

1988



ISSN—0132—1447

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

მოაზა

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 129 том

№ 2

თებერვალი 1988 ФЕВРАЛЬ

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI



საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

გზაგადასახვევები

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

18809

ტომი 129 ტომ

№ 2

თებერვალი 1988 ФЕВРАЛЬ

დაქ. სსრ კ. მარტოვი
სახ. საბ. რესპუბ.

ს ა რ ე დ ა კ ტ ო რ კ ო ლ ე გ ი ა

- ე. ანდრონიკაშვილი, ა. აფაქიძე, ბ. ბალავაძე, ა. ბიწიაძე, ლ. ვახუშია (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), თ. ვამყრელიძე, გ. გომელაური, ა. გუნია (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), ს. დურმიშიძე, ა. თაველაძე, ჯ. ლომინაძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), გ. მელიქიშვილი, თ. ონიანი, ე. სეხნიაშვილი, ა. ფრანგიშვილი, ი. ფრანგიშვილი, 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, Б. К. Балавадзе, А. В. Бицадзе, Л. К. Габуния (заместитель главного редактора), Т. В. Гамк्रेлидзе, В. И. Гомелаури, А. Л. Гуния (заместитель главного редактора), Н. А. Джавахишвили, Г. Н. Джигладзе, А. А. Дзидзигური, Ш. В. Дзидзигური, С. В. Дурмишидзе, Д. Г. Ломинадзе (заместитель главного редактора), Г. А. Меликишвили, Т. Н. Ониани, А. С. Прангишвили, И. В. Прангишвили, Э. А. Сехнишвили, А. Н. Тавхелидзе, Е. К. Харадзе (главный редактор), Г. В. Харатишвили, А. Л. Цагарели, Г. В. Цицишвили

ბასუხისმგებელი მდივანი ა. იაკობაშვილი

Ответственный секретарь А. Б. Якобашвили

გადაეცა ასაწყობად 13.1.1988; ხელმოწერილია დასაბეჭდად 16.3.1988; შვეკ. № 83; ანაწყობის ზომა 7×12³/₄; ქალაქის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 14; სააღრიცხვო-საგამომცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 19,6; უე 09736; ტირაჟი 1350; ფასი 1 მან. 90 კაპ.

Сдано в набор 13.1.1988; подписано к печати 16.3.1988; зак. № 83; размер набора 7×12³/₄; размер бумаги 70×108; физический лист 14; уч. издательский лист 18,5; печатный лист 19,6; УЭ 09736; тираж 1350; цена 1 руб. 90 коп.

* * *

საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის სტამბა, თბილისი 380060, კუტუზოვის ქ., 19
Типография АН Грузинской 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

ს. სანებლიძე. დიფერენციალური ალგებრების ჰომოლოგიური რიგი	242
დ. ბრეგვაძე. ჯერადი ორთოგონალური მწკრივების კერძო ჯამთა ქვემიმდევრობების კრებადობის შესახებ	247
გ. ტყეშელაშვილი. ორლიჩის სივრცეებში ფუნქციათა ჯერადი სისტემების შესახებ	251
ტ. ჯინჭარაძე. მხები ფიბრაციის წრფე ბმულობათა შესახებ	256
ო. ძაგნიძე. პარტოკსი — ფურიეს მწკრივის კრებადობის შესახებ	260
თ. ფირაშვილი. ჰომოტოპიის თეორიის მოდელები და მცირე კატეგორიების კომპოზიციები	263
ი. თვალაძე. ვოლტერას I გვარის ინტეგრალური განტოლებების წინასწარ მოცემული სიზუსტით ამოხსნის შესახებ	268
ვ. ბალაძე. ფიბრაციათა შეიშური თეორიის შესახებ	272
ა. გოგატიშვილი. ამოწმებელი სადარ სიმრავლეთა ბაზისის მიმართ წილადური მაქსიმალური ფუნქციები ლებეგის წონიან სივრცეებში	274

კიბერნეტიკა

გ. ქუმბურიძე. ტ. კიკვაძე. შეზღუდვებიანი დისკრეტული მინიმაქსის ამოცანის ამოხსნის ერთი მეთოდის შესახებ	280
ბ. ცერცვაძე. მარკოვის ჯაჭვების აგრეგირების შესახებ	284

ფიზიკა

ა. უშვერიძე. ალგებრული კრებადი შემფოთების თეორია დისკრეტული სპექტრის მქონე კვანტური სისტემებისათვის	287
ნ. კარბუშვილი, გ. ქილაძე. მცირე სიმკვრივის ელექტრონული კონის პლანკ-მასთან ურთიერთქმედების სუსტადარაწრფივი თეორიისათვის	292
გ. ბაგრატიშვილი, დ. ქურციკიძე, ნ. ლეჟავა, ლ. მოსიძე, ს. პაქკორია, ზ. შიოლაშვილი. თუთიის დიფუზია გალიუმის არსენიდში თუთიასილიკატური მინიდან	296
ი. ვაშაკიძე, გ. ქილაშვილი. შრედიფერის რელატივისტური განტოლება სპინ-ორბიტალური ურთიერთქმედებით	300
ვ. გოგოხია, ბ. მალარაძე. კვარცის პროპაგატორის ანალიზური სტრუქტურა კვანტურ ქრომოდინამიკაში	303

გეოფიზიკა

ბ. ნასყიდაშვილი, ლ. შათაშვილი. კოსმოსური სხივების ანომალური დღე-ღამური ვარიაცია და ატმოსფერული მიმოქცევითი ტალღები	307
ბ. სეთაშვილი. ელექტროსტატიკური ველის სასაზღვრო ამოცანების მიახლოებით ამოხსნა	312

* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის ქართულ წერილს.



- ვ. კაპანაძე. პოტენციალთა თეორიის შეზღუდვები ამოცანის ამონახსნის ერთობლივობის შესახებ 315
- გ. დიდებულისძე, ა. პატარაია. F-ფენა ატმოსფერული გრავიტაციული ტალღების გავლენის ქვეშ პორიზონტალური ქარის გათვალისწინებით 320

ორბანული ძიება

- მ. გვერდწითელი, რ. დედვარიანი. ელექტროციკლური რეაქციების ფორმალურ-ალგებრული დახასიათება 322
- თ. გოგიავილი, თ. ალავიძე, რ. გიგაური, ე. ვასნიოვი. მთავარ ჯაჭვში As—S ბმის მქონე დარიშხანშემცველი პოლიმერების სინთეზი და ზოგერთი თვისება 328

ფიზიკური ძიება

- მ. გაჯიევი, ზ. ამირიძე, გ. ჩივაძე. 2-ჰიდროქსიეთილალილსულფიდების და პროპარგილის სპირტის ერთობლივი დეჰიდრატაცია H-ფორმის KV-2 თანაობისას 331
- გ. ციციშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), გ. ცინცაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ზ. მიქელაშვილი. ბუნებრივი კლინოპტილოლითის იონმიმოცვლითი ფორმების რენტგენოგრაფიული გამოკვლევა 335
- თ. დგებუაძე. R_2O-SiO_2 და $R_2O-Al_2O_3-SiO_2$ სისტემების მინების ინფრაწითელი სპექტრების და სტრუქტურის ახალი ინტერპრეტაცია 339
- მ. წეროძე, თ. ჭელიძე, ჯ. ჯაფარიძე, გ. ჩაფიძე. ნიტროგლიცერინის პოლაროგრაფიული განსაზღვრა ადამიანის სისხლის პლაზმაში 344
- ა. მსხილაძე, ბ. ჭანკვეტაძე, შ. სიდაშონიძე, გ. ციციშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ლ. ახალბედაშვილი. ეთანოლის კონვერსია კათონჩანაცვლებულ Y ტიპის ცეოლითზე 348

ელემენტოძიება

- ვ. შავგულიძე, მ. ჩაგუნაევა, ჯ. ჯაფარიძე, დ. კეთილაძე. კადმიუმის ელექტროქიმიური მოქმედების შესახებ ეთილენგლიკოლში 352

ჰიდროლოგია

- გ. გრიგოლია, გ. ხმალაძე. ჯონსონის S_B განაწილების პარამეტრების შეფასება საშუალო დამაჯერებლობის მეთოდით 356

გეოლოგია

- ნ. სალუქვაძე, მ. ცაგარელი, ვ. ეპიტაშვილი, თ. დავთაძე, მ. ჩუბინიძე. აფხაზეთის პალეოგენური ფაუნის და ფლორის კომპლექსების შეპირისპირების საკითხისათვის 359
- ა. თვალჭრელიძე, ა. მაღალაშვილი. პოლიმეტალური გამადნების ზონალობა მერისის მდინარის ველის ფარგლებში 363

პეტროლოგია

- გ. ჩიხრაძე. მდ. ასას სათავეებს დიაბაზური (დოლერიტული) დაიკების შესახებ 367

ბიოქიმიკა

- ნ. ვარძელაშვილი, მ. ომაროვა, ა. ბატირმურზაევი, შ. მაგომედოვი. რადიოგენური არგონის კინეტიკური პარამეტრები როგორც მეტამორფიზმის გეოქიმიური ინფორმაციის წყარო 370

საზოგადოებრივი მუშაობა

- ე. სეხნიაშვილი (საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი). განვითარებად ქვეყნებში სეისმომდეგი მშენებლობის კოდების (სტანდარტების) შემუშავების ზოგიერთი ასპექტი 376

საბადოთა დამუშავება და გაზღვივება

- ა. ძიძიგუბი (საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), ა. სეფიაშვილი. ჰაბურღილების გაყვანის შედეგები ოპტიმალური მახასიათებლის მქონე სანგრევის ამორტიზატორის გამოყენებით 380

მეტალურგია

- ი. ბაირამაშვილი, ჯ. ჯობაძე, გ. კალანდაძე, გ. ცაგარეიშვილი, ა. ერისთავი. ურთიერთდიფუზია ბორი-ნახშირბადის სისტემაში 383
- ი. ყორდანი, ა. ნიკოლინი, ვ. ბულგაკოვი. უწყვეტად ჩამოსხმული ლითონის განღრუბის ტექნოლოგიური თავისებურებანი განივხარახული გლინვის დგანზე 387

ჰიდროტექნიკა

- ნ. სამთელაძე. ბზარების გავლენა ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა ბეტონის ყინულმდეგობაზე 391
- მ. ლოღობერიძე, მ. ნიჟარაძე, გ. ჯალაღანი, ზ. ციციქიშვილი. ოპტიმიზაციის ამოცანა წვიმის ჩამონადენის სარეგულაციო რეზერუარის მოცულობის ალბათურ გამოთვლებში 395

ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

- ზ. შანიძე. ავტომატური მართვის ამოცანების კორექტულად დასმა 400

ბიოფიზიკა

- ნ. ონიანი. ჰიპერტონული ხსნარების იონური შემადგენლობის გავლენა ბაყაყის ჩონჩხის კუნთის კოფეინის კონტრაქტურაზე 404

ბიოქიმია

- ნ. ზახაროვა, მ. ულიანოვა, მ. ბოკუჩაევა (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი). ბეტალაინგამაუფერულებელი ფერმენტის სუბსტრატით ინჰიბირების კინეტიკა 408
- ნ. მიგინეიშვილი, ნ. კობახიძე, მ. ცარციძე, ბ. ლომსაძე. ეგზოგენური ლიპიდები როგორც ზოგიერთი მემბრანადაკავშირებული ფერმენტის ფუნქციონალური აქტივობის მოდულატორები 411

მასპერიმენტული მედიცინა

- ე. ხიშტოვანი. იმუნური რეაქტიულობის შესწავლა ქაენა დერმატოზებით დაავადებულებში 415
- დ. აბელაშვილი, გ. ნიჟარაძე. ღვიძლის ფუნქციური მდგომარეობა ახალშობილ ბავშვებში ცენტრალური ნერვული სისტემის დაზიანების დროს 419

ფსიქოლოგია

- მ. ცისკარიძე, ე. ბუჩუკური, ლ. კეკელიშვილი. ხმაურის ფონზე სიგნალის გამოვლენა ინდივიდის მიერ ჯგუფში მუშაობისას 424

ენათმეცნიერება

- *მ. გიგინეიშვილი. ინგლისური არტიკლის სინტაგმური ველი 425

ლიტერატურის ისტორია

- *ნ. ვახანია. კავკასიის ხალხთა მეგობრობის იდეა ალექსანდრე ორბელიანის შემოქმედებაში 429

ფილოლოგია

- მ. ჯაოშვილი. ვერლენისა და მალარმეს პოეზიის გავლენა სიმბოლისტურ მუსიკაზე 435
- *ი. ასათიანი. სპარსული ხალხური დასთან ბაპრამ-გურის შესახებ 437

ისტორია

- მ. სიორიძე. ბათუმის საკითხი ინგლისის კაბინეტში 1920 წლის თებერვალში 443

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

С. А. Санеблидзе. Гомологическая классификация дифференциальных алгебр	241
Д. В. Брегвадзе. О сходимости подпоследовательностей частных сумм кратных ортогональных рядов	245
Г. Е. Ткебучава. О кратных системах функции в пространствах Орлича	249
Т. Р. Джинчарадзе. О линейных связностях касательного расслоения	253
О. П. Дзагнидзе. О сходимости ряда Хортогса—Фурье	257
Т. И. Пиращвили. Модели для теории гомотопии и когомологии малых категорий	261
Ю. Г. Твалодзе. О решении интегральных уравнений Вольтерра I рода с наперед заданной точностью	265
В. Х. Баладзе. О шейповой теории для расслоений	269
А. С. Гогатишвили. Дробные максимальные функции по базису выпуклых сравнимых множеств в весовых пространствах Лебега	273

КИБЕРНЕТИКА

Г. Г. Чумбуридзе, Т. Ф. Киквадзе. Об одном подходе решения дискретной минимаксной задачи с ограничениями	277
Г. Н. Церцвадзе. Об агрегировании марковских цепей	281

ФИЗИКА

А. Г. Ушверидзе. Алгебраическая сходящаяся теория возмущений для квантовых систем с дискретным спектром	285
Н. И. Карбушев, Г. Г. Чигладзе. К слабонелинейной теории взаимодействия электронного пучка малой плотности с плазмой	289
Г. Д. Багратишвили, Д. Э. Курцикидзе, Н. Г. Лежава, Л. Н. Мосидзе, С. В. Пачкория, З. Н. Шиолашвили. Диффузия цинка в арсениде галлия из цинксиликатного стекла	293
И. Ш. Вашакидзе, Г. А. Чилашвили. Релятивистское уравнение Шредингера со спин-орбитальным взаимодействием	297
В. Ш. Гогохия, Б. А. Маградзе. Аналитическая структура кваркового пропагатора в квантовой хромодинамике	301

ГЕОФИЗИКА

- Б. Д. Наскидашвили, Л. Х. Шаташвили. Аномальная суточная вариация космических лучей и приливные волны в атмосфере Земли 305
- М. И. Сеташвили. Приближенное решение граничных задач электростатического поля 309
- Д. В. Капанадзе. О единственности решения обратной задачи теории потенциала 313
- Г. Г. Дидебулидзе, А. Д. Патарая. F-слой под воздействием атмосферных гравитационных волн с учетом горизонтального ветра 317

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- М. И. Гвердцители, Р. О. Девдариани. Формально-алгебраическая характеристика электроциклических реакций 321
- Т. М. Гогиашвили, Т. З. Алавидзе, Р. Д. Гигаури, В. А. Васнев. Синтез и некоторые свойства мышьяксодержащих полимеров со связью As—S в главной цепи 325

