЛЬСЕККО
И КОНЦЕНТРАЦИЕЙ СВОБОДНЫХ РАДИКАЛОВ

(Представлено академиком Л. А. Канчавели 3.5.1983)

Цитрусовые культуры имеют большое народнохозяйственное значение. Но они подвержены многим грибным заболеваниям, среди которых вредоносностью выделяется заболевание лимонов мальсекко. Возбудителем мальсекко является грибок *Phoma tracheiphila* Petri. Несмотря на то что изучение его биологии началось достаточно давно, радикальных мер борьбы с ним в настоящее время еще не имеется [1].

Единственной действенной мерой остается выведение и внедрение в производство устойчивых сортов.

Поэтому особая важность придается исследованиям, направленным на выяснение причин, обуславливающих устойчивость растений к различным видам патологии, совершенствование методов оценки устойчивости, выявление и выведение устойчивых форм.

Все большую роль приобретают физико-химические методы исследования биологических объектов. Так, при помощи метода электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) можно получать ценные сведения о свободнорадикальных состояниях, протекающих в метаболизирующих клетках, не разрушая и не видоизменяя их [2].

Цель работы — определить, существует ли взаимосвязь между устойчивостью лимона к мальсекко и концентрацией свободных радикалов в их клетках.

В качестве объектов исследования были выбраны двухлетние саженцы лимонов двух сортов, различающиеся по устойчивости к мальсекко: сильно восприимчивый Новогрузинский и сравнительно устойчивый Мейер.

Для ЭПР измерений листья одного яруса гомогенизировались и замораживались в цилиндрических пластиковых пресс-формах высотой 20 мм и диаметром 4 мм при -196°C в темноте. В темноте же измерялся сигнал фотосистемы 2 с $g=2\ 0046$ и $\Delta H=19-20$ эрс. При освещении в резонаторе этого же образца через запредельный волновод фокусированным пучком красного света регистрировался суммарный сигнал свободных радикалов фотосистем 1 и 2 (на сигнал фотосистемы 2 накладывался сигнал фотосистемы 1 с $g=2\ 0025$ и $\Delta H=8-10$ эрс). На сегодняшний день установлено, что сигнал ЭПР фотоси-



стемы 1 обусловлен окисленной формой реакционного центра фотосистемы 1, пигмента P_{700}^+ [3], а за сигнал фотосистемы 2 ответственные свободнорадикальные реакции, протекающие в фотосистеме 2 со стороны окисления воды [4].

Спектры ЭПР регистрировались на спектрофотометре ЭПР TSN-254 фирмы «Tomson-CSF», в прямоугольном резонаторе отражательного типа, при мощности СВЧ поля 0,5 мвт, в кварцевом сосуде Дьюара с жидким азотом. Для сравнения использовался стандартный образец, содержащий Mn^{2+} . Данные приводятся в относительных единицах в пересчете на единицу веса.

Средние значения концентраций свободных радикалов в двух сортах лимона за 5 суток роста

Сорт лимона	Концентрация свободных радикалов сигнала ЭПР фотосистемы 2	Концентрация свободных радикалов суммарного сигнала
Новогрузинский	$1,70 \pm 0,31$	$1,81 \pm 0,34$
Мейер	$1,00 \pm 0,28$	$1,00 \pm 0,24$

В таблице представлены средние значения концентраций свободных радикалов сигнала ЭПР фотосистемы 2 и суммарного сигнала в клетках лимонов двух исследованных сортов за 5 суток роста.

В клетках сравнительно устойчивого сорта Мейер концентрация свободных радикалов как сигнала ЭПР фотосистемы 2, так и суммарного сигнала понижена. Естественно заключить, что и концентрация сигнала ЭПР фотосистемы 1 также понижена по сравнению с сильно восприимчивым сортом Новогрузинский.

Можно предположить, что в клетках сильно восприимчивого сорта Новогрузинский большее содержание реакционных центров фотосистемы 1 и электрон-транспортных цепей обеспечивают более благоприятные условия для внедрения и жизнедеятельности гриба *Phoma tracheiphila* Petri, вызывающего заболевание лимона мальсекко.

Таким образом, установлена обратная корреляция между устойчивостью лимонов к мальсекко и концентрацией свободных радикалов.

Одной из причин повышенной устойчивости лимона к мальсекко, видимо, можно считать меньшее содержание реакционных центров фотосистемы 1 и электрон-транспортных цепей, обеспечивающих меньшую интенсивность фотосинтетических реакций в клетках сравнительно устойчивого сорта.

Всесоюзный научно-исследовательский институт прикладной молекулярной биологии и генетики
Региональный отдел молекулярной биологии



დ. ბუჯიაშვილი

ბავშვირი ლიმონის მალსეკოს მიმართ გამძლეობასა და თავისუფალი რადიკალების კონცენტრაციას უკრის

რეზიუმე

შესწავლილია თავისუფალი რადიკალების კონცენტრაცია ლიმონის ორ ჯიშში, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდება გამძლეობით მალსეკოს მიმართ. დადგენილია, რომ შედარებით გამძლე ჯიშში „მეიერი“ შეიცავს თავისუფალი რადიკალების უფრო დაბალ კონცენტრაციას, მიმდებრინ „ახალქართულთან“ შედარებით.

PHYTOPATHOLOGY

D. M. BUJIASHVILI

THE RELATION BETWEEN THE RESISTANCE OF LEMONS TO PHOMA TRACHEIPHILA PETRI AND THE CONCENTRATION OF FREE RADICALS

Summary

The concentration of free radicals in two varieties of lemon was investigated by the ESR technique. "Meier" variety—more resistant to Phoma tracheiphila Petri—was found to a lower concentration of free radicals in comparison with the "New Georgian" variety.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. А. Канчавели, К. Г. Гикашвили. Труды Ин-та защиты растений АН СССР, 5, 1948.
2. N. M. Emanuel. Ann. N-Y Acad. Sci., № 222, 1973, 1010.
3. J. T. Warden, J. R. Bolton. J. Amer. Chem. Soc., 94, № 12, 1972, 4351.
4. R. H. Lozier, W. L. Butler. Photochem. and Photobiol., № 17, 1973, 133



Н. Г. ГЕГЕНАВА

ЭТАФОС — ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ПРЕПАРАТ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ НА ВИНОГРАДНИКАХ

(Представлено академиком Л. А. Канчавели 4.5.1983)

Этафос — препарат отечественного производства, предлагается как несистемный инсектицид и частично инсектоакарицид для борьбы с сосущими и грызущими вредителями в ряде технических, плодовых, ягодных и овощных культур.

Установив высокую токсичность против основных вредителей виноградной лозы и частичную фунгицидную активность в условиях Грузии [1], мы задались целью, наряду с токсикологическими параметрами, изучить вопросы, не менее важные для оценки пестицидов, такие как динамика разложения остатков этафоса в ягодах и листьях винограда, его фитотоксичность и влияние на механический и биохимические показатели винограда.

Опыты проводились в 1979—1982 гг. в Дигомском учебно-опытном хозяйстве ГрузСХИ. Модельные насаждения опрыскивались 0,2%-ной эмульсией этафоса. Остаточные количества препарата определялись методом тонкослойной хроматографии и колориметрии [2, 3]. Эталоном служил фозалон.

Фитотоксичность устанавливалась методом, предусматривающим определение среднего балла ожогов подопытных растений в его переводе в проценты посредством интерполяции на градуированной кривой, нанесенной на полулогарифмическую сетку, затем на абсциссе координатной сетки откладывались логарифмы испытуемых концентраций, а на ординате — пробиты ожигаемости и по преобразованной формуле Гупилса—Михалиса рассчитывались максимальные концентрации, вызывающие ожог растений на уровне 0,01 и 50% [4].

Этафос применялся в различных концентрациях с кратностью разбавления 1,5. Фитотоксичность этафоса определялась как в отдельности, так и в комбинации с цинебом, в которой соотношение этафос-фунгицид составило 1:1,63 и с серой — 1:2,66. Общие сахара определялись методом Бертрана [5], определялась также титруемая кислотность.

Остаточные количества препарата в растении изучались также при его отдельном применении и в комбинированных смесях с фунгицидами с целью выявления характера влияния сочетания препаратов на уровень остатков.

Как показали исследования (график), убыль пестицидов протекает по экспоненциальному закону, что характерно для реакции первого порядка. Основная масса этафоса (60—70%) разлагается в первые 10—15 дней, дальше скорость деструкции уменьшается. Детоксикация пестицидов в винограде происходит раньше, чем в листьях, в которых препарат полностью разлагается значительно медленнее (в плодах фозалон за 40, в листьях за 45 дней, а этафос в плодах за 25 дней, в листьях за 28 дней).

Интенсивность деструкции инсектицидов зависит от присутствия цинеба, серы и бордоской жидкости. Фунгициды в значительной степени способствуют разложению фозалона и этафоса. В комбинации с цинебом и серой они разрушаются на 6—7 дней раньше, чем при применении их в отдельности.

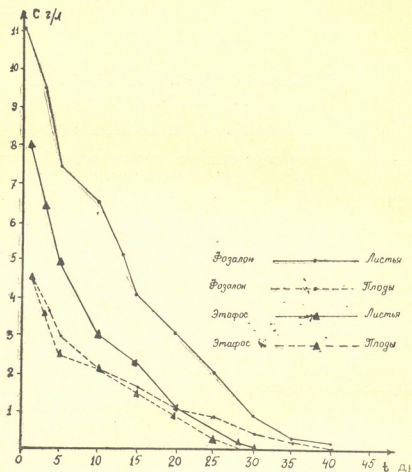


Рис. 1. Динамика разложения этафоса и фозалона в листьях и ягодах виноградной лозы

Математическая обработка данных, полученных при определении ожигаемости листьев виноградной лозы, показала (табл. 1), что безвредной является концентрация этафоса 0,48%. С использованием смеси этафоса и цинеба такой оказывается концентрация 1,24%, в которой содержание этафоса составляет 0,55%. При применении смеси этафоса и купрозана картина меняется и максимальная безвредная концентрация получается чуть ниже, чем при использовании отдельной эмульсии этафоса. То же наблюдается и в отношении 50% уровня ожигаемости. Следовательно, при комбинировании этафоса и купрозана фитотоксичность хотя незначительно, но все-таки усиливается. Смесь этафос-сера не вызывает ожога при применении в 1,47% концентрации, где содержание этафоса составляет 0,4%. Таким образом, в смеси с цинебом фитотоксичность этафоса уменьшается, а с серой — увеличивается. Та же картина наблюдается и при применении смеси этафоса и каратана, когда максимальная безвредная концентрация этафоса снижается с 0,48 до 0,29%, а максимальная, вызывающая 50% ожогов площади листьев — с 1,32 до 0,84%. Если принять во внимание, что этафос в виноградниках рекомендуется в 0,2—0,3% кон-



центрации, то можно заключить, что его применение как в отдельности, так и в смесях не представляет опасности для виноградной лозы с точки зрения фитотоксичности.