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- М. К. Гаджиев, З. С. Амиридзе, Г. О. Чивадзе. Совместная дегидратация 2-гидроксиэтилалкилсульфидов и пропаргилового спирта на N-форме КУ-2 329
- Г. В. Цицишвили (академик АН ГССР), Г. В. Цинцадзе (член-корреспондент АН ГССР), З. В. Микелашвили. Рентгенографическое исследование ионообменных форм природного клиноптилолита 333
- Т. П. Дгебуадзе. О новой интерпретации ИК-спектров и структуры стекол систем R_2O-SiO_2 и $R_2O-Al_2O_3-SiO_2$ 337
- М. П. Церодзе, Т. Р. Челидзе, Д. И. Джапаридзе, Г. Э. Чапидзе. Полярографический анализ нитроглицерина в плазме крови человека 341
- А. Г. Мсхиладзе, Б. Г. Чанкветадзе, Ш. И. Сидамонидзе, Г. В. Цицишвили (академик АН ГССР), Л. Г. Ахалбедашвили. Конверсия этанола на катионмодифицированных цеолитах типа Y 345

ЭЛЕКТРОХИМИЯ

- В. В. Шавгулидзе, М. Р. Чагунава, Дж. И. Джапаридзе, Д. Д. Кетиладзе. Об электрохимическом поведении кадмия в этиленгликоле 349

ГИДРОЛОГИЯ

- Г. Л. Григолия, Г. О. Хмаладзе. Оценка параметров распределения S_B Джонсона методом среднего правдоподобия 353

ГЕОЛОГИЯ

- Н. Ш. Салуквадзе, Е. А. Цагарели, В. Д. Эпиташвили, Т. Т. Гавтадзе, М. Ш. Чубинидзе. К вопросу о соотношении комплексов фауны и флоры палеогена Абхазии 357
- А. Г. Твалчрелидзе, А. Г. Магалашвили. Зональность полиметаллического оруденения Мериского рудного поля 361

ПЕТРОЛОГИЯ

- Г. А. Чихрадзе. О диабазовых (долеритовых) дайковых породах верховьев р. Ассы 365

ГЕОХИМИЯ

- Н. С. Вардзелашвили, М. Р. Омарова, А. С. Батырмурзаев, Ш. А. Магомедов. Кинетические параметры радиогенного аргона как источники геохимической информации метаморфизма 363

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

- Э. А. Сехниашвили (академик АН ГССР). Некоторые аспекты разработки кодов (стандартов) на сейсмостойкое строительство в развивающихся странах 373

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ОБОГАЩЕНИЕ

- А. А. Дзидзигури (академик АН ГССР), А. Д. Сепиашвили. Результаты бурения скважин с применением наддолотного амортизатора с оптимальной нагрузочной характеристикой 377

МЕТАЛЛУРГИЯ

- И. А. Байрамашвили, Д. Ш. Джобавა, Г. И. Каландадзе, Г. В. Цагарейшвили, А. М. Эристави. Взаимная диффузия в системе бор-углерод 381
- И. С. Жордания, А. Н. Никулиц, В. П. Булгаков. Технологические особенности прошивки непрерывнолитого металла на стане поперечно-винтовой прокатки 385

ГИДРОТЕХНИКА

- Н. Н. Самтеладзе. Влияние трещин на морозостойкость бетона гидротехнических сооружений 389

- М. И. Гогоберидзе, Э. И. Нижарадзе, Г. М. Джалагания, З. А. Цицкишвили. Оптимизационная задача в вероятностных расчетах объема регулирующего резервуара дождевого стока 393

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

- З. Г. Шанидзе. Корректность постановки задач автоматического управления 397

БИОФИЗИКА

- Н. Т. Ониани. Влияние ионного состава гипертонических растворов на кофениновую контрактуру скелетной мышцы лягушки 401

БИОХИМИЯ

- Н. С. Захарова, М. С. Ульянова, М. А. Бокучава (академик АН ГССР). Кинетика ингибирования субстратом беталаинобесцвечивающего фермента 405
- Н. Р. Мигинеишвили, Н. Б. Кобахидзе, М. А. Царцидзе, Б. А. Ломсадзе. Экзогенные липиды — модуляторы функциональной активности некоторых мембраносвязанных ферментов 409

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- Э. И. Хиштовани. Изучение иммунной реактивности у больных зудящими дерматозами 413
- Д. И. Абелашвили, Г. И. Нижарадзе. Функциональное состояние печени при гипоксических поражениях центральной нервной системы у новорожденных детей 417

ПСИХОЛОГИЯ

- М. А. Цискаридзе, Э. Н. Бучукури, Л. Г. Кевлишвили. Обнаружение сигнала на фоне шума индивидом, работающим в группе 421

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

- * М. А. Гигинейшвили. Синтагматическое поле артикля в английском языке 425

ФИЛОЛОГИЯ

- * Н. В. Вахания. Идея дружбы народов Кавказа в творчестве Ал. Орбелиани 432

- М. В. Джаошвили. Влияние поэзии Верлена и Малларе на символистическую музыку 433
- * И. В. Асатиани. Персидский народный дастан о Бахрам-Гуре 439

ИСТОРИЯ

- М. М. Сиоридзе. Батумский вопрос в английском кабинете в феврале 1920 года 441

CONTENTS

MATHEMATICS

S. A. Saneblidze. Homology classification of different algebras	243
D. V. Bregvadze. On convergence of subsequences of partial sums of multiple orthogonal series	247
G. E. Tkebuchava. On the multiple systems of functions in the Orlicz spaces	251
T. R. Jincharadze. On linear connectedness of the tangent fibering	256
O. P. Dzagnidze. On convergence of the Hartogs-Fourier series	260
T. I. Pirashvili. Models for homotopy theories and cohomology of small categories	263
Yu. G. Tvaladze. On solution of Volterra's I type integral equations with pre-assigned precision	268
V. H. Baladze. On shape theory for fibrations	272
A. S. Gogatishvili. Fractional maximal functions with respect to the basis of the convex comparable sets in weighted Lebesgue spaces	275

CYBERNETICS

G. G. Chumburidze, T. Ph. Kikvadze. On one approach to the solution of a constraint discrete minimax problem	280
G. N. Tsertsvadze. On the aggregation of Markov chains	284

PHYSICS

A. G. Ushveridze. Exactly soluble multidimensional quantum systems with a polynomial anharmonicity	288
N. I. Karbushev, G. G. Chigladze. On the weak nonlinear theory of small density electron beam-plasma interaction	292
G. D. Bagratishvili, D. E. Kurtsikidze, N. G. Lezhava, L. N. Mosidze, S. V. Pachkoria, Z. N. Shiolashvili. Zinc diffusion in gallium arsenide from zincsilicate glass	296
I. Sh. Vashakidze, G. A. Chilashvili. Relativistic Schrödinger equation including spin-orbit interaction	300
V. Sh. Gogokhia, B. A. Magradze. Analytic structure of the quark propagator in quantum chromodynamics	304

GEOPHYSICS

B. D. Naskidashvili, L. Kh. Shatashvili. Anomalous diurnal variation of cosmic rays and tidal waves in the Earth atmosphere	307
M. I. Setashvili. Approximate solution of boundary problems of electrostatic field	312
D. V. Kapanadze. On uniqueness of the solution of inverse problems of the potential theory	315

- G. G. Didebulidze, A. D. Pataraya. F-layer affected by atmospheric gravity waves with account of horizontal wind 320

ORGANIC CHEMISTRY

- M. I. Gverdtsiteli, R. O. Devdariani. Formal-algebraic characteristics of electrocyclic reactions 323
- T. M. Gogiashvili, T. Z. Alavidze, R. D. Gigauri, V. A. Vasnev. Synthesis and some properties of arsenium-containing polymers with As-S bond in the main polymer chain 328

PHYSICAL CHEMISTRY

- M. K. Gajiev, Z. S. Amiridze, G. O. Chivadze. Simultaneous dehydrogenation of 2-hydroxyethylalkylsulphides and propargyl alcohol with H-form of cationite KY-2 331
- G. V. Tsitsishvili, G. V. Tsintsadze, Z. V. Mikelashvili. Roentgenographic study of ionexchanged forms of natural clinoptilolites 336
- T. P. Dgebuadze. On the new interpretation of infra-red spectra and glass structure of R_2O-SiO_2 and $R_2O-Al_2O_3-SiO_2$ systems 339
- M. P. Tserodze, T. R. Chelidze, J. I. Japaridze, G. E. Chapidze. Determination of nitroglycerol by the polarographic method in human blood 344
- A. G. Mskhiladze, B. G. Chankvetadze, Sh. I. Sidamonidze, G. V. Tsitsishvili, L. G. Akhalbedashvili. Conversion of ethanol over cation-exchanged Y type zeolites 348

ELECTROCHEMISTRY

- V. V. Shavgulidze, M. R. Chagunava, J. I. Japaridze, D. D. Ketiladze. On the electrochemical action of cadmium in ethylene glycol 352

HYDROLOGY

- G. L. Grigolia, G. O. Khmaladze. Assessment of Johnson S_B distribution parameters by the middle likelihood method 356

GEOLOGY

- N. Sh. Salukvadze, E. A. Tsagareli, V. D. Epitashvili, T. T. Gavatadze, M. Sh. Chubinidze. On the correlation of complexes of Abkhazian fauna and flora 360
- A. G. Tvalchrelidze, A. G. Magalashvili. Zonation of polymetallic mineralization at the Merisi ore-field 364

PETROLOGY

- G. A. Chikhradze. On the dyke diabases (dolerites) of the Assa river gorge 368

GEOCHEMISTRY

- N. S. Vardzelashvili, M. R. Omarova, A. S. Batyrmurzaev, Sh. A. Magomedov. Kinetic parameters of radiogenic argon as sources of geochemical information on metamorphism 371

STRUCTURAL MECHANICS

E. A. Sekhniashvili. Some aspects of Code (Standards) elaboration for earthquake engineering in developing countries 376

EXPLOITATION AND CONCENTRATION OF DEPOSITS

A. A. Dzidziguri, A. D. Sepiashvili. Results of borehole drilling using the bottom shock-absorber with optimal load characteristics 380

METALLURGY

I. A. Bairamashvili, J. Sh. Jobava, G. I. Kalandadze, G. V. Tsagareishvili, A. M. Eristavi. Mutual diffusion in the boron-carbon system 383

I. S. Zhordania, A. N. Nikulin, V. P. Bulgakov. Technological features of continuously cast metal piercing on cross-rolling mill 388

HYDRAULIC ENGINEERING

N. N. Samteladze. The action of cracks on frost resistance of concrete in hydrotechnical constructions 391

M. I. Gogoberidze, E. I. Nizharadze, G. M. Jalagania, Z. A. Tsitskishvili. Optimization problem in probability calculations of the volume of rainfall run-off regulation reservoir 395

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

Z. G. Shanidze. The exact solutions of some problems of mechanics 400

BIOPHYSICS

N. T. Oniani. Effects of the ionic composition of hypertonic solution on caffeine contracture of frog sartorius muscle 404

BIOCHEMISTRY

N. S. Zakharova, M. S. Ulyanova, M. A. Bokuchava. Kinetics of the substrate inhibition of betalaine-decolourizing enzyme 408

N. R. Migineishvili, N. B. Kobakhidze, M. A. Tsartsidze, B. A. Lomsadze. Exogenous lipids modulators of functional activity of certain membrane-dependent enzymes 412

EXPERIMENTAL MEDICINE

E. I. Khishtovani. A study of immune reaction in patients with itching dermatosis 415

D. I. Abelashvili, G. I. Nizharadze. Functional hepatic state in newborn children with hypoxia lesion of the central nervous system 419

PSYCHOLOGY

M. A. Tsiskaridze, E. N. Buchukuri, L. G. Kevlishvili. Signal detection by individuals working with group against the background of noise 424

LINGUISTICS

- M. A. Gigineishvili. The syntagmatic field of article in English 428

PHILOLOGY

- N. V. Vakhania. The idea of friendship of the Caucasian peoples in the works of A. V. Orbeliani 432
- M. V. Jaoshvili. Influence of the poetry of Verlaine and Mallarmé on the symbolistic music 435
- I. V. Asatiani. Persian folkloric dastan about Bakhram-Gur 439

HISTORY

- M. M. Sioridze. The Batumi question in the British cabinet in February 1920 443



С. А. САНЕБЛИДЗЕ

ГОМОЛОГИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ
 ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ АЛГЕБР

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Берикашвили 28.6.1986)

Пусть T — категория градуированных связных дифференциальных алгебр над фиксированным полем k :

$$A = \sum_{j \geq 0} A^j, \quad d: A^i \rightarrow A^{i+1}, \quad d^2 = 0, \quad d(a \cdot b) = da \cdot b + (-1)^{\dim a} a \cdot db,$$

$$H^0(A, d) = k, \quad (A, d) \in T.$$

Определение 1. Морфизм $f: (A, d_A) \rightarrow (B, d_B)$ из T называется квазиизоморфизмом, если он индуцирует изоморфизм $f^*: H^*(A, d_A) \rightarrow H^*(B, d_B)$. Отношение эквивалентности, порожденное наличием квазиизоморфизма, называется гомологической эквивалентностью; две алгебры имеют один и тот же гомологический тип, если они гомологически эквивалентны.

Для данной градуированной алгебры H обозначим через T_H множество гомологических типов алгебр из категории T с гомологиями H . Ниже мы приводим описание множества T_H в терминах алгебры H . Аналогично определения биградуированной модели из [1] мы даем

Определение 2. Резольвентой градуированной связной алгебры H называется свободная биградуированная дифференциальная алгебра

$$(RH, d) = \left(\sum_{n, q \geq 0} RH_n^q, d \right) \text{ с дифференциалом степени } (+1, -1), \quad d: RH_n^q \rightarrow RH_{n-1}^{q+1}$$

такая, что $H_0^*(RH, d) = H^*$, $H_i^*(RH, d) = 0, i \geq 1$, и существует отображение $\rho: (RH, d) \rightarrow H$ бистепени $(0, 0)$, индуцирующее изоморфизм в гомологиях (H^* рассматривается как биградуированная алгебра $H^* = H_0^*$, $H_i^* = 0, i \geq 1$ с нулевым дифференциалом).

Легко видеть существование резольвенты для любой алгебры H .

Пусть $(\text{End } RH, \nabla)$ — биградуированная дифференциальная алгебра эндоморфизмов k -модуля RH и $\text{Der } RH \subset \text{End } RH$ — биградуированный дифференциальный подмодуль дифференцирований алгебры RH (для $\theta \in \text{Der}^q RH$ имеем

$$\theta(a \cdot b) = \theta a \cdot b + (-1)^{q \cdot \dim a} a \cdot \theta b, \quad a, b \in RH).$$

Пусть M_H обозначает подмножество $\text{Der}^1 RH$ такое, что

$$\nabla \hat{h} = -\hat{h} \cdot \hat{h}, \quad \hat{h} = \{\hat{h}_i^1\} = \{(-1)^i h_i^1\},$$

$$h_i^1: RH_n^q \rightarrow RH_{n-1}^{q+1}, \quad i \geq 2, \quad h_i^1 \in \text{Der}_i^1 RH.$$

Пусть G_H — подгруппа группы автоморфизмов алгебры RH такая, что элемент $p \in G_H$ имеет вид $p = 1 + p', \quad p' \in \text{End } RH$.

საქ. სსრ, გ. 2
 სსრ, სსრ, გ. 2

Тогда формула

$$p * h \Rightarrow p h p^{-1} + \nabla p \cdot p^{-1}, \quad p \in G_H, \quad h \in M_H$$

определяет действие G_H на M_H .

Определение 3. Множество орбит множества M_H относительно действия G_H обозначим через D_H ; класс элемента 0 обозначим через 0.

Замечание 1. Множество D_H тесно связано с множеством $D(\text{End } RH)$ из [2]; легко видеть, что существует естественное отображение $D_H \rightarrow D(\text{End } RH)$, сохраняющее отмеченные точки.

Имеет место

Теорема 1. *Существует биекция*

$$T_H \approx D_H.$$

Замечание 2. Для описания множества гомологических типов косокоммутативных градуированных дифференциальных алгебр, алгебра гомологий которых есть данная косокоммутативная градуированная алгебра H , в определении множества D_H нужно использовать косокоммутативную резольвенту алгебры H . Таким образом, для косокоммутативной H мы получаем новое множество D_H^c .

В том случае, когда H — косокоммутативная алгебра над полем характеристики 0 множество D_H^c фактически описано в [1] с помощью биградуированной модели Сташева—Гальперина алгебры H .

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

(Поступило 5.9.1986)

მათემატიკა

ს. სანებლიძე

დიფერენციალური ალგებრების ჰომოლოგიური კლასიფიკაცია

რეზიუმე

H ბმული გრადუირებული ალგებრისათვის განმარტებულია მონიშნულ-წერტილიანი სიმრავლე D_H , რომელიც აღწერს H ჰომოლოგიების მქონე ბმული დიფერენციალური გრადუირებული ალგებრების ჰომოლოგიური ტიპების სიმრავლეს.

S. A. SANEBLIDZE

HOMOLOGY CLASSIFICATION OF DIFFERENTIAL ALGEBRAS

Summary

For a connected graded algebra H a pointed set D_H is defined, describing a set of homology types of connected graded differential algebras with homologies H .

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. S. Halperin, J. Stasheff. Adv. in Math., v. 32, 1979, 233—279.
2. Н. А. Берикашвили. Сообщения АН ГССР, 86, № 3, 1977, 529—532.

Д. В. БРЕГВАДЗЕ

О СХОДИМОСТИ ПОДПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ЧАСТНЫХ СУММ КРАТНЫХ ОРТОГОНАЛЬНЫХ РЯДОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Жижиашвили 10.10.1986)

Пусть E_d ($d \geq 2$) — евклидово пространство размерности d , элементы которого будем обозначать через $x = (x_1, x_2, \dots, x_d)$, $y = (y_1, y_2, \dots, y_d)$ и т. д. Ниже соотношение $x \leq y$ будет означать, что $x_i \leq y_i$, $i = \overline{1, d}$. Далее предполагается, что

$$[0, 1]^d = \{x : x \in E_d, 0 \leq x_i \leq 1, i = \overline{1, d}\}.$$

Пусть

$$(m(\mu) = (m(\mu)_1, m(\mu)_2, \dots, m(\mu)_d))$$

— последовательность целых положительных векторов в пространстве E_d (т. е. координаты $m(\mu)_i$ — целые положительные числа, $i = \overline{1, d}$). Для целого положительного вектора $n = (n_1, n_2, \dots, n_d)$ обозначим через $\sigma(n)$ число тех $m(\mu)$, которые не превосходят n .

Для любой последовательности целых положительных векторов

$$n(k) = (n(k)_1, n(k)_2, \dots, n(k)_d) \text{ с } \lim_{k \rightarrow \infty} \max_i \{n(k)_i\} = \infty,$$

пусть

$$A(n(k)) = \{n : n \in E_d, \forall i \overline{n(k)_i} \leq n_i \leq n(k)_i, i = \overline{1, d}\}.$$

Введем следующее

Определение. Скажем, что последовательность $(m(\mu))$ удовлетворяет условию C_α ($\alpha \in [0, d)$), если

$$\lim_{i \rightarrow \infty} \left\{ \min_i \log(n_i + 1) \right\}^\alpha \frac{\sigma(n)}{\prod_{j=1}^d n_j} \geq 1.$$

Отметим, что последнее определение в одномерном случае ввел Госселин [1].

В данной работе приводятся утверждения, являющиеся многомерными аналогами соответствующих результатов Госселина [1] и Н. Л. Лебедевой [2].

Теорема 1. а) Если $(\Phi_n(x))$ — ортонормированная система на $[0, 1]^d$ и (a_n) — такая последовательность векторов в пространстве E_d , что

$$\sum_n a_n^2 \prod_{j=1}^d \log(n_j + 1) \left\{ \min_i \log(n_i + 1) \right\}^{-\alpha} < +\infty, \quad \alpha \in [0, d),$$



тогда для любой последовательности векторов $n(k)$ существует последовательность векторов $m(\mu)$, которая удовлетворяет условию S_α ; каждый вектор $m(\mu) \in A(n(k))$ для некоторых k , и

$$S_{m(\mu)}(x) = \sum_{n < m(\mu)} a_n \Phi_n(x)$$

сходится почти всюду на $[0, 1]^d$.

б) Существует $(\Phi_n(x))$ ортонормированная система на $[0, 1]^d$, (a_n) — последовательность векторов такая, что для произвольного числа $\varepsilon > 0$

$$\sum_n a_n^2 \prod_{j=1}^d \log(n_j + 1) \frac{\{\min_i \log(n_i + 1)\}^{-\alpha}}{(\max_i \log(n_i + 1))^\varepsilon} < +\infty,$$

а для любой последовательности $m(\mu)$, удовлетворяющей условию S_α ($\alpha \in [0, d)$)

$$S_{m(\mu)}(x) = \sum_{n < m(\mu)} a_n \Phi_n(x)$$

расходится почти всюду на $[0, 1]^d$.

Теорема 2. а) Пусть $(\Phi_n(x))$ — любая ортонормированная система на $[0, 1]^d$ и

$$a_n^2 = \left[\{\min_i \log(n_i + 1)\}^\alpha / \prod_{j=1}^d n_j \log^2(n_j + 1) \right] \varepsilon_n,$$

где $\varepsilon_n \rightarrow 0$ когда $(\max_i n_i) \rightarrow \infty$. Тогда для любой последовательности векторов $n(k)$ существует последовательность $m(\mu)$ такая, что

$$\overline{\lim}_{k \rightarrow \infty} \frac{\sigma(n(k))}{\prod_{j=1}^d n(k)_j} \{\min_i \log(n(k)_i + 1)\}^\alpha \geq 1$$

и

$$S_{m(\mu)}(x) = \sum_{n < m(\mu)} a_n \Phi_n(x)$$

сходится почти всюду на $[0, 1]^d$.

б) Если

$$a_n^2 = \{\min_i \log(n_i + 1)\}^\alpha / \prod_{j=1}^d n_j \log^2(n_j + 1) \quad (\alpha \in [0, d)),$$

тогда существует $(\Phi_n(x))$ ортонормированная система на $[0, 1]^d$, что для любой последовательности векторов $m(\mu)$, удовлетворяющей условию S_α , ($\alpha \in [0, d)$),

$$S_{m(\mu)}(x) = \sum_{n < m(\mu)} a_n \Phi_n(x)$$

расходится почти всюду на $[0, 1]^d$.

დ. ბრეგვაძე

ჯერადი ორთოგონალური მწკრივების კერძო ჯამთა
ქვემიმდევრობების კრებადობის შესახებ

- რეზიუმე

ნაშრომში მიღებულია ჯერადი ორთოგონალური მწკრივების თითქმის ყველგან კრებადობის შესახებ გარკვეული აზრით გაუძლიერებადი შედეგები, რომლებიც წარმოადგენენ გოსელინისა [1] და ნ. ლებედევისა [2] შესაბამისი დებულებების ჯერად ანალოგებს.

MATHEMATICS

D. V. BREGVADZE

ON CONVERGENCE OF SUBSEQUENCES OF PARTIAL SUMS OF
MULTIPLE ORTHOGONAL SERIES

Summary

The paper presents some statements (which in a definite sense cannot be improved) on convergence almost everywhere of multiple orthogonal series. The results are analogous to corresponding statements of Gosselin [1] and N. L. Lebedeva [2].

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. R. Gosselin. Duke Math. J., 28, № 1, 1961, 133—144.
2. Н. Л. Лебедева. Мат. заметки, т. 5, № 4, 1969, 419—428.

Г. Е. ТКЕБУЧАВА

О КРАТНЫХ СИСТЕМАХ ФУНКЦИИ В ПРОСТРАНСТВАХ ОРЛИЧА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Жижншвили 16.4.1986)

Определения. Пусть $d \in \mathbb{N}$, $I^d = I \times \dots \times I$ и N -функция $\Phi(u) = \int_0^u \varphi(z) dz$ порождает сепарабельное пространство Орлича $L_\Phi(I^d)$. Пусть $R^{(d)}$ — d -кратная итерация оператора

$$R: \Phi \rightarrow R(\Phi) \quad R(u) = R(\Phi, u) = u \int_1^u \frac{\Phi(z)}{z} dz,$$

а функция $R^{(d)}(u)$ порождает пространство Орлича $L_{R^{(d)}}(I^d)$. Пусть функция Q , порождающая пространство Орлича $L_Q(I^d)$, удовлетворяет условию $L_Q \subset L_\Phi$. Всюду ниже включен и случай $\Phi(u) = u$ (соответственно $R^{(d)}(u) = u \ln^d u$).

Пусть, далее, $\{\chi_n\}$, $\{F_n\}$, $\{\omega_n\}$ — системы Хаара, Франклина, Уолша—Пэли, соответственно (см., например, [1]).

Пусть $\bar{x} = (x_1, \dots, x_d)$, $d\bar{t} = dt_1 \dots dt_d$,

$$S_m^{(j)}(f, \bar{x}) = \int_{I^d} f(\bar{t}) K_m^{(j)}(\bar{x}, \bar{t}) d\bar{t}, \quad j=1, \dots, 6,$$

$$K_m^{(1)}(\bar{x}, \bar{t}) = \prod_{i=1}^d \sum_{k_i=1}^{m_i} \chi_{2k_i}^{(1)}(x_i) \chi_{2k_i}^{(1)}(t_i), \quad K_m^{(2)}(\bar{x}, \bar{t}) = \prod_{i=1}^d \sum_{k_i=0}^{m_i-1} \omega_{k_i}(x_i) \omega_{k_i}(t_i),$$

$$K_m^{(3)}(\bar{x}, \bar{t}) = \prod_{i=1}^d \sum_{k_i=1}^{m_i} F_{k_i-1}(x_i) \chi_{k_i}(t_i), \quad K_m^{(4)}(\bar{x}, \bar{t}) = \prod_{i=1}^d \sum_{k_i=1}^{m_i} \chi_{k_i-1}(x_i) F_{k_i}(t_i),$$

$$K_m^{(5)}(\bar{x}, \bar{t}) = \prod_{i=1}^d \sum_{k_i=1}^{m_i} \chi_{k_i-1}(x_i) \chi_{k_i}(t_i), \quad K_m^{(6)}(\bar{x}, \bar{t}) = \prod_{i=1}^d D_{m_i}(x_i - t_i),$$

где D_m — ядро Дирихле для тригонометрической системы. При $j=6$ считаем $I = [-\pi, \pi]$, в остальных случаях $I = [0, 1]$.

Пусть $\Psi = \{\psi_n\}$ — ортонормированная система и B — некоторое пространство функций, определенных на I^d . Обозначим

$$A\Psi(B) = \{ \{ (f, \psi_{\bar{n}}) \} : \bar{n} \in \mathbb{N}^d, f \in B \}.$$

Свойства кратных систем. Определения кратных систем Хаара и др. см. в [2].

Теорема 1. Пусть

$$\lim_{u \rightarrow \infty} \frac{Q(u)}{R^{(d)}(u)} = 0 \quad (1)$$

и

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n^d}{R^{(d)}(n^d)} \max_{z\varphi(z) \geq 1} \varphi(z) \log^d \frac{n}{\sqrt[d]{z\varphi(z)}} > 0. \quad (2)$$

Тогда операторы $S_m^{(j)} : L_Q(I^d) \rightarrow L_\Phi(I^d)$, $j=1, \dots, 6$ неограничены.

Следствием этого утверждения является

Теорема 2. В условиях теоремы 1

а) в пространстве $L_Q(I^d)$ по норме пространства $L_\Phi(I^d)$ кратная тригонометрическая система и кратная система Уолша—Пэли (кратная система Хаара) не образует базиса (безусловного базиса соответственно);

б) $A\chi(L_Q(I^d)) \setminus AF(L_\Phi(I^d)) \neq \emptyset$;

с) $AF(L_Q(I^d)) \setminus A\chi(L_\Phi(I^d)) \neq \emptyset$.

Отметим, что условие (2), в частности, выполняется для следующих известных функций:

а) удовлетворяющих условию $\lim_{u \rightarrow \infty} \frac{\varphi(u)}{\varphi(u^2)} > 0$, в частности,

в) $\varphi(u) = \log^\alpha u (\log \log u)^\beta$, $0 < \alpha < \infty$, $\beta \in \mathbf{R}$; $\alpha=0$, $\beta > 0$;

и

с) $\varphi(u) = \exp(\log^\alpha u (\log \log u)^\beta)$, $0 < \alpha < \frac{1}{2}$, $\beta \in \mathbf{R}$; $\alpha = \frac{1}{2}$, $\beta \leq 0$.

Можно доказать, что для таких функций утверждения теорем 1 и 2 неусиливаемы: при нарушении условия (1) не верны соответствующие заключения этих теорем (в смысле сходимости по Прингсхейму). Приведем теперь такие следствия.

Теорема 3. Кратная система Уолша—Пэли и кратная тригонометрическая система (кратная система Хаара) образует базис (соответственно безусловный базис) в пространстве непрерывных функций $C(I^d)$ по норме пространства Орлица $L_M(I^d)$ тогда и только тогда, когда

$$\lim_{u \rightarrow \infty} \frac{\exp \frac{d}{\sqrt{u}}}{M(u)} > 0.$$

Теорема 4. Для каждого из включений

а) $AF(L_M(I^d)) \subset A\chi(L(I^d))$ и в) $A\chi(L_M(I^d)) \subset AF(L(I^d))$

условие $\lim_{u \rightarrow \infty} \frac{M(u)}{u \ln^d u} > 0$ является необходимым и достаточным.

Отметим рефлексивный случай.

Теорема 5 [4—9]. В пространстве Орлица его рефлексивность необходима и достаточна для выполнения каждого из следующих условий:

а) кратная система Хаара образует безусловный базис;

б) кратная тригонометрическая система образует базис;

с) кратная система Уолша—Пэли образует базис;

д) оператор сдвига по кратной системе Хаара ограничен;

$$e) AF(L_M(I^d)) \subset A\chi(L_M(I^d));$$

$$f) A\chi(L_M(I^d)) \subset AF(L_M(I^d)).$$

З а к л ю ч е н и е. З а м е ч а н и е 1. Теоремы 1 и 2 можно формулировать и в несколько более общих условиях (см., например, [10, 11]).

З а м е ч а н и е 2. Утверждения, касающиеся системы Уолша—Пэли справедливы и для кратных систем Виленкина.

Как видно из приведенных результатов, в отличие от случая рефлексивных пространств Орлича в нерефлексивных пространствах характерную роль играет размерность пространства. Результаты этой работы являются (в основном) новыми и в одномерном случае. В частности, теорема 4 дает полный ответ на вопрос З. Чисельского, поставленный им. в 1975 г. в Международном математическом Центре им. С. Банаха об эквивалентности систем Хаара и Франклина в пространстве L (В работах [12, 4] были доказаны соотношения $A\chi(L(I^1)) \setminus AF(L(I^1)) \neq \emptyset$ и $AF(L(I^1)) \setminus A\chi(L(I^1)) \neq \emptyset$. Теоремы 1—4 усиливают до окончательных соответствующие результаты из [3, 4, 8, 12].

Тбилисский государственный университет

(Поступило 11.9.1986)

მათემატიკა

ზ. ტყეუჩავა

ორლიჩის სივრცეებში ფუნქციათა ჯიშობი სისტემების შესახებ

რეზიუმე

მიღებულია შედეგები, რომლებიც შეეხებიან ჯერადი უოლში—პელის, ჰაარის, ფრანკლინის და ტრიგონომეტრიული სისტემების ბაზისურობას, უპირობო ბაზისურობასა და ეკვივალენტურობას.