Таблица 1

Показатели фитотоксичности этафоса и его комбинированных смесей с цинебом и серой к листьям винограда

№ п/п	Препарат или смесь	Эффективная против вредных организмов концентрация, % по препарату	Максимальная безредная концентрация, % по препарату	Максимальная концентрация, вызывающая ожог 50% площади листьев, %
1	Этафос	0,2—0,3	0,48	1,32
2	Смесь этафоса и цинеба (1:1,63)	0,7	1,24 (0,55% этафоса+ +0,69% цинеба)	3,84 (1,46% этафоса+ 2,38% цинеба)
3	Смесь этафоса и купрозана (1:1,63)	0,7	1,12 (0,46% этафос+ +0,66% купрозана)	3,46 (1,28% этафоса+ 2,18% купрозана)
4	Смесь этафоса и серы (1:2,66)	1,1	1,47 (0,4% этафоса+ +1,67% серы)	3,1 (0,84% этафоса+ +2,2% серы)
5	Смесь этафоса и каратана (1:1)	0,4	0,58 (0,29% этафоса+ 0,29% каратана)	1,68 (0,84% этафоса+ +0,84% каратана)

Механический и химический анализ ягод, обработанных этафосом, показал (табл. 2), что этот препарат способствует увеличению среднего веса гроздьев и ягод по сравнению с эталоном, увеличивает также содержание общих сахаров, а титруемая кислотность уменьшается.

Таблица 2

Результаты механического и химического анализа виноградов

Препарат и концентрация, %	Средний вес гроздьев, г	Масса, г			Общие сахара %	Титруемая кислотность, г/л
		Вес ягод (100 ягод), г	Вес кожуры (100 ягод), г	Вес мякоти (100 ягод), г		
Этафос (0,2%)	296,76	1230	43,6	201,3	19,1	6,0
Фозалон (0,2%)	245,1	1194	48,0	192,1	19,1	6,4
Контроль	200,6	980	49,2	179,1	17,8	6,5

Из вышеуказанного следует, что этафос, обладая высокой эффективностью против основных вредителей виноградной лозы и частичной фунгицидной активностью, в рекомендованных концентрациях благо-

приятно влияет на химический и механический состав винограда, нефитотоксичен и безопасен с санитарно-гигиенической точки зрения, так как в течение 25 дней в плодах он полностью разлагается.

Научно-исследовательский институт
защиты растений
МСХ ГССР

(Поступило 6.5.1983)

ენტომოლოგია

ბ. გეგენავა

ენტომოსი პერსპექტიული პრეპარატი ვენახებში გამოსაყენებლად

რეზიუმე

1979—1982 წწ. ჩატარებული გამოკვლევებით დადგინდა, რომ აღმოსავლეთ საქართველოს პირობებში ეტაფოსი, გარდა იმისა, რომ ეფექტურია ვაზის ძირითადი მავნე ორგანიზმების წინააღმდეგ, აუმჯობესებს ყურძნის მექანიკურ და ბიოქიმიურ მაჩვენებლებს. ვაზის მიმართ არაფიტოტოქსიკურია რეკომენდებულ კონცენტრაციებში და მისი გამოყენება უსაფრთხოა სანიტარიულ-ჰიგიენური თვალსაზრისითაც.

ENTOMOLOGY

N. G. GEGENAVA

ETAPHOS: A PROSPECTIVE PREPARATION FOR APPLICATION IN VINEYARDS

Summary

Investigations carried out in 1979-1982 showed that in conditions of Georgia etaphos, apart from being effective against the main harmful organisms of the vine, improves mechanical and biochemical indices of grapes. It is non-phytotoxic in the recommended concentrations and its use is safe from the sanitary point of view.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Г. Гегенава. Республиканская научная конференция молодых ученых и аспирантов, посвященная 60-летию Советской Грузии. Тбилиси, 1981.
2. ლ. გ. ადეიშვილი. Сб. «Методы определения микроколичеств пестицидов». М., 1977.
3. И. Ш. Заманская, К. А. Гар. Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде, ч. XI. М., 1981.
4. Н. И. Иванов. Методы физиологии и биохимии растений. М., 1964.
5. გ. გეგენავა. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XX, № 6, 1958.



Н. А. КОСТЕНКО, Н. Г. ЭРИСТАВИ

НЕКОТОРЫЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ИЗУЧЕНИЯ НЕЙРОНАЛЬНО-ИЗОЛИРОВАННОЙ ПОЛОСКИ КОРЫ МОЗГА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Д. Туманишвили 16.6.1983)

Изолированная полоска коры использовалась многими физиологами для изучения ее электрических ответов на прямое раздражение [1—4]. В частности, известно, что в ответ на одиночный сильный стимул возникают два отрицательных компонента: дендритный потенциал, отражающий ВПСП верхушечных дендритов, и медленный отрицательный потенциал, который имеет в основном глияльное происхождение [5]. В связи с этим было интересно изучить нейроглиальные отношения в изолированной полоске коры и сравнить полученные данные, а также прямые ответы изолированной полоски с интактной корой. В известных нам работах [6—9] имеются данные о цитоархитектонике и количественных изменениях нейроглии в хронически изолированной полоске, но нет подробных сведений о нейроглии в изолированной полоске в остром эксперименте и отсутствуют данные о глияльном индексе. Изолированная полоска коры удобна тем, что в ней исключено влияние подкорки и резко ограничены корково-корковые связи, чем упрощается анализ изучаемых электрофизиологических реакций.

У взрослых кошек под нембуталовым наркозом (60—80 мг/кг) проводилась субпиальная изоляция полоски коры по методу Сентаготаи [10] в области средней супрасильвиевой извилины. Длина полоски — 15 мм, ширина — 5 мм. Для морфологического исследования изолированные полоски не подвергались раздражению. После формалиновой фиксации материал заливался в парафин и срезы толщиной 15 мкм окрашивались крезилвиолетом и галлоцианин-хромовыми квасцами по Эйнарсону. Для выяснения глионейрональных отношений в 40 случайных полях зрения подсчитывалось количество нейронов, олигодендроцитов, астроцитов, нейронов с сателлитами в каждом слое коры. Выводились глионейрональные индексы как для олигодендроцитов, так и для астроцитов во всех слоях, кроме I, где почти нет нейронов и нет возможности вывести индекс.

Статистическая обработка и сравнительный анализ полученных данных проводился методом вариационной статистики по Стьюденту.

При проведении экспериментов прямые ответы регистрировались от центра полоски. Прямое раздражение осуществлялось прямоугольными импульсами от электростимулятора ЭСУ-2; потенциалы регистрировались на осциллографе. Расстояние между раздражающим и отводящим электродами — 1,5—2 мм. Интенсивность стимулов выбиралась такой, чтобы четко были выражены оба отрицательных компонента прямого ответа.

Изолированная полоска коры занимает все поле Itsp [11]. При изоляции полоски мягкая мозговая оболочка не повреждена (рис. 1). Толщина коры не изменена, хорошо сохранена слоистость коры. По обе стороны разреза наблюдаются выход элементов крови в ткань мозга, сморщивание нейронов. Но в центральной части полоски цитоархи-



Н. А. КОСТЕНКО, Н. Г. ЭРИСТАВИ

НЕКОТОРЫЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И
ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ИЗУЧЕНИЯ
НЕЙРОНАЛЬНО-ИЗОЛИРОВАННОЙ ПОЛОСКИ КОРЫ МОЗГА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Д. Туманишвили 16.6.1983)

Изолированная полоска коры использовалась многими физиологами для изучения ее электрических ответов на прямое раздражение [1—4]. В частности, известно, что в ответ на одиночный сильный стимул возникают два отрицательных компонента: дендритный потенциал, отражающий ВПСР верхушечных дендритов, и медленный отрицательный потенциал, который имеет в основном глиальное происхождение [5]. В связи с этим было интересно изучить нейроглиальные отношения в изолированной полоске коры и сравнить полученные данные, а также прямые ответы изолированной полоски с интактной корой. В известных нам работах [6—9] имеются данные о citoархитектонике и количественных изменениях нейроглии в хронически изолированной полоске, но нет подробных сведений о нейроглии в изолированной полоске в остром эксперименте и отсутствуют данные о глиальном индексе. Изолированная полоска коры удобна тем, что в ней исключено влияние подкорки и резко ограничены корково-корковые связи, чем упрощается анализ изучаемых электрофизиологических реакций.

У взрослых кошек под нембуталовым наркозом (60—80 мг/кг) проводилась субпиальная изоляция полоски коры по методу Сентаготи [10] в области средней супрасильвиевой извилины. Длина полоски — 15 мм, ширина — 5 мм. Для морфологического исследования изолированные полоски не подвергались раздражению. После формалиновой фиксации материал заливался в парафин и срезы толщиной 15 мкм окрашивались кризильфиолетом и галлоцианин-хромовыми квасцами по Эйнарсону. Для выяснения глионейрональных отношений в 40 случайных полях зрения подсчитывалось количество нейронов, олигодендроцитов, астроцитов, нейронов с сателлитами в каждом слое коры. Выводились глионейрональные индексы как для олигодендроцитов, так и для астроцитов во всех слоях, кроме I, где почти нет нейронов и нет возможности вывести индекс.

Статистическая обработка и сравнительный анализ полученных данных проводились методом вариационной статистики по Стьюденту.

При проведении экспериментов прямые ответы регистрировались от центра полоски. Прямое раздражение осуществлялось прямоугольными импульсами от электростимулятора ЭСУ-2; потенциалы регистрировались на осциллографе. Расстояние между раздражающим и отводящим электродами — 1,5—2 мм. Интенсивность стимулов выбиралась такой, чтобы четко были выражены оба отрицательных компонента прямого ответа.

Изолированная полоска коры занимает все поле Itsp [11]. При изоляции полоски мягкая мозговая оболочка не повреждена (рис. 1). Толщина коры не изменена, хорошо сохранена слоистость коры. По обе стороны разреза наблюдаются выход элементов крови в ткань мозга, сморщивание нейронов. Но в центральной части полоски citoархи-

тектоническая картина практически не отличается от картины интактного мозга. I слой довольно широк, хорошо отграничен от II слоя. Во II слое нейроны расположены густо, они мелкие. III слой широкий, разделен на два подслоя: верхний содержит мелкие и средние пи-



Рис. 1. Срез супрасильвиевой извилины коры мозга. Стрелками указан участок изолированной коры

рамидные нейроны, а в нижнем имеются крупные пирамиды, близкие по размеру к пирамидам V слоя (рис. 2). IV слой узкий, с округлыми и треугольными клетками среднего размера. V слой светлый, с крупными пирамидными нейронами, находящимися среди мелких и средних нейронов разнообразной формы. VI слой широкий, густой, клетки разнообразной формы расположены колонками. Хорошо видна граница с белым веществом.