MATHEMATICS

G. E. TKEBUCHAVA

ON THE MULTIPLE SYSTEMS OF FUNCTION IN THE ORLICZ SPACES

S u m m a r y

In terms of the Orlicz space, necessary and sufficient conditions for the basisity (unconditional basisity) of the Haar, Walsh-Paley, Franklin, as well as trigonometric multiple systems are given. Shift operator and the equivalence of the bases are considered. In particular, a complete answer to one question of Ciesielski is given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. С. К а ш и н, А. А. С а а к я н. Ортогональные ряды. М., 1984.
2. Л. В. Ж и ж и а ш в и л и. Некоторые вопросы многомерного гармонического анализа. Тбилиси, 1983.
3. Г. Е. Т к е б у ч а в а. Сб. «Некоторые вопросы теории функций», т. I. Тбилиси, 1979, 307—331.

4. А. А. Комиссаров. Сиб. матем. ж., 23, № 5, 1982, 115—126.
5. S. Fridli, V. Ivanov, P. Simon. Acta Sci. Math., 48, 1985, 143-154.
6. В. Ф. Гапошкин. Функ. анализ и его прилож., 1, № 4, 1967, 26—32.
7. Z. Ciesielski, P. Simon, P. Sjölin. Studia math., 60. № 2, 1976, 195-211.
8. Z. Ciesielski. S. Kwapien. Comment. math., № 2, Warszawa, 1979, 37-42.
9. R. Ryan. Pacific J. of Math., 13, № 4, 1963, 1371-1377.
10. S. Lozinski. Матем. сб., 14, № 3, 1944, 175-268.
11. Г. Е. Ткебучава. Сообщения АН ГССР, 101, № 2, 1981, 297—299.
12. P. Sjölin. Bull. Polon. Sci., 25, № 11, 1977, 1099-1100.

Т. Р. ДЖИНЧАРАДЗЕ

О ЛИНЕЙНЫХ СВЯЗНОСТЯХ КАСАТЕЛЬНОГО РАССЛОЕНИЯ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 25.9.1986)

Инвариантным методом Г. Ф. Лаптева [1] рассматривается геометрия касательного расслоения $T(V_n)$ с линейной дифференциально-геометрической связности. Доказано, что эта связность всегда порождает аффинную связность. Найдены соответствующие тензоры кривизны и аналоги тождеств Ричи и Бианки. Доказано, что дифференциальные продолжения линейной дифференциально-геометрической связности всегда индуцируют полное оснащение для расслоения $T^{(2)}(V_n)$. По этой причине линейная дифференциально-геометрическая связность и индуцированная аффинная связность являются своеобразными аналогами классической аффинной связности.

Заметим, что гладкая дифференцируемая структура многообразия V_n , которая определяется множеством соединений атласов, естественным образом порождает в каждой точке $X \in V_n$ группу Ли, изоморфную дифференциальной группе $GL^p(n, \mathbb{R})$. Если (U_1, Φ_1) и (U_2, Φ_2) — две произвольные карты такие, что $X \in U_1 \cap U_2 \neq \emptyset$, то возникает биективное отображение $\Phi_2 \circ \Phi_1^{-1}$ окрестности точки $\Phi_1(X)$ на окрестность точки $\Phi_2(X)$ пространства \mathbb{R}^n :

$$\Phi_2 \circ \Phi_1^{-1} : \Phi_1(U_1 \cap U_2) \rightarrow \Phi_2(U_1 \cap U_2),$$

которое в координатной форме имеет вид

$$\bar{X}^i = (\Phi_2 \circ \Phi_1^{-1})^i(X_1^1, \dots, X_1^n) \quad \text{или} \quad \bar{X}^i = \bar{X}^i(X^k), \quad i, k = 1, \dots, n.$$

Вводя соответствующие обозначения, на V_n можно рассматривать I-формы, связанные определенными структурными уравнениями (см. [2]).

Отображение перехода пространства $T(V_n)$ имеет вид $\bar{X}^i = \bar{X}^i(X^k)$, $\bar{Y}^i = X_k^i Y^k$. Отсюда следует, что

$$d\bar{X}^i = X_k^i dX^k, \quad d\bar{Y}^i = X_{kp}^i Y^k dX^p + X_k^i dY^k,$$

т. е. кокасательное пространство $\overset{*}{T}_z$ касательного расслоения $T(V_n)$ в точке $Z = (X, Y)$, $\forall Z \in T(V_n)$, всегда имеет инвариантное подпространство $\overset{*}{T}_z^{h_2}$, натянутое на натуральной кобазе $\{dX^i\}$.

Если дано инвариантное разложение $\overset{*}{T}_z(T) = \overset{*}{T}_z^v(T) \otimes \overset{*}{T}_z^h(T)$, причем $\overset{*}{T}_z^v$ натянуто на инвариантной кобазе $DY^i = dY^i + L_k^i dX^k$, т. е. $D\bar{Y}^i = X_k^i DY^k$, то говорят, что на касательном расслоении $T(V_n)$ определена линейная косвязность.

Для любого инвариантного гладкого отображения $f : T(V_n) \rightarrow \mathbb{R}$ выполняется соотношение $d^2 f(X, Y) = d^2 f(\bar{X}, \bar{Y})$. Отсюда получаем определенные (см. [3]) законы преобразования для частных производных

$$\frac{\partial}{\partial X^i}, \quad \frac{\partial}{\partial Y^i}, \quad \frac{\partial^2}{\partial X^i \partial Y^i}, \quad \frac{\partial^2}{\partial X^i \partial Y^j}, \quad \frac{\partial^2}{\partial Y^i \partial Y^j}. \quad (1)$$



Дифференциальные операторы $\frac{\partial}{\partial X^h}$, $\frac{\partial}{\partial Y^h}$ определяют базис касательного пространства T_z , $Z = (X, Y)$, $\forall Z \in T(V_n)$. Линейная связность касательного расслоения $T(V_n)$ определяет инвариантное оснащение $T_z(T) = T_z^v(T) \otimes T_z^h(T)$, пространства T_z , где базис пространства T_z^h определен оператором

$$\frac{\partial^r}{\partial X^i} = \frac{\partial}{\partial X^i} - \Gamma_k^i \frac{\partial}{\partial Y^k}, \quad \text{причем} \quad \frac{\partial^r}{\partial X^i} = X_k^i \frac{\partial}{\partial X^k},$$

Для величин L_k^i и Γ_k^i получаются следующие законы преобразования:

$$\begin{aligned} \bar{L}_k^i X_p^k &= -X_{kp}^i Y^k + X_k^i L_p^k, \\ \bar{\Gamma}_k^i X_p^k &= -X_{kp}^i Y^k + X_k^i \Gamma_p^k. \end{aligned} \quad (2)$$

Основываясь на эти формулы, будем считать, что $L_k^i = \Gamma_k^i$. Дифференциально-геометрический объект Γ_j^i называется дифференциально-геометрическим объектом линейной связности пространства $T(V_n)$.

На пространство $T(V_n)$ можно определить следующие I-формы:

$$\omega^i = X_k^i dX^k, \quad \Theta^i = dY^i + \omega_k^i Y^k, \quad \omega_j^i = X_k^i (dX_j^k - X_{jh}^k \omega^h), \quad \Theta_k^i = Y^p \omega_{pk}^i \dots$$

Из закона (2) дифференцированием имеем

$$\nabla \Gamma_j^i - \Theta_j^i = (\nabla_k \Gamma_j^i) \omega^k + (\bar{\nabla}_k \Gamma_j^i) \Theta^k,$$

где величины $\nabla_k \Gamma_j^i$ и $\bar{\nabla}_k \Gamma_j^i$ являются конкретными функциями от величин Γ_j^i , их частных производных $\frac{\partial \Gamma_j^i}{\partial X^k}$, $\frac{\partial \Gamma_j^i}{\partial Y^k}$, величин X_j^i , X_{jk}^i , X_{jhp}^i и т. д.

I-Форма линейной связности определяется в виде $\tilde{\Theta}^i = \Theta^i + \Gamma_k^i \omega^k$.

Введем обозначения

$$\overset{\Gamma}{\nabla}_k \Gamma_j^i = \nabla_k \Gamma_j^i - \Gamma_k^p \bar{\nabla}_p \Gamma_j^i, \quad \mathbf{R}_{pk}^i = \overset{\Gamma}{\nabla}_p \Gamma_k^i - \nabla_k \Gamma_p^i \quad \text{и} \quad \mathbf{R}_{jq}^i = \overset{\circ}{\nabla}_q \Gamma_j^i - \nabla_j \Gamma_q^i.$$

Величины \mathbf{R}_{pk}^i образуют тензор (тензор кривизны линейной связности), величины $\overset{\circ}{\nabla}_q \Gamma_j^i$ — объект аффинной связности, а \mathbf{R}_{jq}^i — тензор кручения этой связности. I-Форма индуцированной связности имеет вид $\tilde{\omega}_j^i = \omega_j^i + \overset{\circ}{\nabla}_j \Gamma_p^i \omega^p$.

Можно писать следующие уравнения:

$$D \tilde{\Theta}^i - \tilde{\Theta}^k \Lambda \omega_k^i = \mathbf{R}_{pk}^i \omega^p \Lambda \omega^k, \quad (3)$$

$$D \tilde{\omega}_j^i - \tilde{\omega}_j^k \Lambda \tilde{\omega}_k^i = \mathbf{R}_{jpq}^i \omega^p \Lambda \omega^q + \sigma_{jpq}^i \tilde{\Theta}^p \Lambda \omega^q, \quad (4)$$

где

$$\mathbf{R}_{jppq}^i = \overset{\circ}{\nabla} \mathbf{R}_{pq}^i, \quad \sigma_{jppq}^i = \overset{\circ}{\nabla}_j \overset{\circ}{\nabla}_p \Gamma_q^i.$$

Эти величины образуют тензоров. \mathbf{R}_{jppq}^i называется первым, а σ_{jppq}^i — вторым тензором кривизны индуцированной аффинной связности.

Внешний дифференциал I-формы ω^i можно представить в виде

$$D \omega^i - \omega^k \Lambda \tilde{\omega}_k^i = S_{pq}^i \omega^p \Lambda \omega^q, \quad (5)$$

где

$$S_{pq}^i = \overset{\circ}{\nabla}_q \Gamma_p^i - \overset{\circ}{\nabla}_p \Gamma_q^i.$$

S_{pq}^i назовем тензором кручения индуцированной аффинной связности. Формулы (3), (4) и (5) называются структурными уравнениями пространства $T(V_n)$ с линейной и индуцированной аффинной связностями.

Аналогичные структурные уравнения для пространств линейных элементов с линейной и произвольной аффинной связностями были получены В. И. Ближникасом [4].

Пусть на $T(V_n)$ дано тензорное поле T_j^i :

$$\nabla T_j^i = (\nabla_k T_j^i) \omega^k + (\tilde{\nabla}_k T_j^i) \Theta^k.$$

Величины $\overset{\Gamma}{\nabla}_p T_j^i = \nabla_p T_j^i - \Gamma_p^k (\tilde{\nabla}_k T_j^i)$ называются базисной производной тензора T_j^i , а $\tilde{\nabla}_p T_j^i = \overset{\Gamma}{\nabla}_p T_j^i + \tilde{\Gamma}_{kp}^i T_j^k - \tilde{\Gamma}_{jp}^k T_k^i$, где $\tilde{\Gamma}_{kp}^i \equiv \tilde{\nabla}_k \Gamma_p^i$, неголономной ковариантной производной тензора относительно индуцированной аффинной связности $\tilde{\nabla}_j \Gamma_k^i$.

Обобщение тождества Риччи—Бианки для пространства $T(V_n)$ с линейной и индуцированной связностями имеют вид

$$\tilde{\nabla}_{[t} S_{qz]}^p + S_{s[z} S_{q]}^s + S_{s[t} S_{qz]}^s - R^p_{[tqz]} = 0,$$

$$\tilde{\nabla}_t S_{qr}^p + \sigma^p_{[q]t[z]} = 0,$$

$$\tilde{\nabla}_{[p} R_{q]k}^i + 2R_{m[k}^i S_{p]q}^m = 0.$$

Линейная связность определяет отождествление касательных пространств к пространству $T(V_n)$.

Частные производные (1) определяют базис второго касательного пространства

$$T_2^{(2)}, \quad Z = (X, Y), \quad \forall Z \in T(V_n).$$

С помощью дифференциальных продолжений объектов линейной связности $\frac{\partial \Gamma_j^i}{\partial Y^k}$ и $\frac{\partial^2 \Gamma_j^i}{\partial X^h \partial Y^k}$ введем следующие операторы:

$$\frac{\overset{\Gamma}{\partial}^2}{\partial X^p \partial Y^q} = \frac{\partial^2}{\partial X^p \partial Y^q} - \Gamma_p^l \frac{\partial^2}{\partial Y^q \partial Y^l} - \frac{\partial \Gamma_q^l}{\partial Y^p} \frac{\partial}{\partial Y^l},$$

$$\frac{\overset{\Gamma}{\partial}^2}{\partial X^p \partial X^q} = \frac{\partial^2}{\partial X^p \partial X^q} - \Gamma_q^h \frac{\partial^2}{\partial X^p \partial Y^h} - \Gamma_p^h \frac{\partial^2}{\partial X^q \partial Y^h} + \Gamma_p^h \Gamma_q^k \frac{\partial^2}{\partial Y^h \partial Y^k} +$$

$$+ \Gamma_p^h \frac{\partial \Gamma_q^k}{\partial Y^h} \frac{\partial}{\partial Y^k} - \frac{\partial \Gamma_q^h}{\partial X^p} \frac{\partial}{\partial Y^h} - \frac{\partial \Gamma_q^k}{\partial Y^p} \frac{\partial}{\partial X^k} + \Gamma_k^h \frac{\partial \Gamma_q^k}{\partial Y^p} \frac{\partial}{\partial Y^h}.$$

Очевидно, что дифференциальные операторы

$$\frac{\overset{\Gamma}{\partial}}{\partial X^p}, \quad \frac{\overset{\sigma}{\partial}}{\partial Y^p}, \quad \frac{\partial^2}{\partial Y^p \partial Y^q}, \quad \frac{\overset{\Gamma}{\partial}^2}{\partial X^p \partial Y^q}, \quad \frac{\overset{\Gamma}{\partial}^2}{\partial X^p \partial X^q},$$

линейно независимы и образуют базис для $T_2^{(2)}$; каждый из них отдельно определяет инвариантное подпространство, ибо

$$\frac{\overset{\Gamma}{\partial}}{\partial X^p} = X_p^l \frac{\partial^l}{\partial X^l}; \quad \frac{\overset{\sigma}{\partial}}{\partial Y^p} = X_p^l \frac{\partial^l}{\partial Y^l}; \quad \frac{\partial^2}{\partial Y^p \partial Y^q} = X_p^l X_q^k \frac{\partial^2}{\partial Y^l \partial Y^k};$$

$$\frac{\overset{\Gamma}{\partial}^2}{\partial X^p \partial X^q} = X_p^l X_q^k \frac{\overset{\Gamma}{\partial}^2}{\partial X^l \partial X^k}; \quad \frac{\overset{\Gamma}{\partial}^2}{\partial X^p \partial Y^q} = X_p^l X_q^k \frac{\overset{\Gamma}{\partial}^2}{\partial X^l \partial Y^k}.$$

Следовательно, дифференциальные продолжения дифференциально-геометрического объекта линейной связности пространства $T(V_n)$



всегда индуцирует полное оснащение пространства $T^{(2)}_Z$, $Z = (X, Y)$, $\forall Z \in T(V_n)$.

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

(Поступило 10.10.1986)

მათემატიკა

ბ. ჯინჯარაძე

მხმბი ფიბრაციის წრფივ ბმულობათა შესახებ

რეზიუმე

გ. ლაპტევის ინვარიანტული მეთოდით განიხილება წრფივი დიფერენციალურ-გეომეტრიული ბმულობიანი $T(V_n)$ მხმბი ფიბრაციის გეომეტრია. დამტკიცებულია, რომ ეს ბმულობა ყოველთვის წარმოქმნის აფინურ ბმულობას. ნაპოვნია წრფივი დიფერენციალურ-გეომეტრიული და ინდუცირებული-აფინური ბმულობებიანი $T(V_n)$ სივრცის სტრუქტურული განტოლებები (3), (4) და (5). მიღებულია რიჩის და ბიანკის ტოლობათა ანალოგები გრებისა და სიმრუდის ტენზორებისათვის. დამტკიცებულია, რომ წრფივი დიფერენციალურ-გეომეტრიული ბმულობის დიფერენციალური გაგრძელებანი ყოველთვის აინდუცირებენ მეორე რიგის მხმბი $T^2(V_n)$ ფიბრაციის სრულ აღჭურვას. ამიტომ წრფივი დიფერენციალურ-გეომეტრიული და ინდუცირებული აფინური ბმულობები კლასიკური აფინური ბმულობების თავისებური ანალოგები არიან.

MATHEMATICS

T. R. JINCHARADZE

ON LINEAR CONNECTEDNESS OF THE TANGENT FIBERING

Summary

The geometry of the tangent fibering $T(V_n)$ with a linear differentially-geometric connectedness is considered using the invariant method of Laptev. It is proved that this connectedness generates an affine connectedness. The structural equations (3), (4) and (5) of the space $T(V_n)$ with a linear differentially-geometric connectedness and an induced affine connectedness are found. The analogues of the Ricci and Bianki identities are found for the torsion and curvature tensors. It is proved that the differential continuation of the linear differentially-geometric connectedness always induces a full invariance for the second order tangent fibering $T^{(2)}(V_n)$. For this reason the linear differentially-geometric connectedness and the induced affine connectedness are the singular analogues of the classical affine connectedness.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Ф. Лаптев. Труды 3-го Всесоюзного матем. съезда, т. 3. М., 1958, 409—418.
2. В. И. Близникас. Труды геометрического семинара. Казань, вып. VIII. 1975, 16—40.
3. Т. Джинчарадзе. XXVII конференция Литов. матем. о-ва, тезисы докладов, т. I, Вильнюс, 1986, 46—47.
4. В. И. Близникас. Автореферат докт. дисс. Вильнюс, 1970.

О. П. ДЗАГНИДЗЕ

О СХОДИМОСТИ РЯДА ХАРТОГСА—ФУРЬЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Жижинашвили 10.7.1986)

Двойной ряд Фурье

$$f \sim \sum_{m, n=-\infty}^{\infty} c_{mn} e^{i(mx+ny)}, \quad (1)$$

$$c_{mn} = \frac{1}{4\pi} \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} f(t, \tau) e^{-i(mt+n\tau)} dt d\tau \quad (2)$$

«плохо» изображает, вообще говоря, функцию f в точке. Примером к тому служит построенная Ф е ф е р м а н о м [1] непрерывная функция, для которой прямоугольные частичные суммы ряда (1) расходятся всюду на $I^2 = I \times I$, $I = [0, 2\pi]$. В противоположность этому, здесь устанавливается, что обобщенный ряд Хартогса—Фурье [2] функции $f \in L^2(I^2)$ почти для всех $(x, y) \in I^2$ сходится к значению $f(x, y)$.

Определение [2]. Пусть 2π —периодическая по каждой переменной функция $f \in L^2(I^2)$ и пусть (p_{mn}) —любая последовательность чисел, вообще говоря комплексных, со свойствами $|p_{mn}| \leq 1$, $|1 - p_{mn}| \leq 1$. Образум функции класса $L^2(I)$

$$\alpha_m(y) = \sum_{\nu=-\infty}^{\infty} p_{m\nu} c_{m\nu} e^{i\nu y}, \quad \beta_n(x) = \sum_{\mu=-\infty}^{\infty} (1 - p_{\mu n}) c_{\mu n} e^{i\mu x}. \quad (3)$$

Ряд

$$\sum_{m=-\infty}^{\infty} \alpha_m(y) e^{imx} + \sum_{n=-\infty}^{\infty} \beta_n(x) e^{iny} \quad (4)$$

с частичными суммами

$$Q_{MN}(x, y) = \sum_{|m| < M} \alpha_m(y) e^{imx} + \sum_{|n| < N} \beta_n(x) e^{iny} \quad (5)$$

является обобщенным рядом Хартогса—Фурье функции f (коэффициенты c_{mn} находятся по (2)).

Теорема 1. Почти для всех $(x, y) \in I^2$

$$\sum_{m=-\infty}^{\infty} \alpha_m(y) e^{imx} + \sum_{n=-\infty}^{\infty} \beta_n(x) e^{iny} = f(x, y). \quad (6)$$



Доказательство. Так как $\sum_{m, n=-\infty}^{\infty} |c_{mn}|^2 < \infty$ и $|p_{mn}| \leq 1$, то

существует функция $F \in L^2(I^2)$ такая, что $F \sim \sum_{m, n=-\infty}^{\infty} p_{mn} c_{mn} e^{i(mx+ny)}$.

Имеем

$$\begin{aligned} \alpha_m(y) &= \sum_{\nu=-\infty}^{\infty} p_{m\nu} c_{m\nu} e^{i\nu y} = \\ &= \sum_{\nu=-\infty}^{\infty} \frac{1}{2\pi} \left[\int_0^{2\pi} e^{-i\nu\tau} \left(\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} F(t, \tau) e^{-im\tau} dt \right) d\tau \right] e^{i\nu y} = \\ &= \sum_{\nu=-\infty}^{\infty} \left(\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} F_1^{(m)}(\tau) e^{-i\nu\tau} d\tau \right) e^{i\nu y} = \sum_{\nu=-\infty}^{\infty} c_\nu(F_1^{(m)}) e^{i\nu y}, \end{aligned}$$

где

$$F_1^{(m)}(\tau) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} F(t, \tau) e^{-im\tau} dt, \quad F_1^{(m)} \in L^2(I).$$

По теореме Карлесона [3], почти для всех $y \in I$

$$\sum_{\nu=-\infty}^{\infty} c_\nu(F_1^{(m)}) e^{i\nu y} = F_1^{(m)}(y).$$

Следовательно, почти для всех $y \in I$

$$\alpha_m(y) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} F(t, y) e^{-im\tau} dt$$

и

$$\sum_{m=-\infty}^{\infty} |\alpha_m(y)|^2 = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} |F(t, y)|^2 dt < \infty.$$

Отсюда следует, что почти для всех $(x, y) \in I^2$

$$\sum_{m=-\infty}^{\infty} \alpha_m(y) e^{imx} = F(x, y). \quad (7)$$

Аналогично,

$$\beta_n(x) = \sum_{\mu=-\infty}^{\infty} c_{\mu n} e^{i\mu x} - \sum_{\mu=-\infty}^{\infty} p_{\mu n} c_{\mu n} e^{i\mu x} \equiv \beta_n^1(x) - \beta_n^2(x).$$

Очевидно, что

$$\beta_n^1(x) = \sum_{\mu=-\infty}^{\infty} \left[\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} e^{-i\mu t} \left(\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} f(t, \tau) e^{-in\tau} d\tau \right) dt \right] e^{i\mu x} =$$

$$= \sum_{\mu=-\infty}^{\infty} \left(\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} f_1^{(n)}(t) e^{-i\mu t} dt \right) e^{i\mu x} = f_1^{(n)}(x)$$

почти для всех $x \in I$, где

$$f_1^{(n)}(t) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} f(t, \tau) e^{-in\tau} d\tau.$$

Так же,

$$\begin{aligned} \beta_n^2(x) &= \sum_{\mu=-\infty}^{\infty} \left[\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} e^{-i\mu t} \left(\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} F(t, \tau) e^{-in\tau} d\tau \right) dt \right] e^{i\mu x} = \\ &= \sum_{\mu=-\infty}^{\infty} \left(\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} F_2^{(n)}(t) e^{-i\mu t} dt \right) e^{i\mu x} = F_2^{(n)}(x) \end{aligned}$$

почти для всех $x \in I$, где

$$F_2^{(n)}(t) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} F(t, \tau) e^{-in\tau} d\tau.$$

Значит, почти для всех $x \in I$

$$\beta_n(x) = f_1^{(n)}(x) - F_2^{(n)}(x) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} [f(x, \tau) - F(x, \tau)] e^{-in\tau} d\tau,$$

$$\sum_{n=-\infty}^{\infty} |\beta_n(x)|^2 = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} |f(x, \tau) - F(x, \tau)|^2 d\tau < \infty.$$

Отсюда, почти для всех $(x, y) \in I^2$

$$\sum_{n=-\infty}^{\infty} \beta_n(x) e^{iny} = f(x, y) - F(x, y) \quad (8)$$

и равенства (7) и (8) дают (6). Теорема доказана.

Из равенства (6) при $p_{mn} = 0$ следует

Теорема 2. Почти для всех $(x, y) \in I^2$

$$\sum_{n=-\infty}^{\infty} e^{iny} \sum_{m=-\infty}^{\infty} c_{mn} e^{imx} = f(x, y). \quad (9)$$

Из равенств (6) и (9) получаем утверждение

Теорема 3. Почти для всех $(x, y) \in I^2$

$$\sum_{n=-\infty}^{\infty} e^{iny} \sum_{m=-\infty}^{\infty} p_{mn} c_{mn} e^{imx} = \sum_{m=-\infty}^{\infty} e^{imx} \sum_{n=-\infty}^{\infty} p_{mn} c_{mn} e^{iny}, \quad (10)$$

которое при $p_{mn}=1$ принимает вид

$$\sum_{n=-\infty}^{\infty} e^{iny} \sum_{m=-\infty}^{\infty} c_{mn} e^{imx} = \sum_{m=-\infty}^{\infty} e^{imx} \sum_{n=-\infty}^{\infty} c_{mn} e^{iny} = f(x, y). \quad (11)$$

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

(Поступило 6.11.1986)

მათემატიკა

ო. ძაგნიძე

ჰარტოგის — ფურიეს მწკრივის კრებადობის შესახებ

რეზიუმე

დამტკიცებულია, რომ ფუნქციის $f \in L^2([0, 2\pi]^2)$ ჰარტოგის—ფურიეს განზოგადებული მწკრივები თითქმის ყველგან კრებადია $f(x, y)$ -საკენ.

MATHEMATICS

O. P. DZAGNIDZE

ON CONVERGENCE OF THE HARTOGS-FOURIER SERIES

Summary

It is proved that generalized Hartogs-Fourier series of the function $f \in L^2([0, 2\pi]^2)$ converge almost everywhere to $f(x, y)$.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. C. Fefferman. Bull. Amer. Math. Soc., 77, № 2, 1971, 191—195.
2. О. П. Дзагнидзе. Труды Тбил. матем. ин-та, т. XV, 1980, 73—84.
3. L. Carleson. Acta Math., 116, 1966, 135—157.

Т. И. ПИРАШВИЛИ

МОДЕЛИ ДЛЯ ТЕОРИИ ГОМОТОПИИ И КОГОМОЛОГИИ МАЛЫХ КАТЕГОРИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Х. Н. Инасаридзе 10.11.1986)

Пусть C — малая категория, а D — натуральная система на C со значениями в категории абелевых групп. В [1] Бауэс и Виршинг определили когомологии $H^*(C, D)$. М. А. Джибладзе описал элементы группы $H^3(C, D)$ как классы некоторых бикатегорий на C [2]. Мы показываем, что для описания $H^3(C, D)$ достаточно рассмотреть 2-категорию. Когда C — группа, это сделано в [3—6].

Определение 1. [7]. Категория следов TK — это категория K , на которой определена такая структура 2-категории T , что каждая 2-стрелка обратима.

Если TK — категория следов и $f, g \in K(A, B)$, то $T(f, g)$ обозначает множество 2-стрелок из f в g , элементы которого называются гомотопиями из f в g . Если $F: f \rightarrow g$ и $G: g \rightarrow h$ — гомотопии, то их вертикальная композиция обозначается через $F + G: f \rightarrow h$. Если $a: A' \rightarrow A$ и $b: B \rightarrow B'$ — морфизмы в K , то через $a^*F: fa \rightarrow ga$ и $b_*F: bf \rightarrow bg$ обозначаются образы F относительно функторов

$$a^*: K(A, B) \rightarrow K(A', B), \quad b_*: K(A, B) \rightarrow K(A, B').$$

Отождествляя гомотопические морфизмы, получаем новую категорию $Ho(TK)$. Пусть $p: K \rightarrow Ho(TK)$ — естественная проекция. Тогда p тождественно на объектах, сюръективно на морфизмах и $(pf = pg) \iff \iff (T(f, g) \neq \emptyset)$.

Определение 2. [7]. Пусть D — натуральная система на $Ho(TK)$. Скажем, что D действует на TK , если для каждого $f \in K(A, B)$ задан изоморфизм группы

$$\sigma_f: D(pf) \rightarrow T(f, f),$$

такой, что для каждого $H \in T(f, g)$, $\alpha \in D(pf) = D(pg)$, $a: A' \rightarrow A$ и $b: B \rightarrow B'$ выполняются равенства

$$\sigma_f(\alpha) + H = H + \sigma_g(\alpha),$$

$$b_*\sigma_f(\alpha) = \sigma_{bf}(b_*\alpha), \quad a^*\sigma_f(\alpha) = \sigma_{fa}(a^*\alpha).$$

Определение 3. Пусть C — малая категория и D — натуральная система на C . Тогда моделью гомотопической теории для (C, D) называется такая пара (TK, σ) , что TK категория следов,

$$Ho(TK) = C$$

и σ — действие D на TK .



Модели гомотопических теорий для (\mathcal{C}, D) образуют категорию, множество компонент связности которой обозначим через $MODELS(\mathcal{C}, D)$.

Теорема 1. *Имеется естественная биекция*

$$MODELS(\mathcal{C}, D) = H^3(\mathcal{C}, D).$$

Пусть $p: \mathbf{K} \rightarrow \mathcal{C}$ — функтор, тождественный на объектах и сюръективный на морфизмах. Естественно определяются относительные группы когомологии $H^*(p, D)$, так что последовательность

$$\dots \rightarrow H^2(\mathcal{C}, D) \rightarrow H^2(\mathbf{K}, D) \rightarrow H^2(p, D) \rightarrow H^3(\mathcal{C}, D) \rightarrow \dots$$

— точна.

Рассмотрим категорию X , объектами которой служат такие структуры категории следа $T\mathbf{K}$ на \mathbf{K} , что $(T(f, g) \neq \emptyset) \iff (pf = pg)$ и D действует на $T\mathbf{K}$. Тогда X — группоид, множество связных компонент которого обозначим через $TRACKS(p, D)$,

Теорема 2. *Имеется естественная биекция*

$$TRACKS(p, D) \approx H^2(p, D).$$

Так как когомологии малых категорий обращаются в нуль на свободных категориях, теорема 1 следует из теоремы 2.

Доказательство теоремы 2. Пусть

$$F_+^*(\mathcal{C}, D) = \left(\prod_{f \in N_1} D(f) \rightarrow \prod_{(f,g) \in N_2} D(gf) \rightarrow \dots \right),$$

где N_n — нерв категории \mathcal{C} . Ясно, что $H^n(F_+^*) = H^{n+1}(\mathcal{C}, D)$, $n > 0$.