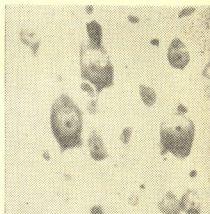


Рис. 2. Нейроны изолированной полоски: А — III слой, Б — IV слой. Ув. 10×40

На препаратах изолированной полоски коры четко определяются все три вида нейроглии: олигодендроциты, астроциты, микроглиоциты. При подсчете основное внимание уделялось олигодендроцитам и астроцитам.

Часть результатов количественной обработки представлена на диаграмме (рис. 3). Анализ результатов показал, что нет достоверной разницы в количестве астроцитов по всем слоям в коре интактного мозга и в коре изолированной полоски. Количество олигодендроцитов не дало достоверного различия, за исключением IV слоя, где их количество несколько меньше, чем в интактном мозге. Глионейрональный индекс, как отдельный (для олигодендроцитов и астроцитов), так и общий, не дает оснований считать, что субпиалярная изоляция ведет к каким-либо морфологическим сдвигам в наших условиях эксперимента.

Обращалось внимание на явление сателлитоза — наиболее типичную реакцию нейроглии. По нашим подсчетам, в коре интактного мозга количество нейронов без сателлитов составляет 69,5%, а в изолированной полоске коры — 67,5% от общего числа нейронов. В интакт-



ном мозге и в изолированной полоске коры количество нейронов с 1 и 2 сателлитами одинаково. В изолированной полоске несколько больше нейронов с 3 сателлитами, но разница эта недостоверная.

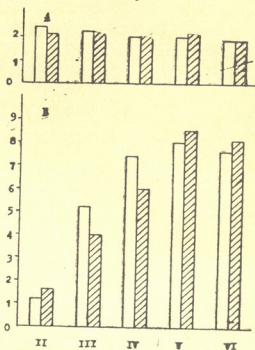


Рис. 3. Среднее число астроцитов (А) и олигодендроцитов (Б) в слоях коры супрасильвиевой извилины: 1 — интактный мозг, 2 — изолированная полоска

Электрофизиологические характеристики изучаемых потенциалов (дендритного потенциала — ДП и медленного отрицательного потенциала — МОП) существенно не менялись после изоляции полоски коры, а именно, как величина ДП и МОП, так и их продолжительность в основном не отличались от таковых, регистрируемых в интактной коре. Не менялись также скрытый период и продолжительность этих ответов (рис. 4).

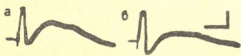


Рис. 4. ДП и МОП, регистрируемые от поверхности коры супрасильвиевой извилины: А — от интактной коры, Б — от изолированной полоски коры. Калибровка: времени — 30 мсек, напряжения — 500 мкВ

Таким образом, можно заключить, что острая изоляция полоски коры (до 6 часов) не влияет на цитоархитектонику коры и не вызывает существенных изменений со стороны глионейрональных отношений, что соответствует полученным электрофизиологическим данным.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физиологии
им. И. С. Бериташвили

(Поступило 24.6.1983)

ჰისტოლოგია

ბ. კოსტანკო, ნ. ერისთავი

მიღებული ზოგიერთი ელექტროფიზიოლოგიური და
მორფოლოგიური მონაცემები ნეირონალურად იზოლირებული
ტვინის ძირის ზოლის შესწავლისას

რეზიუმე

მწვავე ცდებში კატეზზე ჩატარებულ იქნა მორფოლოგიური და ელექტროფიზიოლოგიური გამოკვლევები სენტაგოტის მეთოდით იზოლირებულ ქერქის ზოლზე. მორფოლოგიურმა გამოკვლევამ აჩვენა, რომ ქერქის იზოლირების



პროცესი არ ახდენს გავლენას ქერქის ციტოარქიტექტონიკაზე და არ იწვევს შესაძენევ ცვლილებებს გლიონეირონალურ ურთიერთობაში. ქერქის პირდაპირი პასუხები — დენდრიტული პოტენციალი და ნელი უარყოფითი პოტენციალი, როგორც ინტაქტური ქერქისა ისე ქერქის იზოლირებული ზოლისა თავისი მახასიათებლებით არ განსხვავდება ერთმანეთისგან.

HISTOLOGY

N. A. KOSTENKO, N. G. ERISTAVI

MORPHOLOGICAL AND ELECTROPHYSIOLOGICAL STUDY OF A NEURONALLY-ISOLATED SLAB OF THE CEREBRAL CORTEX

Summary

Morphological and electrophysiological investigations of an isolated slab of the cortex were carried out. Morphological studies showed that acute isolation has no influence on the cytoarchitectonics of the cortex, causing no essential changes in the glia-neuronal relationships. Direct cortical responses: dendritic and slow negative potentials in intact and in isolated cortex do not differ from each other in character.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. Крнјевић *et al.* EEG a. Clin. Neurophysiol. 29, № 3, 1970, 269-282.
2. Ж. П. Шуранова. Исследование элементарных рабочих механизмов в коре большого мозга млекопитающих. М., 1977.
3. В. D. Burns. J. Physiol. (L.), 112, № 1-2, 1951, 150-175.
4. В. Д. Тараненко. Физиол. ж. СССР, 53, № 9, 1967, 1072—1081.
5. А. И. Ройтбак, В. В. Фанарджян, Д. С. Мелконян, А. А. Мелконян. Нейрофизиология, 14, № 1, 1982, 76—84.
6. М. М. Александровская, Ю. А. Холодов, Г. А. Элькина. Бюлл. эксп. мед. и биол., 74, № 7, 1972, 7—11.
7. Е. И. Койдан, И. П. Усова. Сб. «Функционально-структурные основы системной деятельности и механизмы пластичности мозга», вып. III. М., 1974, 131—135.
8. Г. А. Николаев. Сб. «Некоторые актуальные вопросы биологии и медицины», вып. III. Горький, 1974, 133—134.
9. Г. А. Николаев, Г. А. Соколова. Сб. «Макро-микроструктура тканей в норме, патологии и эксперименте», вып. III. Чебоксары, 76—78.
10. Я. Сентаготи. Структура и функция нервной системы. М., 1962, 6—14.
11. S. F. Sanides, I. Hoffman. J. Hirnforsch., 11, № 1/2, 1969, 79—104.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Р. Д. МАГАЛАШВИЛИ

ПОЛИМОРФИЗМ ПО N-АЦЕТИЛТРАНСФЕРАЗЕ И
ВОСПАЛИТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС

(Представлено академиком О. Н. Гудушаури 28.8.1983)

На основании исследования большой группы патологических состояний на ацетилирующую способность организма больного (условно на «активность» конститутивного фермента N-ацетилтрансферазы) получены следующие данные (см. таблицу):

Распределение патологических состояний в зависимости от фенотипа ацетилирования

Фенотип ацетилирования	
медленный	быстрый
Коллагенозы (системная красная волчанка, ревматоидный артрит)	Спаечная болезнь
Рассеянный склероз	Фиброзы
Периодическая болезнь	Циррозы
Амилоидоз	Новообразования
Атеросклероз	

Результаты, представленные в таблице [1—3], позволяют сделать интересные выводы, а именно: люди с фенотипом медленного ацетилирования преимущественно страдают заболеваниями, связанными с хроническим поражением различных органов и тканей, а люди с быстрым фенотипом ацетилирования поражаются заболеваниями, основное патогенетическое звено которых связано с гиперфункцией и извращениями функций различных органов и систем организма.

Клинические наблюдения показали, что характер клинического течения воспалительных явлений у больных с быстрым и медленным ацетилированием различный: у медленных ацетилаторов преобладают воспалительные процессы хронического характера, у быстрых — острого.

Простой эксперимент подтверждает это положение. Белым беспородным крысам внутрибрюшинно вводилось по 1 мл диметилсульфида. Оценивалась классическая триада Г. Селье в зависимости от активности N-ацетилтрансферазы. Из результатов эксперимента, при-

веденных на рис. 1, видно, что у крыс—медленных ацетиляторов в фазе аларм-реакции инволюция тимико-лимфатического аппарата и гипертрофия надпочечников выражены более ярко, нежели у крыс—быстрых ацетиляторов.

Отсюда следует, что при различных специфических и неспецифических воздействиях в организме животных (следует думать, и человека) с медленным типом ацетилирования в организме превалируют «противовоспалительные» гормоны (по терминологии Г. Селье), а с быстрым типом ацетилирования — «провоспалительные» (см. таблицу).

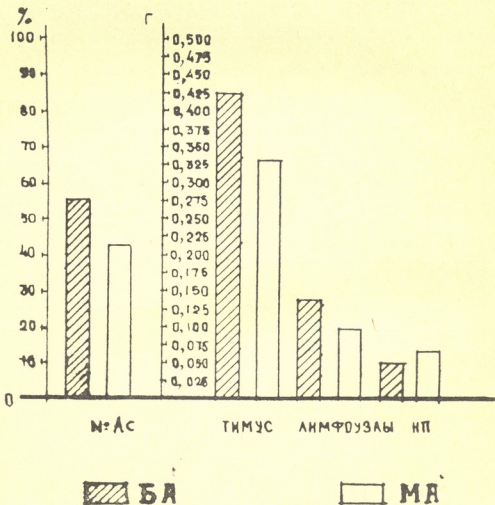


Рис. 1

Заболевания, сопровождающиеся хроническим воспалительным процессом (результат воздействия «противовоспалительных» гормонов), свойственны лицам с медленным фенотипом ацетилирования, у больных же с быстрой ацетилирующей способностью организма заболевание сопровождается выраженными воспалительными явлениями.

Красная волчанка, ревматоидный артрит, амилоидоз и другие хронические заболевания сопровождаются воспалительными процессами вяло текущего характера (медленные ацетиляторы), в то время как при заболеваниях, в генезе которых лежит острое воспаление, преобладают быстрые ацетиляторы.

Таким образом, исходя из вышеизложенного очевидно, что работы по изучению полиморфизма по N-ацетилтрансферазе при различных патологических состояниях следует всемерно расширять с целью

определения нозологических форм заболевания, присущих фенотипам быстрого и медленного ацетилирования. На основании проведенных исследований можно разработать методические указания и стандартные методики определения ацетилирующей способности организма человека.

Научно-исследовательский институт
по биологическим испытаниям
химических соединений
Москва

(Поступило 2.9.1984)

ამსპარიმენტული შედეგები

რ. მაგალაშვილი

N-აცეტილტრანსფერაზას კოლიმორფიზმი და ანთეზადი პროცესი

რეზიუმე

ნაშრომში ნაჩვენებია, რომ კონსტიტუციური ფერმენტი N-აცეტილტრანსფერაზა თაშაშობს ერთ-ერთ წამყვან როლს როგორც შინაგანი ფაქტორი სხვადასხვა პათოლოგიური მდგომარეობის ფორმირებისას გარემოს ზემოქმედების პირობებში.

ანთეზადი პროცესის კლინიკური მიმდინარეობა დამოკიდებულია ორგანიზმში აცეტილირების ხასიათზე.

EXPERIMENTAL MEDICINE

R. D. MAGALASHVILI

N-ACETYLTRANSFERASE POLYMORPHISM AND INFLAMMATION

Summary

It is shown that, as a constitutional enzyme, N-acetyltransferase plays one of the leading roles as an internal factor during the formation of different pathological states brought about by the pathogenic factors of the environment.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. К. Подымов, С. П. Гладких, Л. А. Пирузян. Хим.-фарм. ж., № 8, 1982, 9—14.
2. V. K. Podymov *et al.* Dubrovnik-Cavtat, 1979, 65-69.
3. Р. Д. Магалашвили, С. П. Гладких и др. Сообщения АН ГССР, 108, № 2, 1982, 425—428.

Э. В. КВАВАДЗЕ, П. Л. АСЛАНИШВИЛИ, В. Г. ДЖЕИРАНАШВИЛИ

ПАЛИНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕРХНЕПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ И ГОЛОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СУХУМИ

(Представлено академиком Л. К. Габуния 15.6.1983)

За последние годы в результате бурения, проводимого Гидрогеологической партией 7-го района в восточной части Сухумского полуострова, вскрыта непрерывная толща верхнеплейстоценовых и голоценовых отложений. Здесь, на первой черноморской террасе наибольший интерес представляет разрез, вскрытый скважиной № 36. Мощность изученной толщи 45 м. Нижняя часть разреза сложена в основном песками с прослоями гравий-галечника. На глубине 26—27,5 м отмечен слой суглинков. Выше по разрезу, на уровне глубин 8—9,80 м залегает прослой торфяника. Абсолютный возраст торфа с глубины 8,50 м по C^{14} равен 6000 лет. Верхняя часть разреза (0,0—8 м) сложена глиной.

Для палинологического изучения из разреза отобрано 120 образцов. Анализируемый материал содержит достаточное количество пыльцы и спор растений. Как видно из спорово-пыльцевой диаграммы разреза скважины № 36, в общем составе почти на всех глубинах преобладает пыльца древесных и кустарниковых пород. Исключение составляют пыльцевые спектры глубин 14,40—16,50 и 25,20—27,40 м, где доминирует пыльца травянистых. На уровне 40,50 и 41,20 м количество пыльцевых зерен древесной и травянистой растительности характеризуется равным соотношением. Состав споровых по всему разрезу незначителен (2—8%).

В целом спорово-пыльцевая диаграмма характеризуется резкими изменениями кривых основных компонентов, особенно в группе древесных пород, и выраженностью четких эмпирических и рациональных грани пиков пихты, ели, сосны, ольхи, граба, бука, каштана, дуба. Эти особенности спорово-пыльцевых спектров позволяют подразделить изученный разрез на семь толщ. В каждой толще выделяется ряд горизонтов. Соответственно на спорово-пыльцевой диаграмме нами выделено семь палинологических зон и 15 подзон.

Зона 1 (45—38,5 м). Спорово-пыльцевые спектры этой зоны отличаются от таковых вышележащих толщ особым богатством состава пыльцы древесных пород. На глубине 45—42,80 м (подзона 1) группа хвойных представлена пылью пихты, тсуги, кедра, таксодиевых, сосны. Доминируют пыльцевые зерна сосны и пихты (до 35%). Пыльца кедра и таксодиевых содержится в равных количествах и не превышает 4—6%. Пыльцевые зерна тсуги встречаются единично. Среди широколиственных пород преобладает пыльца граба (до 35%), каштана (до 20%), бука (до 14%). Количество пыльцы ольхи колеблется от 20 до 38%. Мало пыльцы вяза, дуба, ореха, лапыны, гикори, грабинника, березы, дзельквы, липы. Среди кустарниковых преобладает пыльца орешника, сумаха. Единично отмечены плющ, рододендрон, эфедра, бирючина. Среди трав доминируют злаки, сложноцветные и маревые. Споровые всецело представлены папоротниками, среди которых явно преобладает птерис критский (от 15 до 70%). Подзона 2 от-
42. „მოხაზბი“, ტ. 115, № 3, 1984

ляется от подзоны 1 полным исчезновением пыльцы тсуги, гикори. Уменьшается количество пыльцевых зерен пихты, кедра, таксодиевых. Меньше становится пыльцы граба. Увеличивается содержание пыльцы каштана, ольхи, вяза. В группе кустарниковых, травянистых и споровых наблюдаются те же закономерности, что в подзоне 1.

Зона 2 (38,5—26 м). Спорово-пыльцевые спектры этой зоны характеризуются резким увеличением количества пыльцы пихты (до 70%), граба (до 45%), бука (до 28%). Возрастает содержание пыльцы березы и вяза. Исчезает пыльца кедра, таксодиевых. Уменьшается количество пыльцы сосны, ольхи, каштана, дуба, ореха, лапины, липы. Из кустарниковых преобладают лещина и эфедра. Травы представлены в основном пылью сложноцветных. Споровые представлены исключительно папоротниками. В зоне 2 выделяются три подзоны (рис. 1).

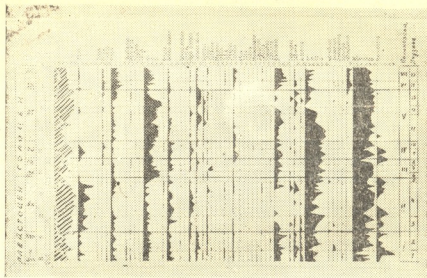


Рис. 1. Спорово-пыльцевая диаграмма оглождений скважины № 36

Подобное изменение в спорово-пыльцевых спектрах указывает на сильное похолодание климата, которое следует отнести к последней ледниковой эпохе. Интенсивность похолодания в исследуемом районе постепенно нарастала и достигла кульминации во второй половине эпохи (подзона 4). В результате этого в прилегающих горах происходило резкое снижение вертикальных поясов растительности. Пояс темнохвойных (пихтовых) лесов располагался очень близко от данного участка. Об этом свидетельствует высокий процентный состав пыльцы пихты — 65—70%. Следует отметить, что аналогичный характер имеет и растительность этого времени, восстановленная по палинологическим данным Н. А. Гей (1976) из окрестностей г. Сухуми, на высоте 80 м н. у. м., в Дзегутском торфянике. Здесь обнаружена также древесина пихты в ее первичном залегании, и возраст ее по C^{14} определен как 38580 ± 920 . В спорово-пыльцевых спектрах торфяника, как и в спектрах отложений скважины № 36, доминирует пыльца пихты — до 60% и более.

Зона 3 (21—27,00 м). Происходит резкое уменьшение количества пыльцы пихты (до 2%), граба, бука, ильма, березы. Возрастает роль ольхи (до 75—80%), каштана, дуба, лапины, что становится особенно заметным в верхней части выделенной палинозоны (подзона 8). Несколько увеличивается количество пыльцы сосны, которая доминирует среди хвойных. В группе широколиственных преобладает пыльца граба и каштана. Травянистые представлены злаками и пылью разнотравья. Среди споровых преобладают папоротники. На глубине 21,50 м велика роль птериса критского (до 50%). В рассматриваемой палинозоне выделяются три подзоны. Следует отметить, что подобная



перестройка в пыльцевых спектрах палинозоны 3 свидетельствует о довольно существенном улучшении климатических условий. Возрастает и влажность климата.

Зона 4 (21—17,40 м). Вновь увеличивается количество пыльцы пихты, однако ее процентное содержание не превышает 36%. Возрастает в спектрах роль таких холодолюбивых компонентов, как ель, береза, бук. Несколко больше по сравнению с нижележащим слоем и количество пыльцы граба. Уменьшается состав пыльцы каштана, дуба, ольхи, лапины. Максимального значения достигает количество пыльцы орешника (до 24%). Среди трав по-прежнему доминируют злаки и сложноцветные. Споровые всецело представлены папоротниками. В этой палинозоне выделены две подзоны. Изменения спорово-пыльцевых спектров рассматриваемой зоны указывают на похолодание климата, по силе намного уступающее предыдущему похолоданию.

Зона 5 (17,40—5,50 м). В этой зоне происходит уменьшение количества пыльцы пихты, ели, березы, бука, граба. Увеличивается и достигает максимального значения процентное содержание пыльцы каштана, дуба, лапины, ольхи. Несколько возрастает количество пыльцы сосны, дзельквы, липы. Среди широколиственных пород доминирует пыльца каштана и дуба. Много пыльцы орешника. Единично встречаются пыльцевые зерна сумаха, падуба, плюща, бирючины, жимолости, эфедры, облепихи. Травянистые представлены в основном злаками, маревыми, осоками и сложноцветными. Среди них все же доминирует пыльца сложноцветных и злаков. Споровые почти целиком представлены папоротниками. В этой зоне выделяются три подзоны, состав которых свидетельствует о том, что климат во время отложения данной части толщи был очень теплым и соответствовал климатическому оптимуму. Потепление оптимума делится на два этапа. Своего максимума этот процесс достигает во второй половине (подзона 3). В середине отмечается некоторое похолодание климата (подзона 12).

Зона 6 (5,50—3,30 м). Наблюдается резкое возрастание количества пыльцы сосны. На глубине 4,50 м оно достигает максимального значения (60%). Увеличивается содержание пыльцы ели, пихты, граба, бука. Значительно уменьшается количество каштана и дуба. Падает в спектрах участие пыльцы ольхи (до 18%). Среди кустарниковых преобладает состав пыльцевых зерен орешника, эфедры и сумаха. В группе травянистой растительности доминируют злаки. Споровые представлены папоротниками, в том числе ужовниковыми. Единично отмечены споры плаунка, чистоуста, криптограммы, орляка. Спорово-пыльцевые спектры рассматриваемой палинозоны указывают на некоторое ухудшение климатических условий.