Рассмотрим пополненную симплициальную категорию

$$\mathbf{K}_* = \left(\varinjlim_{\mathcal{C}} \mathbf{K} \times_{\mathcal{C}} \mathbf{K} \times_{\mathcal{C}} \mathbf{K} \cong \mathbf{K} \times_{\mathcal{C}} \mathbf{K} \rightrightarrows \mathbf{K} \rightarrow \mathcal{C} \right).$$

Так как \mathbf{K}_* — стягиваемая в категории графов, то

$$F_+^n(\mathcal{C}, D) \rightarrow F_+^n(\mathbf{K}, D) \rightrightarrows F_+^n(\mathbf{K} \times_{\mathcal{C}} \mathbf{K}, D) \cong \dots$$

— стягиваемая косимплициальная абелева группа. Поэтому

$$H^{n+1}(p, D) = H^n(Tot), \quad n > 0,$$

где Tot — тотальный комплекс бикомплекса

$$F_+^*(\mathbf{K} \times_{\mathcal{C}} \mathbf{K}, D) \rightarrow F_+^*(\mathbf{K} \times_{\mathcal{C}} \mathbf{K} \times_{\mathcal{C}} \mathbf{K}, D) \rightarrow \dots$$

Пусть $T\mathbf{K} \in TRACKS(p, D)$ и $f, g \in \mathbf{K}(A, B)$ с $pf = pg$. Тогда $T(f, g) \neq \emptyset$. Выберем гомотопию $H_{fg} \in T(f, g)$ так, что

$$H_{ff} = 0, \quad H_{fg} = -H_{gf}.$$

Пусть $pf = pg = ph$. Тогда существует $\xi(f, g, h) \in D(pf)$ такой, что

$$H_{fg} + H_{gh} = \sigma_f(\xi(f, g, h)) + H_{fh}.$$

Пусть $x, y \in \mathbf{K}(A, B)$ и $u, v \in \mathbf{K}(B, C)$ — такие морфизмы, что $px = py$, $pu = pv$. Тогда существует элемент

$$\chi(x, y, u, v) \in D(p(ux))$$

такой, что

$$u_* H_{xy} + y^* H_{uv} = \sigma_{ux} (\chi(x, y, u, v)) + H_{u.x, v.y}$$

Легко проверяется, что пара (ξ, χ) определяет 1-мерную коцепь в Tot и поэтому элемент в $H^2(p, D)$. Обратное, если пара (ξ, χ) — нормализованный 1-мерный коцикл в Tot , то определим структуру категории следов следующим образом: если

$$pf = pg,$$

то

$$T(f, g) = T(pf) \times \{f, g\},$$

$$(\alpha, f, g) + (\beta, g, h) = (\alpha + \beta + \xi(f, g, h), f, h),$$

$$\alpha, \beta \in T(pf) = T(pg),$$

$$a^*(\alpha, f, g) = (a^* \alpha + \chi(a, a, f, g), fa, ga),$$

$$b_*(\alpha, f, g) = (b_* \alpha + \chi(f, g, b, b), bf, bg),$$

$$\sigma_f(\alpha) = (\alpha, f, f).$$

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

(Поступило 26.12.1986)

მათემატიკა

თ. შირაშვილი

ჰომოტოპიის თეორიის მოდელები და მცირე კატეგორიების
კოჰომოლოგიები

რეზიუმე

ვთქვათ C მცირე კატეგორიაა და D არის ნატურალური სისტემა C -ზე [1]. ჰომოტოპიის თეორიის მოდელი (C, D) -თვის არის (TK, σ) წყვილი, სადაც TK არის 2-კატეგორია შებრუნებადი 2-ისრებით, რომლის 1-ისრების ჰომოტოპიური კლასების კატეგორია არის C და D მოქმედებს TK -ზე [7]-ის აზრით. მტკიცდება რომ (C, D) -თვის ჰომოტოპიის თეორიის მოდელების კატეგორიის ბმულობის კომპონენტების სიმრავლე ბიექტიურია $H^3(C, D)$ -სი.

MATHEMATICS

T. I. PIRASHVILI

MODELS FOR HOMOTOPY THEORIES AND COHOMOLOGY
OF SMALL CATEGORIES

Summary

Let C be a small category and D be a natural system on C [1]. A model for the homotopy theory for (C, D) is the pair (TK, σ) , where TK is a 2-category with invertible 2-arrows whose category of homotopy classes of 1-arrows is C , and D acts on TK in the sense of [7]. It is proved that a set of connected components of the category of models for the homotopy theories for (C, D) is bijective to $H^3(C, D)$.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. H. J. Baues, G. Wirsching. *J. Pure Appl. Algebra*, v. 38, 1985, 187—211.
2. М. А. Джибладзе. Тезисы докладов XIX все. алгебр. конфер. Львов, 1987.
3. O. F. Holt. *J. of Algebra* 60, 1979, 307—318.
4. J. Huebschmann. *Comm. Math. Helv.* 55, 1980, 302—314.
5. J.-L. Loday. *J. of Algebra* 54, 1978, 178—202.
6. J.-L. Loday. *J. pure Appl. Algebra* 24, 1982, 179—292.
7. H. J. Baues. The homotopy types of 4-dimensional C-W-complexes. Preprint MPI. Bonn. 1986.

Ю. Г. ТВАЛОДЗЕ

О РЕШЕНИИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ВОЛЬТЕРРА
 I РОДА С НАПЕРЕД ЗАДАННОЙ ТОЧНОСТЬЮ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. Т. Кигурадзе 3.11.1986)

Настоящая работа посвящена оценке полной погрешности приближенного решения одного класса интегральных уравнений Вольтерра I-го рода и получению требований к точности и объему входных данных, к разрядности ЭВМ и погрешности метода, с целью решения этих уравнений с наперед заданной точностью в метрике C .

Рассмотрим линейное интегральное уравнение Вольтерра I-го рода

$$\int_0^t a(t, \tau) x(\tau) d\tau = y(t), \quad t \in [0, T], \quad (1)$$

где $a(t, \tau) \in C_{2, A, N^2, \varepsilon}^2$, $y(t) \in C_{2, Y, N, \delta}^1$, т. е. $a'_t(t, \tau)$ и $a'_\tau(t, \tau)$ удовлетворяют условию Липшица по t, τ с константой A , причем заданы числа \tilde{a}_{ij} , для которых

$$|a(t_i, t_j) - \tilde{a}_{ij}| \leq \varepsilon_{ij}, \quad i, j = \overline{1, N}, \quad (2)$$

$t_i = ih$, $h = T/N$, а $y(t)$ имеет первую производную, удовлетворяющую условию Липшица с константой Y , причем известны числа \tilde{y}_v , для которых

$$|y(t_v) - \tilde{y}_v| \leq \delta_v, \quad v = \overline{1, N}. \quad (3)$$

Допустим также, что $a(t, t) \neq 0$ при $t \in [0, T]$.

Если введем обозначения

$$a_1(t, \tau) = -\frac{1}{a(t, t)} a'_t(t, \tau), \quad y_1(t) = \frac{y'(t)}{a(t, t)},$$

то (1) нетрудно привести к следующему уравнению Вольтерра 2-го рода:

$$x(t) = y_1(t) + \int_0^t a_1(t, \tau) x(\tau) d\tau. \quad (4)$$

Уравнение (4) будем решать методом типа Эйлера [1], восстановив входные данные $a_1(t, \tau)$ и $y_1(t)$ оптимальным по точности способом [2] на основе имеющейся информации (2), (3).

Справедлива следующая теорема, дающая оценку погрешности метода.

Теорема 1. Пусть для любой функции f

$$M_f = \max_{x \in D_f} |f(x)|, \quad m_f = \min_{x \in D_f} |f(x)|,$$

D_f —область определения f , кроме того,

$$L_1 = |a'_x(0, 0)| + 2AT, \quad L_2 = |a'_t(0, 0)| + 2AT.$$

Тогда погрешность метода Δ_1 можно оценить следующим неравенством:

$$\Delta_1 \leq Kh, \quad (5)$$

где

$$K = \left(\frac{A}{m_a} M_x T + M_{a_1} HT \right) e^{M_{a_1} T},$$

$$H = H_{y_1} + M_{a_1} M_x + H_{a_1} M_x T, \quad H_{y_1} = m_a^{-1} Y + M_y, \quad m_a^{-2} (L_1 + L_2),$$

$$H_{a_1} = m_a^{-2} [L_2 (L_1 + L_2) + M_a A], \quad M_x \leq M_{y_1} e^{M_{a_1} T}.$$

Доказательство. Из уравнения (4) получаем (по явной схеме)

$$\begin{aligned} x(kh) &= y_1(kh) + \int_0^{kh} a_1(kh, \tau) x(\tau) d\tau \approx \tilde{x}(kh) = \\ &= y_1(kh) + \sum_{i=0}^{k-1} a_1(kh, ih) \tilde{x}(ih) h, \quad k = \overline{0, N}. \end{aligned} \quad (6)$$

Если из (4) вычесть (6), получим

$$\begin{aligned} |x(kh) - \tilde{x}(kh)| &\leq \frac{Ah}{a(kh, kh)} \int_0^{kh} |x(\tau)| d\tau + M_{a_1} \sum_{i=0}^{k-1} \int_{ih}^{(i+1)h} |x(\tau) - x(ih)| d\tau + \\ &+ M_{a_1} h \sum_{i=0}^{k-1} |x(ih) - \tilde{x}(ih)|. \end{aligned} \quad (7)$$

Нетрудно видеть, что

$$|a_1(t+h, \tau) - a_1(t, \tau)| \leq H_{a_1} h, \quad \text{а} \quad |y_1(t+h) - y_1(t)| \leq H_{y_1} h.$$

На основе двух последних оценок получаем

$$|x(t+h) - x(t)| \leq h (H_{y_1} + M_{a_1} M_x + H_{a_1} M_x T) = H \cdot h. \quad (8)$$

Отсюда

$$\int_{ih}^{(i+1)h} |x(\tau) - x(ih)| d\tau \leq \int_{ih}^{(i+1)h} Hh d\tau = Hh^2, \quad i = \overline{0, k-1}.$$

Учитывая соотношение (7), получаем оценку

$$|x(kh) - \tilde{x}(kh)| \leq K_1 h + M_{a_1} h \sum_{i=0}^{k-1} |x(ih) - \tilde{x}(ih)|.$$

Из этого неравенства нетрудно получить неравенство

$$|x(kh) - \tilde{x}(kh)| \leq K_1 h e^{M_{a_1} T} = Kh, \quad k = \overline{1, N},$$

что и означает справедливость оценки (5).



На основе неравенства Гронуолла [3] из (4) легко получается оценка

$$M_x \leq M_{y_1} e^{M_{a_1} T}.$$

Теорему можно считать доказанной полностью.

Теорема 2. Пусть $y_1(kh)$, $a_1(kh, ih)$, h — машинные числа ($k, i = \overline{0, N}$) и при этом умножение на h производится без округления. Тогда погрешность округления Δ_2 приведенного метода можно оценить неравенством

$$\Delta_2 \leq 1,06 \cdot 2^{-\tau} (N+1) \left(M_{y_1} + M_{a_1} h \sum_{i=0}^{N-1} |\tilde{x}_{i\tau}| \right),$$

где τ — число двоичных разрядов у мантисс чисел заданной ЭВМ, а символ $\tilde{x}_{i\tau}$ обозначает значение $\tilde{x}(ih)$, вычисленное на ЭВМ.

Доказательство этой теоремы непосредственно вытекает из известной [4] оценки округления

$$\sum_{k=1}^n a_k b_k - \left(\sum_{k=1}^n a_k b_k \right)_{\tau} = \sum_{k=1}^n a_k b_k E_k,$$

где $E_k \leq 1,06 \cdot n \cdot 2^{-\tau}$, при условии $2^{-\tau} n < 0,1$.

Замечание. Можно указать также способы сложения $N+1$ чисел, для которых оценка ошибки округления будет существенно меньшей приведенной. Например, если складывать $N+1=2^k$ чисел попарно, затем результаты сложений снова попарно и т. д., то в приведенной оценке вместо $N+1$ можно поставить $\log_2(N+1)=k$.

Пусть $\widehat{a}_1(t, \tau)$ и $\widehat{y}_1(t)$ — точные входные данные, а $\widehat{x}(t)$ — точное решение уравнения (4). Справедлива следующая

Теорема 3. Погрешность за счет неточности входных данных Δ_3 можно оценить неравенством

$$\Delta_3 \leq (\|\widehat{y}_1 - y_1\|_C + E \|\widehat{a}_1 - a_1\|_C) e^{M_{a_1} T},$$

где $\|\widehat{y}_1 - y_1\|_C$ и $\|\widehat{a}_1 - a_1\|_C$ — погрешность оптимальных по точности восстановлений на основе имеющейся информации (2), (3),

$$E = \frac{M_{y_1} + \Delta_{y_1}}{M_{a_1} + \Delta_{a_1}} [e^{(M_{a_1} + \Delta_{a_1})T} - 1],$$

а Δ_{a_1} и Δ_{y_1} — Чебышевские радиусы оптимальных аппроксимаций функций $\widehat{y}_1(t)$ и $\widehat{a}_1(t, \tau)$ соответственно (см. также [5]).

Доказательство теоремы аналогично доказательству теоремы 1.

Наконец, полная погрешность

$$\Delta \leq \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3.$$

Поэтому, если требуется решить уравнение с заданной точностью $\varepsilon > 0$, то нужно положить $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 \leq \varepsilon$ и из этого условия найти искомые требования на входные параметры.

ი. თვალთმა

ვოლტერას I გვარის ინტეგრალური განტოლებების წინასწარ
მოცემული სიზუსტით ამოხსნის უზუსტობა

რეზიუმე

მოცემულია ვოლტერას I გვარის ინტეგრალური განტოლებების მიახლოებითი ამოხსნის მეთოდი. მიღებულია შეფასებები მეთოდის, დამრგვალების და საწყისი მონაცემების უზუსტობით გამოწვეული ცდომილებებისათვის.

MATHEMATICS

Yu. G. TVALODZE

ON SOLUTION OF VOLTERRA'S I TYPE INTEGRAL EQUATIONS
WITH PRE-ASSIGNED PRECISION

Summary

A method for approximate solution of Volterra's I type integral equations is presented. Estimates of the method errors, round-off errors, and errors due to inaccuracy of initial data are obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Иванов. Методы вычислений на ЭВМ (справочное пособие). Киев, 1986.
2. А. И. Березовский. Труды междунар. конф. по теории прикл. функций. Киев, 1983.
3. Ф. Хартман. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М., 1970.
4. Дж. Х. Уилкинсон. Алгебраическая проблема собственных значений. М., 1970.
5. Н. И. Белая, В. В. Иванов. ЖВМ и МФ, 25, № 3, 1985.

В. Х. БАЛАДЗЕ

О ШЕЙПОВОЙ ТЕОРИИ ДЛЯ РАССЛОЕНИЙ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 7.12.1986)

Целью настоящей работы является построение шейповой теории (см. [1, 2]) для расслоений в категории метризуемых пространств.

Пусть \mathfrak{F}_C — категория расслоений [3, стр. 22] над категорией C , в которой имеется понятие гомотопии морфизмов. Определим категорию $p - \mathfrak{F}_C$, объектами которой являются обратные системы $\underline{X} = \{(X_\alpha, p_\alpha, X'_\alpha), (\pi_{\alpha\alpha'}, \pi'_{\alpha\alpha'}), A\}$ категории \mathfrak{F}_C , а морфизмами — такие системы

$$\underline{f} = \{(f_\beta, f'_\beta), \varphi\} : \underline{X} \rightarrow \underline{Y} = \{(Y_\beta, q_\beta, Y'_\beta), (z_{\beta\beta'}, z'_{\beta\beta'}), B\}$$

морфизмов $(f_\beta, f'_\beta) : (X_{\varphi(\beta)}, p_{\varphi(\beta)}, X'_{\varphi(\beta)}) \rightarrow (Y_\beta, q_\beta, Y'_\beta)$ и отображения $\varphi : B \rightarrow A$, что для каждой пары $\beta \leq \beta'$ индексов β, β' существует индекс $\alpha \geq \varphi(\beta), \varphi(\beta')$ и гомотопия между морфизмами

$$(z_{\beta\beta'} \cdot f'_{\beta'} \cdot \pi_{\varphi(\beta')\alpha}, z'_{\beta\beta'} \cdot f'_{\beta'} \cdot \pi'_{\varphi(\beta')\alpha}), (f_\beta \cdot \pi_{\varphi(\beta)\alpha}, f'_\beta \cdot \pi'_{\varphi(\beta)\alpha}).$$

Тождественный морфизм $1_{\underline{X}}$ определяется как система, состоящая из тождественных морфизмов $(1_{X_\alpha}, 1_{X'_\alpha})$ и тождественного отображения $1_A : A \rightarrow A$. В качестве композиции $\underline{g} \circ \underline{f}$ морфизмов

$$\underline{f} : \underline{X} \rightarrow \underline{Y} \text{ и } \underline{g} = \{(g_\gamma, g'_\gamma), \psi\} : \underline{Y} \rightarrow \underline{Z} = \{(Z_\gamma, r'_\gamma, Z'_\gamma), (\mu_{\gamma\gamma'}, \mu'_{\gamma\gamma'}), C\}$$

возьмем систему $\{(g_\gamma f_{\psi(\gamma)}, g'_\gamma f'_{\psi(\gamma)}, \varphi \cdot \psi)\}$.

Скажем, что морфизмы $\underline{f} = \{(f_\beta, f'_\beta), \varphi\}, \underline{g} = \{(g_\beta, g'_\beta), \psi\} : \underline{X} \rightarrow \underline{Y}$ категории $p - \mathfrak{F}_C$ гомотопны, если для любого $\beta \in B$ существует такой индекс $\alpha \geq \varphi(\beta), \psi(\beta)$, что морфизмы $(f_\beta, f'_\beta) \cdot (p_{\varphi(\beta)\alpha}, p'_{\varphi(\beta)\alpha})$ и $(g_\beta, g'_\beta) \cdot (p_{\psi(\beta)\alpha}, p'_{\psi(\beta)\alpha})$ гомотопны. Легко проверить, что отношение гомотопности морфизмов категории $p - \mathfrak{F}_C$ является отношением эквивалентности и композиция $[\underline{g}] \circ [\underline{f}]$ классов эквивалентности морфизмов \underline{f} и \underline{g} , определенная по формуле $[\underline{g}] \circ [\underline{f}] = [\underline{g} \circ \underline{f}]$ корректно. Кроме того, определенная композиция ассоциативна и справедливы равенства $[\underline{f}] \circ [1_{\underline{X}}] = [1_{\underline{Y}}] \circ [\underline{f}] = [\underline{f}]$. Таким образом, обратные системы категории \mathfrak{F}_C и классы эквивалентности $[\underline{f}]$ морфизмов \underline{f} из $p - \mathfrak{F}_C$ образуют категорию, которую назовем гомотопической категорией обратных систем расслоения и обозначим через $\text{рго} - \mathfrak{F}_C$.

Пусть \mathfrak{R} — полная подкатегория категории \mathfrak{F}_C . Следуя [4] скажем, что морфизм

$$[\pi] : ((X, p, X') \rightarrow \underline{X} = \{(X_\alpha, p_\alpha, X'_\alpha), (\pi_{\alpha\alpha'}, \pi'_{\alpha\alpha'}), A\} \in p - \mathfrak{R}$$

категории $\text{рго} - \mathfrak{F}_C$ является \mathfrak{R} -представлением расслоения (X, p, X') , если для любого $\underline{Y} \in p - \mathfrak{R}$

$$[\pi]^* : \text{рго} - \mathfrak{F}_C(\underline{X}, \underline{Y}) \rightarrow \text{рго} - \mathfrak{F}_C((X, p, X'), \underline{Y})$$

биективно.

Теорема 1. Для того чтобы морфизм $[\pi]$ был \mathfrak{R} -представлением расслоения (X, p, X') , необходимо и достаточно выполнение условий:

- существуют морфизмы $(\pi_\alpha, \pi'_\alpha) : (X, p, X') \rightarrow (X_\alpha, p_\alpha, X'_\alpha)$ такие, что $(\pi_\alpha, \pi'_\alpha)$ и $(\pi_{\alpha\alpha'}, \pi'_{\alpha\alpha'}) \cdot (\pi_{\alpha'}, \pi'_{\alpha'})$ гомотопны, если $\alpha' \geq \alpha$;
- для всякого морфизма $(f, f') : (X, p, X') \rightarrow (K, s, K') \in \mathfrak{R}$ существует



вует такой морфизм $(f_\alpha, f'_\alpha) : (X_\alpha, p_\alpha, X'_\alpha) \rightarrow (K, s, K')$, что $(f_\alpha, f'_\alpha) \cdot (\pi_\alpha, \pi'_\alpha)$ гомотопны;

с) для любых двух таких морфизмов $(f_\alpha, f'_\alpha), (f'_\alpha, f''_\alpha) : (X_\alpha, p_\alpha, X'_\alpha) \rightarrow (K, s, K') \in \mathfrak{K}$, удовлетворяющих условию $(f_\alpha, f'_\alpha) \cdot (\pi_\alpha, \pi'_\alpha) \simeq (f'_\alpha, f''_\alpha) \cdot (\pi_\alpha, \pi'_\alpha)$, существует такой индекс $\alpha' \geq \alpha$, что морфизмы $(f_\alpha, f'_\alpha) \cdot (\pi_{\alpha\alpha'}, \pi'_{\alpha\alpha'})$ и $(f'_\alpha, f''_\alpha) \cdot (\pi_{\alpha\alpha'}, \pi'_{\alpha\alpha'})$ гомотопны.

Дальнейшие шаги построения расслоенной шейповой категории $Sh_{\mathfrak{K}}$ протекают по известной схеме построения шейповых категорий (см., например, [2, 4, 5]). При построении существенно применяются приведенные ниже результаты и определения.

Пусть $\mathfrak{F}\mathfrak{M}$ — категория расслоений над категорией \mathfrak{M} метризуемых пространств. Подрасслоение [3, стр. 22] (X, p, X') расслоения $(Y, q, Y') \in \mathfrak{F}\mathfrak{M}$ назовем окрестностным ретрактом расслоения (Y, q, Y') , если существуют такие окрестности U, U' соответственно пространств X, X' в пространствах Y, Y' и ретракций $r : U \rightarrow X, r' : U' \rightarrow X'$, что $p \cdot r = r' \cdot q|_U$. В том случае, когда $U=Y$, а $U'=Y'$, расслоение (X, p, X') назовем ретрактом расслоения (Y, q, Y') [ср. 8, стр. 219]; расслоение $(X, p, X') \in \mathfrak{F}\mathfrak{M}$ назовем абсолютным окрестностным ретрактом для категории $\mathfrak{F}\mathfrak{M}$ ($(X, p, X') \in ANR(\mathfrak{F}\mathfrak{M})$), если для всякого $(Y, q, Y') \in \mathfrak{F}\mathfrak{M}$ и любых замкнутых вложений $i : X \rightarrow Y, i' : X' \rightarrow Y'$, удовлетворяющих условию $q \cdot i = i' \cdot p$, существуют такие окрестности U, U' соответственно пространств $i(X), i'(X')$ в пространствах Y, Y' и ретракций $r : U \rightarrow X, r' : U' \rightarrow X'$, что $r' \cdot q|_U = p \cdot r$. Если при этом $U=Y$, а $U'=Y'$, то (X, p, X') назовем абсолютным ретрактом для категорий $\mathfrak{F}\mathfrak{M}$ ($(X, p, X') \in AR(\mathfrak{F}\mathfrak{M})$).

С абсолютными окрестностными ретрактами (абсолютными ретрактами) категории $\mathfrak{F}\mathfrak{M}$ тесно связаны абсолютные окрестностные экстензоры (абсолютные экстензоры) категории $\mathfrak{F}\mathfrak{M}$. Расслоение (Y, q, Y') назовем абсолютным окрестностным экстензором категории $\mathfrak{F}\mathfrak{M}$ ($(Y, q, Y') \in ANE(\mathfrak{F}\mathfrak{M})$), если для всякого расслоения $(X, p, X') \in \mathfrak{F}\mathfrak{M}$, его подрасслоения $(A, p|_A, A')$ (удовлетворяющего условиям $[A]_X = A, [A']_{X'} = A'$) и морфизма $(f, f') : (A, p|_A, A') \rightarrow (Y, q, Y')$ существуют окрестности U, U' соответственно пространств A, A' в пространствах X, X' и морфизмы $\widehat{f} : U \rightarrow Y, \widehat{f}' : U' \rightarrow Y'$ такие, что $\widehat{f}|_A = f, \widehat{f}'|_{A'} = f'$ и $q \cdot \widehat{f} = \widehat{f}' \cdot p$. Если $U=X$, а $U'=X'$, то расслоение (Y, q, Y') назовем абсолютным экстензором категории $\mathfrak{F}\mathfrak{M}$ ($(Y, q, Y') \in AE(\mathfrak{F}\mathfrak{M})$).

Предложение 1. Пусть пространства $M, N \in ANE(\mathfrak{M})$ ($M, N \in AE(\mathfrak{M})$). Тогда расслоение

$$(M \times N, \pi_N, N) \in ANE(\mathfrak{F}\mathfrak{M}) \quad ((M \times N, \pi_N, N) \in AE(\mathfrak{F}\mathfrak{M})).$$

Пусть $M, N \in ANE(\mathfrak{M})$, а (A, q, A') — такое подрасслоение расслоения (X, p, X') , что $[A]_X = A, [A']_{X'} = A'$. Для морфизма $(f, f') : (A, q, A') \rightarrow (M \times N, \pi_N, N)$ существуют окрестности G, U' пространств A, A' соответственно в пространствах X, X' и морфизмы $h : G \rightarrow M, \widehat{f}' : U' \rightarrow N$ такие, что $h|_A = \pi_M \cdot f, \widehat{f}'|_{A'} = f'$. Открытое множество $U = p^{-1}(U') \cap G$ содержит A . Определим отображение $\widehat{f} : U \rightarrow M \times N$ по формуле $\widehat{f}(x) = (h|_U(x), \widehat{f}'(p(x)))$, $x \in U$. Ясно, что $\pi_N \cdot \widehat{f} = \widehat{f}' \cdot p|_U$. Кроме того, $\widehat{f}|_A = f$, так как для любого $x \in A$ имеем $f(x) = (\pi_M(f(x)), f'(q(x)))$, $\widehat{f}|_A(x) = (h|_U(x), \widehat{f}'(p(x))) = (\pi_M(f(x)), \widehat{f}'(q(x))) = (\pi_M(f(x)), f'(q(x)))$. Следовательно, на-

ра $(\widehat{f}, \widehat{f}')$ — морфизм расслоения (X, p, X') в расслоении $(M \times N, \pi_N, N)$ и является продолжением морфизма (f, f') . Справедливость второй части предложения 1 аналогично проверяется.

Предложение 2. Если расслоения $(X_\alpha, p_\alpha, X'_\alpha) \in AE(\mathfrak{F}\mathfrak{M})$, $\alpha \in A$ $((X_i, p_i, X'_i) \in ANE(\mathfrak{F}\mathfrak{M})$, $i = \overline{1, n})$, то $(\prod_{\alpha \in A} X_\alpha, \prod_{\alpha \in A} p_\alpha, \prod_{\alpha \in A} X'_\alpha) \in$

$$\in AE(\mathfrak{F}\mathfrak{M}) \left(\left(\prod_{i=1}^n X_i, \prod_{i=1}^n p_i, \prod_{i=1}^n X'_i \right) \in ANE(\mathfrak{F}\mathfrak{M}) \right).$$

Предложение 3. Каждый ретракт (окрестностный ретракт) (X, p, X') AE -расслоения (ANE -расслоения) (Y, q, Y') является AE -расслоением (ANE -расслоением).

Предложение 4. Пусть расслоение $(X, p, X') \in ANE(\mathfrak{F}\mathfrak{M})$. Тогда всякое подрасслоение $(U, p|_U, U')$, где U открыто в X , а $U' \rightarrow X'$, является ANE -расслоением.

При построении расслоенной шейповой теории существенно применяется следующая

Теорема 2. Для всякого расслоения $(X, p, X') \in \mathfrak{F}\mathfrak{M}$ существуют AE -расслоение (P, s, P') и такие замкнутые вложения $i: X \rightarrow P$ и $i': X' \rightarrow P'$, что пара (i, i') является морфизмом категории $\mathfrak{F}\mathfrak{M}$.

По теореме Куратовского—Войдыславского существуют замкнутые вложения $i'': X \rightarrow P''$ и $i': X' \rightarrow P'$ пространств X и X' в пространствах P'' и P' . Определим замкнутое вложение $i: X \rightarrow P = P'' \times P'$ по формуле $i(x) = (i''(x), i'(p(x)))$, $x \in X$. Согласно предложению 1 расслоение (P, s, P') , где $s: P \rightarrow P'$ — естественная проекция, является AE -расслоением. Ясно, что пара $(i, i') \in \mathfrak{F}\mathfrak{M}$.

С помощью вышеприведенных результатов доказываются

Теорема 3. Расслоение $(X, p, X') \in ANR(\mathfrak{F}\mathfrak{M})$ ($(X, p, X') \in AR(\mathfrak{F}\mathfrak{M})$) тогда и только тогда, когда $(X, p, X') \in ANE(\mathfrak{F}\mathfrak{M})$ ($(X, p, X') \in AE(\mathfrak{F}\mathfrak{M})$).

Теорема 4. Пусть $(X, p, X') \in \mathfrak{F}\mathfrak{M}$, а $(A, p|_A, A')$ — такое подрасслоение, что $[A]_X = A$, $[A']_{X'} = A'$. Если морфизмы $(f, f'), (g, g') : (X, p, X') \rightarrow (Y, q, Y') \in ANR(\mathfrak{F}\mathfrak{M})$ удовлетворяют условию $(H, H') : (f, f')|_{(A, p|_A, A')} \simeq (g, g')|_{(A, p|_A, A')}$, то существуют такие подрасслоение $(V, p|_V, V')$ (V, V' — открытые окрестности соответственно $A, A' \in X, X'$) и гомотопия $(\widehat{H}, \widehat{H}') : (f, f')|_{(V, p|_V, V')} \simeq (g, g')|_{(V, p|_V, V')}$ что $(\widehat{H}, \widehat{H}')|_{(A, p|_A, A')} = (H, H')$.

Рассмотрим в качестве \mathfrak{K} полную подкатегорию категории $\mathfrak{F}\mathfrak{M}$, состоящей из всех $(X, p, X') \in ANR(\mathfrak{F}\mathfrak{M})$. Из теорем 2, 3 и предложения 4 следует, что каждому расслоению можно сопоставить обратную систему из ANR -расслоений (ср. [6]). С помощью теоремы 4 доказывается

Теорема 5. Существует \mathfrak{K} -представление объектов категории $\mathfrak{F}\mathfrak{M}$.

Используя результаты работ [7, 9] расслоенную шейповую теорию можно построить для расслоений в категории Top , для расслоений с фиксированной базой и для расслоений в категории метризуемых пространств с действием компактной группы. Для указанных категорий строится также сильная [5] расслоенная шейповая теория.