Зона 7 (0,10—3,30 м). Наблюдается дальнейшее уменьшение пыльцы почти всех древесных пород. Среди хвойных преобладает сосна (30—40%). Пыльца пихты и ели содержится почти в равных количествах — 2—8%. Среди широколиственных пород доминирует пыльца каштана — 15%. Бук, граб, липа содержатся в равных количествах, не превышающих 5—7%. В очень малом количестве отмечена пыльца дуба, лапины, ореха, дзельквы. Среди древесных ольха преобладает и достигает 50—60%. Из кустарниковых больше всего пыльцы лещины и эфедры. Среди травянистых доминируют злаки. Споровые представлены папоротниками.

Следует отметить, что при просмотре материала скважины № 36 обнаружено большое количество переотложенной пыльцы, в которой преобладают таксодиевые, гикори, кедр, тсуга. Единично отмечены пыльцевые зерна дакридиума, подокарпуса, энгельгартии, платикарии, эвкалипта, ликвидамбара и др. Почти на всех глубинах, исключая прослой торфяника, отмечаются переотложенные мезозойские и кайнозойские споры.



Таким образом, анализ изменений спорово-пыльцевых спектров и их сопоставление с эталонными пыльцевыми спектрами современных отложений исследуемого района позволяют предложить стратиграфическое расчленение отложений первой черноморской террасы Сухумского полуострова.

Самую нижнюю толщу, от 45 до 26 м, следует отнести к позднему плейстоцену (зоны 1 и 2); при этом по составу спектров глубин 43—45 м здесь можно допустить существование завершающего этапа узуиларского времени. Следующую выше толщу осадков (подзона 2) мы относим к карангату. Изменения в спектрах в отрезке 38,50—27 м, отражающие сильное похолодание, указывают на принадлежность этой толщи к новозвксинскому времени.

К голоцену мы относим верхнюю 26-метровую толщу осадков. Голоценовые отложения четко расчленяются на древний голоцен (подзона 6), ранний (подзона 7, 8, 9, 10), средний (подзона 11, 12, 13) и поздний (подзона 14, 15). В осадках позднего голоцена (глубина 0,0—5,50 м) мы допускаем перерывы в осадконакоплении.

Академия наук Грузинской ССР
Институт палеобиологии

Гидрогеологическая партия
7-го района 11-го
Гидрогеологического управления

(Поступило 16.6.1983)

პალეობიოლოგია

ე. კვადაძე, პ. ასლანიშვილი, ვ. ჯეირანაშვილი

სოხუმის ზედაპლეისტოცენური და ჰოლოცენური ნალექების
პალინოლოგიური დახასიათება

რეზიუმე

ნაშრომში მოცემულია ქ. სოხუმის მიდამოებში აღმოჩენილი 45-მეტრიანი ზღვიური ტერასის პალინოლოგიური შესწავლის შედეგები. გამოყოფილია შვიდი პალინოლოგიური ზონა და 15 ქვეზონა. პირველი ორი პალინოზონა მიეკუთვნება პლეისტოცენს (კარანგატ-ახალევექსინს). სპორა მტვრის სპექტრები მკაფიოდ ასახავს პლეისტოცენიდან პოლოცენში გადასვლას.

PALAEOBIOLOGY

E. V. KVAVADZE, P. L. ASLANISHVILI, V. G. JEIRANASHVILI

PALYNOLOGICAL DESCRIPTION OF THE UPPER PLEISTOCENE
AND HOLOCENE DEPOSITS OF SUKHUMI

Summary

The results are presented of a palynological study of a 45 m thick core of marine sediments from a Black Sea terrace, in the eastern part of the Sukhumi peninsula. Seven palynological zones and fifteen subzones have been identified. The first two palynozones are assigned to the Pleistocene (Karangat-Neceuxine). The transition from the Pleistocene to the Holocene is clearly reflected in the spore-pollen spectra.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. X. A. Арсланов, Н. А. Гей, Б. Л. Соловьев. Изв. АН СССР, сер. геол., № 6, 1976.

115 ტომის ავტორთა საძიებელი

აბესაძე ი. 91	გოგია ა. 44	თუთბერიძე თ. 128
აბულაშვილი თ. 383	გოგიტიძე ნ. 103	თურქიანი დ. 132
აგლაძე რ. 115, 564	გოგიჩაძე ლ. 107, 288	
ადოლაშვილი მ. 548	გოდერძიშვილი ქ. 88	
ავეტიკოვი რ. 636	გოლიკოვი ი. 76	იარმონენკო ს. 432
ალექსიძე თ. 407	გონგლიაშვილი ნ. 352	ივანოვი თ. 103
ალეშენკო გ. 372	გრადილი ი. 100	ინანიშვილი გ. 592
ამაღლობელი ბ. 592	გრიგოლია ა. 166	ირემაძე ნ. 95
ამირხანაშვილი ქ. 292	გუგუშვილი ლ. 623	
ანანიაშვილი გ. 343	გულდამაშვილი ა. 47	
ანდრონიკაშვილი თ. 100, 307, 552	გუნცაძე ა. 436	
არუსტამოვა ლ. 552		კაბისოვი რ. 67
ასლანიშვილი პ. 640		კანდელაკი ნ. 584
ატანოვი ა. 103	დავითაშვილი ე. 84	კახელაძე ქ. 600
აშორდია მ. 19	დარჩია თ. 609	კერესელიძე ზ. 71
ახვლედიანი რ. 580	დგებუაძე მ. 524	კვანტალიანი ი. 439
	დევდარიანი ი. 363	კვანტალიანი ლ. 548
	დემეტრაშვილი რ. 115	კვარაცხელია თ. 64
	დობოროჯინიძე ლ. 260	კვაპაძე ლ. 407
ბაკურაძე ა. 623	დოქსოპულო ე. 79	კვაპაძე ნ. 179
ბარაბაძე ქ. 424	დუღუჩაია რ. 32	კვეზერელი ე. 166, 636
ბარაბაძე შ. 296	დურმიშიძე ნ. 419	კვიციანი ა. 540
ბარნაბიშვილი დ. 304		კვიციანი ტ. 596
ბაშალეიშვილი ლ. 571	ერისთავი ნ. 651	კინწურაშვილი ლ. 324
ბეზარაშვილი გ. 111, 559	ერიქაშვილი რ. 268	კირცხალია ვ. 71
ბელიაკოვი ი. 76	ესიაშვილი ზ. 268	კილურაძე ი. 472
ბეჟანიშვილი მ. 184		კლეიზანოვა ნ. 76
ბერეჟიანი მ. 320	ვარდოსანიძე თ. 292	კლოპოტოვსკაია ნ. 120
ბერიოზკინი ვ. 307	ვასილევსკი ნ. 476	კობიძე მ. 553
ბერიძე ტ. 120	ვეფხვაძე ნ. 432	კოკიაა ზ. 156
ბექაური გ. 488	ვილნიკი ი. 103	კოკიაა მ. 156
ბიჩინაშვილი ა. 52	ვორთნოვა ნ. 631	კოკლაშვილი რ. 316
ბუაძე ტ. 480		კოკოჩაშვილი ვ. 296, 544
ბულია ნ. 600	ზალიშვილი მ. 628	კორტავა ლ. 296, 544
ბუჭიაშვილი დ. 643	ზონენაშვილი ლ. 256	კორჩაიკი ა. 436
	ზუბაკოვი ვ. 331	კოსტენკო ნ. 651
გაბუნია თ. 88		კრილოვი ს. 76
გაფრინდაშვილი ვ. 107	თავართქილაძე ი. 320	კუპრაშვილი ბ. 296
გაჩეჩილაძე მ. 616	თავაძე დ. 592	კურკოვსკაია ლ. 324
გაბოკიძე რ. 299	თავშაეაძე თ. 95	
გემენავა ნ. 648	თაყნელიძე თ. 360	ლაბაძე ქ. 309
გელაშვილი შ. 472	თათარაშვილი გ. 135	ლაბაძუა თ. 156
გერასიმოვი ა. 515	თალაკვაძე ლ. 91	ლაფერაშვილი ლ. 307
გეწაძე ხ. 415	თაყაიშვილი თ. 387	ლადიძე ვ. 95
გვენაძე თ. 76	თევზაძე გ. 491	ლადიძე რ. 91, 95
გვერდწითელი ი. 47, 515	თევზაძე ს. 179	ლადიძე ჯ. 91
გიგაური რ. 79	თვალჭერელიძე მ. 120	ლაკაბიძე თ. 32
გიორგაძე რ. 348		ლელოძე დ. 499
გიგინეიშვილი მ. 179		ლემონჯავა გ. 444
გოგელია თ. 124, 352		ლეჟავა ა. 166, 636
		ლომჯანიძე თ. 410
		ლომიძე ჯ. 139

- ღომსაძე ბ. 399
 ღორთქიფანიძე დ. 111, 559
 ღურსმანაშვილი მ. 95
 ლუჩკოვსკი ი. 128
- მანია მ. 79
 მარსაგიშვილი გ. 158
 მარქარიანი კ. 552
 მაღალაშვილი რ. 655
 მაღრაძე გ. 280
 მაჩალაძე თ. 288
 მეზონია ჯ. 64
 მეგრელიშვილი მ. 23
 მელაძე გ. 503
 მელიქაძე ლ. 88, 296, 544
 მენაღარიშვილი ზ. 584
 მეტრეველი ჯ. 179, 427
 მიქელაშვილი ზ. 548
 მოლდავსკი მ. 59
 მოსიძე ვ. 158
 მუსხიშვილი მ. 111, 559
 მშვილეძე გ. 268
- ნაგორნია ლ. 540
 ნადირაშვილი ზ. 520
 ნადირაძე ნ. 307
 ნათენაძე ქ. 628
 ნათიშვილი თ. 395
 ნათიძე ვ. 84
 ნათიძე ნ. 79
 ნამორაძე ნ. 163
 ნასიძე გ. 580
 ნაფცევაძე ლ. 187
 ნეზიბიძე დ. 115
 ნერსისიანი ა. 527
 ნოზაძე გ. 376
 ნოზაძე დ. 636
- ოდიშელი გ. 424
 ორგელაშვილი ე. 76
 ოქროპირიძე ც. 314
 ოჩერაშვილი ი. 391
- პატარაია დ. 170
- ქიქიაშვილი ლ. 466
 ქლინტი თ. 270, 530
- რევაზიშვილი თ. 91
 რიყინაშვილი რ. 158
 როტენბერგი ზ. 316
- სარქისოვი ე. 636
 სემიონოვი რ. 368
 სიჭინავა ა. 47
 სიხარულიძე ნ. 395
 სობოლევი ა. 292
 სუფოროვი ნ. 324
 სულთანოვი ნ. 552
 სულხანიშვილი გ. 27
 სურმავა ა. 299
- ტურაქულოვი ა. 484
 ტურიაშვილი თ. 540
- უგულავა ა. 67
 უშარაული ე. 296, 544
 უშვერიძე ა. 59, 263
- ფანცხავა ა. 151
 ფელდშტეინი ი. 275
 ფორჩხიძე ტ. 275
 ფოფხაძე ლ. 339
 ფუთურაძე მ. 197
 ფუტურაძე ზ. 512
 ფხაკაძე მ. 515
 ფხოველიშვილი თ. 355
- ქადაგიშვილი ა. 395
 ქანთარია მ. 548
- ღაჭავაძე ნ. 553
 ღვალაძე გ. 616
 ღონიაშვილი ნ. 640
 ღულუნიშვილი გ. 52
- ყალაბეგაშვილი მ. 348
 ყაზახაშვილი მ. 631
 ყვავაძე ე. 660
 ყიფიანი ი. 575
 ყიფიანი ნ. 151
 ყრუაშვილი ზ. 368, 600
 ყუბანეიშვილი ა. 584
 ყურაშვილი რ. 403
- შავარდნაძე ლ. 628
 შერშვილი ვ. 536
 შველაშვილი ა. 292
 შვეცი ფ. 100
 შილაკაძე ე. 166
 შკოდინი ა. 103
 შურაპელო ა. 540
 შუმადოვი მ. 495
- ჩერნიავა ბ. 283
- ცარციძე მ. 399
 ცერცვაძე ა. 515
 ცინცაძე გ. 540
 ცინცაძე თ. 372, 608
 ცინცაძე ქ. 636
 ცირეკიძე ლ. 170
 ცისკარიშვილი ნ. 604
 ციციშვილი გ. 304, 548
 ცქვიტიანი ზ. 536
 ცქვიტიშვილი მ. 292
- ძაგანია თ. 600
 ძოწენიძე ზ. 111, 550
- წაქაძე ჯ. 520
 წერეთელი ნ. 427
 წიფურაძე თ. 540
 წიფურაშვილი თ. 148
 წულუწუხავა მ. 35
- ჭანტურია ზ. 242
 ჭიპაშვილი დ. 548
 ჭოდოშვილი ი. 567
 ჭრელაშვილი ლ. 174
 ჭრელაშვილი მ. 387
 ჭურაძე მ. 379
- ჭაზარაძე გ. 363
 ხარაზიშვილი ა. 40, 508
 ხატიაშვილი რ. 383
 ხელაძე შ. 248
 ხომერიკი ს. 587
 ხოშტარია თ. 324
 ხოჭოლაძე გ. 76
- ჯალაღონია ლ. 553
 ჯანეიძე ვ. 189
 ჯანელიძე თ. 327
- შათირიშვილი ი. 283
 შარაშიძე მ. 335
 შვეარდნაძე გ. 620

ქაღალდი თ. 424
 ჟურნალი გ. 524
 ჟურნალი გ. 316
 ჟურნალი გ. 640

ქაღალდი თ. 251
 ჟურნალი გ. 268
 ჟურნალი გ. 564
 ჟურნალი გ. 524

ქაღალდი გ. 166
 ჟურნალი გ. 55
 ჟურნალი გ. 143

УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ 115 ТОМА

- Абесадзе И. Г. 89
 Абулашвили Т. Г. 381
 Аветиков Р. Г. 633
 Агладзе Р. И. 113, 561
 Адолашвили М. Г. 545
 Алексидзе Т. И. 405
 Алешенко Г. М. 369
 Амаглобели Б. Г. 589
 Амирханашვილი К. Д. 289
 Ананиაშვილი Г. Г. 341
 Андроიკაშვილი Т. Г. 97, 305, 549
 Арустамова Л. Г. 549
 ასლანიშვილი პ. ლ. 657
 ათოვ ა. ნ. 101
 ახვლედიანი რ. ა. 517
 აშორდია მ. თ. 17
- Базадзе Г. Ш. 345
 Бакурадзе А. Н. 621
 Барабадзе К. Н. 421
 Барабадзе Ш. Ш. 293
 Барнабишვილი Д. Н. 301
 Башелейшვილი Л. В. 569
 Бежанишვილი М. Н. 181
 Безарашვილი Г. С. 109 557
 Бекаури Г. Ш. 485
 Беляков О. С. 73
 Бережнани Дж. И. 313
 Березкин В. Г. 305
 Беридзе Т. Ш. 117
 Бичинашვილი А. И. 49
 Буадзе Т. Г. 477
 Буджиашვილი Д. М. 641
 Булия Н. П. 597
- Габуния Т. И. 85
 Гаприндашвили В. Н. 105
 Гахокидзе Р. А. 297
 Гачава Н. С. 556
 Гачечиладзе М. И. 613
 Гваладзе Г. Е. 613
 Гвенცაძე ო. მ. 73
 Гвердцители И. Г. 45, 513
 Гегенава Н. Г. 645
 Гелашვილი Ш. М. 469
 Герасимов А. Б. 513
 Гецадзе Х. А. 413
 Гигаური რ. დ. 77
 Гигინейшვილი М. С. 177
 Гиორგაძე რ. დ. 345
 Гогелия Т. И. 121, 349
 Гогитидзе Н. М. 97
 Гогичაძე ლ. დ. 105, 285
 Гогия А. А. 41
 Годердзишვილი К. Г. 85
 Голиков Ю. В. 73
 Гонглиაშვილი Н. О. 349
 Гониашვილი Н. О. 637
 Градил И. 97
 Григолия А. Г. 165
 Гугუნიშვილი გ. გ. 49
 Гугუшვილი ლ. ნ. 621
 Гулдаშვილი А. И. 45
 Гуницадзе А. Г. 433
- Давиашვილი Е. Г. 81
 Дарчия Т. С. 612
 Дарбуაძე მ. კ. 521
 Девдარიანი Ю. С. 361
 Деметрашვილი Р. А. 113
 Джалагония Л. Г. 556
 Джангидзе В. Т. 192
 Джanelidze Т. В. 325
 Джапаридзе Дж. И. 313
 Джапаридзе П. Н. 521
 Джапаридзе Т. Н. 421
 Джваршейшვილი И. А. 249
 Джейранашვილი В. Г. 657
- Джибладзе М. И. 265
 Джиджейшვილი Н. Ш. 521
 Джинчараძე მ. დ. 561
 Джорбенаძე ნ. გ. 165
 Джорджაძე გ. პ. 53
 Джугელი Н. Д. 141
 Дзаგანია Т. Б. 597
 Дзოცენიძე ზ. გ. 109, 557
 Доборджგინიძე ლ. გ. 257
 Доксопуло Э. П. 77
 Дудუჩავა რ. ვ. 29
 Дурმიშიძე ნ. ს. 417
- Жгенти Т. Г. 269, 529
 ჯიჯიაშვილი ლ. ვ. 465
 Заалишვილი М. М. 625
 Зონენაშვილი ლ. კ. 253
 Зубаков В. А. 329
- Иванов Т. Н. 101
 ივანიშვილი გ. ვ. 589
- Кабисов Р. С. 65
 Кадаგიшვილი А. И. 393
 Казахшвили М. Р. 629
 Калабегашვილი М. Г. 345
 Канделаки Н. П. 581
 Кантария М. Л. 545
 Кахелაძე კ. გ. 597
 Кваდაძე Э. В. 657
 Кванталиანი И. В. 437
 Кванталиანი Л. К. 545
 Квარაცხელი Т. И. 61
 Квачაძე ლ. ლ. 405
 Квачაძე ნ. ვ. 177
 Квезерели Э. А. 165, 633
 Квиташვილი А. И. 537
 Квиციანი Т. А. 593
 Кересელიძე ზ. ა. 69



- Кигурадзе И. Т. 69
 Кицурашвили ჯ. А. 321
 Кипиани Н. З. 149
 Кипиани Я. Р. 573
 Кирцхалия В. Г. 69
 Клейманова Н. Г. 73
 Клопотовская Н. Б. 117
 Кобидзе М. Н. 556
 Кокая З. Г. 153
 Кокая М. Г. 153
 Коклашвили Р. Г. 313
 Кокочашвили В. И. 312
 Кортава Л. М. 293, 541
 Корчак А. М. 433
 Костенко Н. А. 649
 Круашвили З. Е. 365, 597
 Крылов С. М. 73
 Кубанейшвили А. С. 581
 Купрашвили Б. Г. 293
 Курашвили А. Ш. 637
 Курашвили Р. Ф. 401
 Курковская Л. Н. 321

 Лабадзе К. З. 312
 Лабахуа Т. Ш. 153
 Лагидзе В. Т. 93
 Лагидзе Д. Р. 89
 Лагидзе Р. М. 89, 93
 Лаперашвили Л. Я. 305
 Лапабидез Т. И. 29
 Лежава А. П. 165, 633
 Леладзе Д. В. 497
 Лемонджава Г. И. 441
 Лобжанидзе Т. Д. 409
 Ломинадзе Д. В. 137
 Ломсадзе Б. А. 397
 Лордкипанидзе Д. Н. 109, 557
 Лурсманашвили М. О. 93
 Лучковский И. Я. 125

 Магалашвили Р. Д. 653
 Маградзе Г. Д. 277
 Маня М. М. 77
 Маркарян К. Г. 549
 Марсагишвили Г. А. 157
 Мачаладзе Т. Е. 285
 Мебония Дж. В. 61
 Мегрелишвили М. Г. 21
 Меладзе Г. А. 501, 541
 Меликадзе Л. Д. 85, 293
 Менагаришвили З. Р. 581
 Метревели Дж. М. 177, 425
 Мзареулишвили Н. В. 81
 Микелашвили З. В. 545
 Молдавский М. Л. 57
 Мосидзе В. М. 157
 Мусеридзе М. Д. 109, 557
 Мшвелидзе Г. Г. 265

 Нагорная Л. К. 537
 Надирадзе Н. А. 305
 Надирашвили З. Ш. 517
 Наморадзе Н. З. 161
 Напетваридзе Л. Д. 185
 Насидзе Г. И. 577
 Натенадзе К. И. 625
 Натидзе В. П. 81
 Натидзе Н. В. 77
 Натишвили Т. А. 393
 Небиеридзе Д. С. 113
 Нерсисян А. А. 425
 Нозадзе Г. М. 373
 Нозадзе Д. И. 633
 Нуцубидзе Н. Н. 169

 Одишвили Г. Г. 421
 Окропиридзе Ц. М. 301
 Орвелашвили В. Ш. 73
 Очерашвили И. В. 389

 Панцхава А. Д. 149
 Патарая Д. Т. 169
 Попхадзе Л. И. 337
 Порчхидзе Ц. Д. 273
 Путуридзе З. Ш. 509
 Путуридзе М. Ш. 199
 Пхакадзе М. Г. 513
 Пховелишвили Т. Ш. 353

 Ревазишвили Т. Н. 89
 Рижинашвили Р. С. 157
 Ротенберг З. А. 313

 Семенов Р. В. 365
 Сихарулидзе Н. И. 393
 Сичинава А. В. 45
 Соболев А. Н. 289
 Суворов Н. Н. 321
 Султанов Н. Т. 549
 Сулханишвили Г. И. 25
 Сурмава А. А. 297

 Тавадзе Ф. Н. 589
 Таварткиладзе Я. Н. 317
 Тавхелидзе Д. Д. 357
 Тавшавадзе Т. Н. 93
 Такайшвили Т. В. 385
 Талакадзе Л. Я. 89
 Татарашвили Г. Ш. 133
 Твалчрелидзе М. Г. 117
 Тевзадзе Г. Н. 489
 Тевзадзе С. А. 177
 Туракулов А. 481
 Туриашвили Т. Н. 537
 Туркиян Д. В. 129
 Туския М. М. 195
 Тутберидзе О. Б. 125

 Угулава А. И. 65
 Ушараули Э. В. 293, 541
 Ушверидзе А. Г. 57, 261

 Хазарадзе Г. Н. 361
 Харაзишвили А. Б. 37, 505
 Хатиашвили Р. М. 381
 Хеладзе Ш. В. 245
 Хомерики С. К. 585
 Хочолава Г. М. 73
 Хоштария Т. Е. 321

 Чакадзе Дж. С. 517
 Царцидзе М. А. 397
 Церетели Н. С. 425
 Церцвадзе А. А. 513
 Цивцивадзе Т. И. 537
 Цинцадзе Г. В. 537
 Цинцадзе К. И. 633
 Цинцадзе Т. Ю. 369, 605
 Цирекидзе Л. Г. 169
 Цискаришвили Н. Э. 601



- Цицилашвили О. К. 145
 Цицишвили Г. В. 301, 545
 Цкитинидзе З. И. 533
 Цкитинишвили М. Г. 289
 Цуцунава М. Т. 33
 Чантурия З. А. 241
 Черныга Б. С. 281
 Чогошвили И. Д. 565
 Чрелашвили Л. Г. 173
 Чрелишвили М. Н. 385
 Чурадзе М. В. 377
 Шарикадзе М. З. 333
 Шатиришвили И. Ш. 281
 Швелашвили А. Е. 289
 Швец Ф. 97
 Шеварднадзе Г. А. 617
 Шеварнадзе Л. М. 625
 Шершков В. В. 533
 Шилакадзе Е. М. 165
 Шкодин А. М. 101
 Шкурпело А. И. 537
 Шумафов М. М. 493
 Эрикашвили Р. Р. 265
 Эритаби Н. Г. 649
 Эсиашвили З. Г. 265
 Ярмоненко С. П. 429

AUTHOR INDEX TO VOLUME 115

- Abesa'ze I. G. 92
 Abuladze T. G. 383
 Adolashvili M. G. 548
 Agladze R. I. 115, 564
 Aleksidze T. I. 408
 Aleshchenko G. M. 372
 Akhvlediani R. A. 580
 Amaglobeli B. G. 592
 Amirghanashvili K. D. 292
 Ananiashvili G. G. 343
 Andronikashvili T. G. 100, 308, 552
 Arustamova L. G. 552
 Ashordia M. T. 20
 Aslanishvili P. L. 660
 Atanov A. N. 103
 Avetnikov R. G. 636
 Bakuradze A. N. 624
 Barabadze K. N. 427
 Barabadze Sh. Sh. 296
 Barnabishvili D. N. 304
 Basheleishvili L. V. 571
 Bazgadze G. Sh. 348
 Bekauri G. Sh. 488
 Belyakov O. S. 76
 Bereziani M. G. 320
 Beridze T. Sh. 120
 Beryozkin V. G. 308
 Bezarashvili G. S. 112, 560
 Bazhanishvili M. N. 184
 Bichinashvili A. I. 52
 Buadze T. G. 480
 Bujiashvili D. N. 643
 Bulia N. P. 600
 Chanturia Z. A. 243
 Chernyaga B. S. 283
 Chipashvili D. S. 548
 Chogoshvili I. D. 568
 Chrelashvili L. G. 175
 Chrelashvili M. N. 388
 Churadze M. V. 379
 Darchia T. S. 612
 Davitashvili E. G. 84
 Demetrashvili R. A. 115
 Devdariani I. S. 364
 Dgebuadze M. K. 524
 Djaparidze P. N. 524
 Djibladze M. I. 268
 Doborjginidze L. G. 260
 Doxopulo E. P. 80
 Duduchava R. V. 32
 Durmishidze N. S. 420
 Dzagania T. B. 600
 Dzotsenidze Z. G. 112, 560
 Gigineishvili M. S. 179
 Giorgadze R. D. 348
 Goderdzishvili K. G. 88
 Gogelia T. I. 124, 352
 Gogia A. A. 44
 Gogichadze L. D. 108, 288
 Gogitidze N. M. 100
 Golikov Yu. V. 76
 Gongliashvili N. O. 352
 Goniashvili N. O. 640
 Grigolia A. G. 166
 Gugunishvili G. G. 52
 Gugushvili L. N. 624
 Guldamashvili A. I. 47
 Guntsadze A. G. 436
 Gvaladze G. E. 616
 Gventsadze O. M. 76
 Gverdtseteli I. G. 47, 515
 Hradil J. 100
 Inanishvili G. V. 592
 Iremadze N. K. 96
 Ivanov T. N. 103
 Jalagonia L. G. 556
 Janelidze T. V. 327
 Jangidze V. T. 192
 Japaridze J. I. 316
 Japaridze T. N. 424
 Jeiranashvili V. G. 660
 Jijeishvili N. Sh. 524
 Jincharadze M. D. 564
 Jorbenadze N. G. 166
 Jorjadze G. P. 56
 Jugeli N. D. 143
 Jvarsheishvili I. A. 251
 Kabisov R. S. 67
 Kadagishvili A. I. 395



- Kakhelashvili K. G. 600
 Kalabegashvili M. G. 348
 Kandelaki N. P. 584
 Kantaria M. L. 548
 Kazakhshvili M. R. 631
 Kereselidze Z. A. 72
 Kharazishvili A. B. 40, 508
 Khatiashvili R. M. 383
 Khazaradze G. N. 364
 Kheladze Sh. V. 248
 Khocholava G. M. 76
 Khomeriki S. K. 587
 Khoshtaria T. E. 324
 Kiguradze I. T. 472
 Kintsurashvili L. A. 324
 Kirtskhalia V. G. 72
 Kipiani J. R. 576
 Kipiani N. Z. 151
 Kleimanova N. G. 76
 Klopotovskaya N. B. 120
 Kobidze M. N. 556
 Kokaia M. G. 156
 Kokaia Z. G. 156
 Kokilashvili R. G. 316
 Kokochashvili V. I. 312
 Korchak A. M. 436
 Kortava L. M. 296, 544
 Kostenko N. A. 652
 Krushvili Z. E. 368, 600
 Krylov S. M. 76
 Kubaneishvili A. S. 584
 Kurachvili R. Ph. 404
 Kurkovskaya L. N. 324
 Kuprashvili B. G. 296
 Kvachadze L. L. 408
 Kvachadze N. V. 179
 Kvantaliani I. V. 439
 Kvantaliani L. K. 548
 Kvaratskhelia T. I. 64
 Kvavadze E. V. 660
 Kvezereli E. A. 166, 636
 Kvitashvili A. I. 540
 Kvitsiani T. A. 596
 Labadze K. Z. 312
 Labakhua T. sh. 156
 Lagidze J. R. 92
 Lagidze R. M. 92, 96
 Lagidze V. T. 96
 Laperashvili L. Ya. 308
 Latsabidze T. I. 32
 Leladze D. V. 499
 Lemonjava G. I. 444
 Lezhava A. P. 166, 636
 Lobzhanidze T. D. 411
 Lomidze D. V. 139
 Lomsadze B. A. 400
 Lordkipanidze D. N. 112 560
 Luchkovsky I. Y. 128
 Lursmanashvili M. O. 96
 Machaladze T. E. 288
 Magalashvili R. D. 655
 Magradze G. J. 280
 Mania M. M. 80
 Markaryan K. G. 552
 Marsagishvili G. A. 159
 Mebonia J. V. 64
 Megrelishvili M. G. 24
 Meladze G. A. 503
 Melikadze L. D. 88, 296, 544
 Menagarishvili Z. R. 584
 Metreveli J. M. 179, 424
 Mikelashvili Z. V. 548
 Moldavski M. L. 60
 Mosidze V. M. 159
 Mshvelidze G. G. 268
 Museridze M. D. 112, 560
 Mzareulishvili N. V. 84
 Nadiradze N. A. 308
 Nadirashvili Z. Sh. 520
 Nagornaya L. K. 540
 Namoradze N. Z. 164
 Napetvaridze L. D. 188
 Nasidze G. I. 580
 Natenadze K. I. 628
 Natidze N. V. 80
 Natidze V. P. 84
 Natishvili T. A. 395
 Nebieridze D. S. 115
 Nersesian A. A. 528
 Nozadze D. I. 636
 Nozadze G. M. 376
 Nutsbidze N. N. 171
 Ocherashvili I. V. 392
 Odishvili G. G. 424
 Okropiridze Ts. M. 304
 Orvelashvili V. Sh. 76
 Pantskhava A. D. 151
 Pataria D. T. 171
 Pkhakadze M. G. 515
 Pkhovelishvili T. Sh. 356
 Popkhadze L. I. 338
 Puturidze M. Sh. 200
 Puturidze Z. Sh. 512
 Revazishvili T. N. 92
 Rizhinashvili R. S. 159
 Rotenberg Z. A. 316
 Sarkisov E. A. 636
 Semyonov R. V. 368
 Sharikadze M. Z. 336
 Shatirishvili I. Sh. 283
 Sh-rshkov V. V. 536
 Shevardnadze G. A. 620
 Shevardnadze L. M. 628
 Shilakadze E. M. 166
 Shkodin A. M. 103
 Shkurpelo A. I. 540
 Shumafov M. M. 496
 Shvelashvili A. E. 292
 Sichinava A. V. 47
 Sikharulidze N. I. 395
 Sobolev A. N. 292
 Sul Khanishvili G. I. 28
 Sultanov N. T. 552
 Surmava A. A. 300
 Suvorov N. N. 324
 Sveč F. 100
 Takaishvili T. V. 388
 Talakvadze L. I. 92
 Tatarashvili G. Sh. 135
 Tavadze F. N. 592
 Tavartkiladze Ya. N. 320
 Tavkbelidze D. D. 360
 Tavshavadze T. N. 96
 Tevzadze G. N. 492
 Tevzadze S. A. 179
 Tsakadze J. S. 520
 Tsartsidze M. A. 400
 Tsereteli N. S. 427
 Tsertsvadze A. A. 515
 Tsintsadze G. V. 510
 Tsintsadze K. I. 636
 Tsintsadze T. I. 608
 Tsintsadze T. Ya. 372
 Tsirekidze L. G. 171
 Tsiskarishili N. E. 604
 Tsitsilashvili O. K. 148
 Tsitsishvili G. V. 304, 548
 Tsivtsivadze T. I. 540
 Tskitishvili M. G. 292
 Tskvitinidze Z. I. 536

- Tsutsunava M. T. 35
Turakulov A. 484
Turiashvili T. N. 540
Turkiyan D. V. 132
Tuskia M. M. 196
Tutberidze O. B. 128
Tvalchrelidze M. G. 120
- Ugulava A. I. 67
- Usharauli E. A. 296, 544
Ushveridze A. G. 60, 263
- Vardosanidze T. O. 292
Vasilevski N. L. 476
Vepkhvadze N. K. 432
Voronova N. V. 631
Vyunnik I. N. 103
- Yarmonenko S. P. 432
- Zaalishvili M. M. 628
Zhgenti T. G. 270, 531
Zhizhiashvili L. V. 466
Zonenashvili L. K. 256
Zubakov V. A. 332

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. В журнале «Сообщения АН ГССР» публикуются статьи академиков, членов-корреспондентов, научных работников системы Академии и других ученых, содержащие еще не опубликованные новые значительные результаты исследований. Печатаются статьи лишь из тех областей науки, номенклатурный список которых утвержден Президиумом АН ГССР.

2. В «Сообщениях» не могут публиковаться полемические статьи, а также статьи обзорного или описательного характера по систематике животных, растений и т. п., если в них не представлены особенно интересные научные результаты.

3. Статьи академиков и членов-корреспондентов АН ГССР принимаются непосредственно в редакции «Сообщений», статьи же других авторов представляются академиком или членом-корреспондентом АН ГССР. Как правило, академик или член-корреспондент может представить для опубликования в «Сообщениях» не более 12 статей разных авторов (только по своей специальности) в течение года, т. е. по одной статье в каждый номер, собственные статьи—без ограничения, а с соавторами—не более трех. В исключительных случаях, когда академик или член-корреспондент требует представления более 12 статей, вопрос решает главный редактор. Статьи, поступившие без представления, передаются редакцией академику или члену-корреспонденту для представления. Один и тот же автор (за исключением академиков и членов-корреспондентов) может опубликовать в «Сообщениях» не более трех статей (независимо от того, с соавторами она или нет) в течение года.

4. Статья должна быть представлена автором в двух экземплярах, в готовом для печати виде, на грузинском или на русском языке, по желанию автора. К ней должны быть приложены резюме—к грузинскому тексту на русском языке, а к русскому на грузинском, а также краткое резюме на английском языке. Объем статьи, включая иллюстрации, резюме и список цитированной литературы, приводимой в конце статьи, не должен превышать четырех страниц журнала (8000 типографских знаков), или шести стандартных страниц машинописного текста, отпечатанного через два интервала (статьи же с формулами—пяти страниц). Представление статьи по частям (для опубликования в разных номерах) не допускается. Редакция принимает от автора в месяц только одну статью.

5. Представление академика или члена-корреспондента на имя редакции должно быть написано на отдельном листе с указанием даты представления. В нем необходимо указать: новое, что содержится в статье, научную ценность результатов, насколько статья отвечает требованиям пункта 1 настоящего положения.

6. Статья не должна быть перегружена введением, обзором, таблицами, иллюстрациями и цитированной литературой. Основное место в ней должно быть отведено результатам собственных исследований. Если по ходу изложения в статье сформулированы выводы, не следует повторять их в конце статьи.

7. Статья оформляется следующим образом: сверху страницы в середине пишутся инициалы и фамилия автора, затем—название статьи; справа сверху представляющий статью указывает, к какой области науки относится она. В конце основного текста статьи с левой стороны автор указывает полное название и местонахождение учреждения, где выполнена данная работа.

8. Иллюстрации и чертежи должны быть представлены по одному экземпляру в конверте; чертежи должны быть выполнены черной тушью на кальке. Надписи на чертежах должны указывать, к каким элементам каллиграфически в таких размерах, чтобы даже в случае уменьшения они оставались отчетливыми. Подписанные на языке основного текста, должны быть представлены на отдельном листе. Не следует приклеивать фото и чертежи к листам оригинала. На полях оригинала автор отмечает карандашом, в каком месте должна быть помещена та или иная иллюстрация. Не должны представляться таблицы, которые не могут уме-

ститься на одной странице журнала. Формулы должны быть четко вписаны чернилами в оба экземпляра текста; под греческими буквами проводится одна черта красным карандашом, под прописными — две черты черным карандашом снизу, над строчными — также две черты черным карандашом сверху. Карандашом должны быть обведены полукругом индексы и показатели степени. Резюме представляются на отдельных листах. В статье не должно быть исправлений и дополнений карандашом или чернилами.

9. Список цитированной литературы должен быть отпечатан на отдельном листе в следующем порядке. Вначале пишутся инициалы, а затем — фамилия автора. Если цитирована журнальная работа, указываются сокращенное название журнала, том, номер, год издания, а если цитирована книга, — полное название книги, место и год издания. Если автор считает необходимым, он может в конце указать и соответствующие страницы. Список цитированной литературы приводится не по алфавиту, а в порядке цитирования в статье. При ссылке на литературу в тексте или в сносках номер цитируемой работы помещается в квадратные скобки. Не допускается вносить в список цитированной литературы работы, не упомянутые в тексте. Не допускается также цитирование неопубликованных работ. В конце статьи, после списка цитированной литературы, автор должен подписаться и указать место работы, занимаемую должность, точный домашний адрес и номер телефона.

10. Краткое содержание всех опубликованных в «Сообщениях» статей печатается в реферативных журналах. Поэтому автор обязан представить вместе со статьей ее реферат на русском языке (в двух экземплярах).

11. Автору направляется корректура статьи в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или печатать ее без визы автора.

12. Автору выдается бесплатно 25 оттисков статьи.

(Утверждено Президиумом Академии наук Грузинской ССР 10.10.1968; внесены изменения 6.2.1969)

Адрес редакции: Тбилиси 60, ул. Кутузова, 19, телефоны: 37-22-16, 37-86-42.

Почтовый индекс 380060

Условия подписки: на год — 22 руб. 80 коп.

ა ვ ტ ო რ თ ა ს ა ყ უ რ ა ლ ე ბ ო ლ

1. ჟურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევათა ჭერ გასულქვეყნებულ შედეგებს. წერილები ქვეყნდება მხოლოდ იმ სამეცნიერო დარგებიდან, რომელთა ნომენკლატურული სია დამტკიცებულია აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ.

2. „მოამბეში“ არ შეიძლება გამოქვეყნდეს პოლემიკური წერილი, აგრეთვე მიმოხილვითი ან აღწერითი ხასიათის წერილი ცხოველთა, მცენარეთა ან სხვათა სისტემატიკაზე, თუ მასში მოცემული არაა მეცნიერებისათვის განსაკუთრებით საინტერესო შედეგები.

3. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიკოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბეჭდად წელიწადში შეუძლია წარმოდგინოს სხვა ავტორთა არა უმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით), ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი. საკუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანაავტორებთან ერთად — არა უმეტეს სამი წერილისა. გამონაკლის შემთხვევაში როცა აკადემიკოსი ან წევრ-კორესპონდენტი მოითხოვს 12-ზე მეტი წერილის წარდგენას, საკითხს წყვეტს მთავარი რედაქტორი. წარდგინების გარეშე შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია 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 სავესებით მზა სახით, ავტორის სურვილისამებრ ქართულ ან რუსულ ენაზე. ქართულ ტექსტს თან უნდა ახლდეს რუსული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე, ხოლო რუსულ ტექსტს — ქართული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე. წერილის მოცულობა ილუსტრაციებითურთ, რეზიუმეებითა და დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხითურთ, რომელიც მას ბოლოში ერთვის, არ უნდა აღემატებოდეს ჟურნალის 4 გვერდს (8000 სასტამბო ნიშანი), ანუ საწერ მანქანაზე ორი ინტერვალით გადაწერილ 6 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულებიანი წერილი კი 5 გვერდს). არ შეიძლება წერილების ნაწილებად დაყოფა სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად. ავტორისაგან რედაქცია 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 უპასუხებს ამ წიგნის 1 მუხლის მოთხოვნას.

6. წერილი არ უნდა იყოს გადატვირთული შესავლით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოწმებული ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დამოხილვითი საკუთარი გამოკვლევის შედეგებს. თუ წერილში გზადგება, ქვეთავების მიხედვით დამოკლებული დასკვნები, მაშინ საჭირო არაა მათი გამოყოფა წერილის ბოლოს.

7. წერილი ასე ფორმდება: თავში ზემოთ უნდა დაიწეროს ავტორის ინიციალები და გვარი, ქვემოთ — წერილის სათაური. ზემოთ მარჯვენა მხარეს, წარმოდგენა 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 შემცირების შემთხვევაშიც კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოობიექტისა და ნახაზების დაწებება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდზე ფანქრით უნდა აღნიშნოს, რა ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისეთი ცხრილი, რომელიც ჟურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები ნელნით მკა-

ფილ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ეგზემპლარში, ბერძნულ ასოებს ქვემოთ გან უნდა გაეგას თითო ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს—ქვემოთ ორ-ორი ხაზი შავი ფანქრით, ხოლო არამთავრულ ასოებს — ზემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი ფანქრით. ფანქრითვე უნდა შემოიფარგლოს ნახევარწრით ნიშნაკები (ინდექსები და ხარისხის მაჩვენებლები). 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 საერთაშორისო შრომა, ვუჩვენოთ ეურნალის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი. თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ვუჩვენოთ მისი სრული სახელწოდება, გამოცემის ადგილი და წელი. თუ ავტორი საჭიროდ მიიჩნევს, ბოლოს შეუძლია გვერდების ნუმერაციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით, არამედ დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტსა თუ შენიშვნებში კვადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენებია უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა. არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც ტექსტში მითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის დამოწმება. დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს სად მუშაობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

10. „მოამბეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერატულ ეურნალში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

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 22 მან. 80 კაპ.

6¹⁰ / 16



ՅՆՆՈ 1 855. 90 ՀՀԸ.
ЦЕНА 1 РУБ. 90 КОП.