Теорема 5 позволяет доказать следующую теорему (ср. [9]):



Теорема 6. Пусть \mathcal{C} — произвольный функтор из \mathfrak{K} в \mathfrak{A} , в которой любая обратная система обладает пределом. Тогда функтор \mathcal{C} порождает непрерывный функтор $\check{C}: \mathfrak{F}\mathfrak{M} \rightarrow \mathfrak{A}$ по формуле $\check{C}(X, p, X') = \lim_{\text{pro}} \mathcal{C}(X)$, где X — K -представление расслоения (X, p, X') , а $\text{pro} \mathcal{C}$ — функтор, сопоставляющий любой обратной системе $X = \{(X_\alpha, p_\alpha, X'_\alpha), (\pi_{\alpha\alpha'}, \pi'_{\alpha\alpha'})\}$ обратную систему $\{\mathcal{C}(X_\alpha, p_\alpha, X'_\alpha), \mathcal{C}(\pi_{\alpha\alpha'}, \pi'_{\alpha\alpha'})\}$.

Аналогичная теорема справедлива и для кофунктора $\mathcal{C}: \mathfrak{K} \rightarrow \mathfrak{A}$, если в \mathfrak{A} каждая прямая система имеет предел.

Пусть $\mathfrak{K} = \{(X, p, X') \in \mathfrak{F}\mathfrak{M} \mid (X, p, X') \in \text{ANR}(\mathfrak{F}\mathfrak{M}), X, X' \in \text{ANR}(\mathfrak{M})\}$. Заметим, что существует [5] \mathfrak{K} — представление объектов категории $\mathfrak{F}\mathfrak{M}$.

Определение 1. Расслоение $(X, p, X') \in \mathfrak{F}\mathfrak{M}$ называется подвижным, если оно обладает \mathfrak{K} — представлением $\{(X_\alpha, p_\alpha, X'_\alpha), (\pi_{\alpha\alpha'}, \pi'_{\alpha\alpha'})\}$, которое подвижно в $\text{pro} \mathfrak{K}$.

Теорема 7. Если $Sh_{\check{C}}(X, p, X') = Sh_{\check{C}}(Y, q, Y')$ и (X, p, X') подвижно, то подвижно и (Y, q, Y') .

Пусть $\check{H}_n(p; G) = \lim_{\leftarrow} \{H_n(p_\alpha; G), A\}$, где $H_n(p_\alpha; G) = H_n^{\text{min}}(\text{Cyl}(p_\alpha), X_\alpha; G)$ (см. [10]).

Теорема 8. Если $Sh_{\check{C}}(X, p, X') = Sh_{\check{C}}(Y, q, Y')$, то $\check{H}_n(p; G) = \check{H}_n(q; G)$.

Теорема 9. Пусть (X, p, X') — подвижное расслоение, а X и X' — метризуемые компакты. Тогда существует длинная точная последовательность

$$\cdots \rightarrow \check{H}_n(X; G) \rightarrow \check{H}_n(X'; G) \rightarrow \check{H}_n(p; G) \rightarrow \check{H}_{n-1}(X; G) \rightarrow \cdots,$$

где $\check{H}_n(-; G)$ — гомологический функтор типа Алксандроза — Чеха (см. [9, 11]).

Тбилисский государственный университет

(Поступило 19.12.1986)

მათემატიკა

3. ზალაძე

ფიზრაციათა უნივერსიტეტის მათემატიკის განყოფილება

რეზიუმე

მეტრიზებადი სივრცეების კატეგორიის ფიბრაციებისათვის აგებულია უნივერსალური თეორია.

MATHEMATICS

V. H. BALADZE
ON SHAPE THEORY FOR FIBRATIONS

Summary

The shape theory is constructed for fibrations in the category of metrizable spaces.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. K. Borsuk. Theory of shape. Warszawa, 1975.
2. S. Mardešić. J. Segal. Shape theory. North—Holland, Amsterdam, 1982.
3. Д. Хьюзмоллер. Расслоенные пространства. М., 1970.
4. Ю. Т. Лисица. Сиб. мат. ж., 24, № 4, 1983.
5. В. Х. Баладзе. О расслоенной шейповой теории. Сборник работ по топологии. ТГУ (в печ.).
6. R. H. Fox. Fund. Math., 74, 1972.
7. S. Mardešić. Fund. Math., 114, 1981.
8. П. Габриель, М. Цисман. Категория частных и теория гомотопий. М., 1971.
9. Ю. М. Смирнов. УМН, 40, 2(242), 1985.
10. Н. Стинрод, С. Эйленберг. Основания алгебраической топологии. М., 1958.
11. Г. С. Чогошвили. Мат. сб., 28 (70):1, 1951.

А. С. ГОГАТИШВИЛИ

ДРОБНЫЕ МАКСИМАЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ ПО БАЗИСУ
 ВЫПУКЛЫХ СРАВНИМЫХ МНОЖЕСТВ В ВЕСОВЫХ
 ПРОСТРАНСТВАХ ЛЕБЕГА

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. В. Жижиашвили 23.2.1987)

В настоящей работе найдено необходимое и достаточное условие на весовую функцию, гарантирующее непрерывность дробных максимальных функций по базису выпуклых сравнимых множеств в весовых пространствах Лебега. При дополнительном условии на вышеупомянутый базис дано полное описание пар (u, ω) весовых функций, для которых дробная максимальная функция непрерывна из $L^p_\omega(R^n)$ в $L^q_\omega(R^n)$ при $1 < p \leq q < \infty$.

Пусть $V = \{V_\alpha, \alpha > 0\}$ — семейство открытых выпуклых множеств в R^n с компактными замыканиями, таких, что $\bigcap_\alpha V_\alpha = \{0\}$, $V_\alpha \subset V_\beta$ при $\alpha < \beta$ и $\bigcup_\alpha V_\alpha = R^n$. Положим $V_\alpha^x = \{z \in R^n : z = x + y, y \in V_\alpha\}$, $x \in R^n$.

Пусть $0 \leq \gamma < n$. Для данного семейства V определим дробную максимальную функцию

$$M_\gamma f(x) = \sup_{V_\alpha^t} |V_\alpha|^{\frac{\gamma}{n}-1} \int |f(y)| dy,$$

где точная верхняя грань берется по всем V_α^t ($t \in R^n$, $\alpha > 0$), содержащим точку x .

Справедлива следующая

Теорема 1. Пусть $0 \leq \gamma < n$, $1 < p < \frac{n}{\gamma}$ и $q = \frac{np}{n - \gamma p}$. Тогда

следующие два условия эквивалентны:

i) существует такая постоянная $c > 0$, что

$$\left(\int_{R^n} (M_\gamma f(x) \omega(x))^q dx \right)^{1/q} \leq c \left(\int_{R^n} (|f(x)| \omega(x))^p dx \right)^{1/p}$$

для произвольного f с условием $\|f\omega\|_{L^p} < \infty$;

ii)

$$\sup \left(|V_\alpha|^{-1} \int_{V_\alpha} \omega^q(y) dy \right)^{1/q} \left(|V_\alpha|^{-1} \int_{V_\alpha} \omega^{-p'}(y) dy \right)^{1/p'} < \infty,$$

где точная верхняя грань берется по всем $\alpha > 0$ и всем x из R^n .

Теорема 2. Пусть $0 \leq \gamma < n$ и $q = \frac{n}{n - \gamma}$. Тогда следующие условия

эквивалентны:

i) существует такая постоянная $c > 0$, что

$$\int_{\{x: M_{\gamma} f(x) > \lambda\}} \omega^q(x) dx \leq \frac{c}{\lambda^q} \left(\int_{R^n} |f(x)| \omega(x) dx \right)^q$$

для любого $\lambda > 0$ и функции f с условием $\|f\omega\|_{L^1} < \infty$;

ii) существует такая постоянная $c_1 > 0$, что

$$\left(|V_{\alpha}|^{-1} \int_{V_{\alpha}^x} \omega^q(y) dy \right)^{1/q} \leq c_1 \operatorname{ess\,inf}_{z \in V_{\alpha}^x} \omega(z)$$

для произвольного $\alpha > 0$ и x из R^n .

В дальнейшем на семейство V наложим дополнительные условия. Будем предполагать, что для произвольного $\alpha > 0$ существует такое $\beta > 0$, что $V_{\alpha} - V_{\alpha} \subset V_{\beta}$ и $|V_{\beta}| \leq b|V_{\alpha}|$, где $V_{\alpha} - V_{\alpha} = \{z \in R^n : z = x - y, x \in V_{\alpha}, y \in V_{\alpha}\}$ и постоянная b не зависит от α . Кроме того, положим, что все V_{α} симметричны относительно координатных осей.

Теорема 3. Пусть $0 \leq \nu < n$, $1 < p \leq q < \infty$. Для заданных почти всюду положительных и локально интегрируемых функций $\omega : R^n \rightarrow R^1$ и $u : R^n \rightarrow R^1$ следующие условия эквивалентны:

i) существует такая положительная постоянная c , что

$$\left(\int_{R^n} (M_{\nu} f(x))^q \omega(x) dx \right)^{1/q} \leq c \left(\int_{R^n} |f(x)|^p u(x) dx \right)^{1/p}$$

для произвольного f с условием $\|f u^{1/p}\|_{L^p} < \infty$;

ii) существует такая положительная постоянная c_1 , что

$$\left(\int_R (M_{\nu} (\chi_R u^{-1/(p-1)})(x))^q \omega(x) dx \right)^{1/q} \leq c_1 \left(\int_R u^{-1/(p-1)}(x) dx \right)^{1/p}$$

для любого прямоугольного параллелепипеда R из R^n .

Наконец, отметим, что в том случае, когда V — семейство n -мерных кубов, теоремы 1 и 2 были впервые доказаны в работах [1, 2]. Дальнейшие обобщения см. в работах [3, 4] и др. В вышеотмеченном случае теорема 3 была установлена в работе [5]. Более простое доказательство в общем случае было дано в [6].

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

(Поступило 5.3.1987)

მათემატიკა

ა. ზოგატაშვილი

ამოწმებილ სადარ სიმრავლეთა ბაზისის მიმართ ფილადლური
 მაქსიმალური ფუნქციები ლეგების წონიან სივრცეებში

რეზიუმე

ნაშრომში მოცემულია აუცილებელი და საკმარისი პირობა წონით ფუნქციებზე, რომელიც უზრუნველყოფს ამოწმებილ სადარ სიმრავლეთა ბაზის

სის მიმართ წილადური მაქსიმალური ფუნქციების უწყვეტობას ლებეგის წონიან სივრცეებში. ბაზისზე დამატებით პირობებში ამოხსნილია იმ წონათა წყვილის სრული დახასიათების ამოცანა, რომელთათვისაც ზემოაღნიშნული ოპერატორი უწყვეტად მოქმედებს ლებეგის ერთი წონიანი სივრციდან მეორეში.

MATHEMATICS

A. S. GOGATISHVILI

FRACTIONAL MAXIMAL FUNCTIONS WITH RESPECT TO THE BASIS OF THE CONVEX COMPARABLE SETS IN WEIGHTED LEBESGUE SPACES

Summary

The necessary and sufficient condition on the weighted function is found which ensures continuity of fractional maximal functions with respect to the basis of the convex comparable sets in weighted Lebesgue spaces. Under the additional condition to the above-mentioned basis a complete description of pairs of weighted functions is given, for which the fractional maximal function is continuous from one weighted Lebesgue space to the other.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. B. Muckenhoupt. Trans. Amer. Math. Soc., 165, 1972, 207—226.
2. B. Muckenhoupt, R. Wheeden. Trans. Amer. Math. Soc., 192, 1974, 261 — 274.
3. В. М. Коклашвили. Максимальные функции и сингулярные интегралы в весовых функциональных пространствах. Тбилиси, 1985.
4. B. Jawerth. Amer. J. Math., 108, 1986, 361—414.
5. E. Sawyer. Lect. Notes Math., 908, 1983, 102—127.
6. М. А. Габидзашвили. Труды Тбил. мат. ин-та им. А. М. Размадзе, т. 86, 1987, 3—15.

Г. Г. ЧУМБУРИДЗЕ, Т. Ф. КИКВАДЗЕ

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ РЕШЕНИЯ ДИСКРЕТНОЙ
 МИНИМАКСНОЙ ЗАДАЧИ С ОГРАНИЧЕНИЯМИ

(Представлено академиком В. К. Чичинадзе 21.11.1986)

Пусть $f_i(X)$, $i \in I \equiv \{1, 2, \dots, m\}$ — непрерывно дифференцируемые и выпуклые функции на открытом множестве $S \subset E_n$.

Предположим $\Omega \subset S$ и определяется следующей системой неравенств:

$$g_j(X) \leq 0, \quad j = \overline{1, l}. \quad (1)$$

Кроме того, будем требовать, что $g_j(X)$ — выпуклые функции, $g_i \in C'(\Omega)$, $\forall j, j = \overline{1, l}$ и Ω имеет внутренние точки (условие Слейтера [1]).

Задача заключается в нахождении точки $X^* \in \Omega$, для которой

$$\max_{i \in I} f_i(X^*) = \min_{X \in \Omega} \max_{i \in I} f_i(X). \quad (2)$$

Введем обозначение

$$\Phi(X) = \max_{i \in I} f_i(X).$$

Из выпуклости функций $f_i(X)$, $\forall i, i \in I$ и области Ω вытекает выпуклость, непрерывность и линейная унимодальность [2] функции Φ на Ω .

Если взять за основу идеи метода Ψ -преобразования [3], можно предположить следующую схему нахождения решения задачи (2), (1): в начале генерируются отрезки D_ν , $\nu = 1, 2, \dots$, равномерно распределенные в области Ω и на каждом из них находятся точки Фибоначчи [2] $X_1^{(\nu)}, X_2^{(\nu)}, \dots, X_q^{(\nu)}$.

Понятно, что

$$\Phi(X_q^{(\nu)}) = \min_{X \in D_\nu} \Phi(X), \quad \nu = 1, 2, \dots$$

Вычисляется величина

$$\Delta \zeta = \frac{\Phi_{\max} - \Phi_{\min}}{N},$$

где

$$\Phi_{\min} = \min_{\nu} \Phi(X_q^{(\nu)}),$$

$$\Phi_{\max} = \max_{\nu} \Phi(X_1^{(\nu)}),$$

N — заданное натуральное число, обратнопропорционально зависящее от требуемой точности решения задачи.



Далее, формируются множества точек

$$T_i = \left\{ X : \varphi(X) = \varphi_{\max} - \frac{i \Delta \zeta}{2}, X \in \bigcup_{\nu} D_{\nu} \right\}, \quad i = \overline{1, N}.$$

и определяются «взвешенные» средние точек множества

$$Q_i = \bigcup_{j=1}^i T_j;$$

$$\bar{X}_i = \frac{\sum_{X \in Q_i} p(X) X}{\sum_{X \in Q_i} p(X)}, \quad i = \overline{1, N}. \quad (3)$$

В (3) $p(X)$ представляет собой весовую функцию,

$$p \in C(\Omega), \quad p(X) > 0, \quad \forall X, X \in \Omega.$$

Обозначим через

$$E_{\zeta} = \{X : \gamma(X) \leq \zeta, X \in \Omega\},$$

$$\varphi^* = \min_{X \in \Omega} \varphi(X).$$

Теорема 1. Пусть $p(X)$ — весовая функция и $\text{card } E_{\varphi^*} = 1$. Тогда

$$\lim_{\zeta \rightarrow \varphi^*} \frac{\int_{E_{\zeta}} \dots \int x_j p(X) dX}{\int_{E_{\zeta}} \dots \int p(X) dX} = X_j^*$$

для любого $j, j = \overline{1, n}$.

Доказательство. Множество E_{ζ} является замкнутым и ограниченным; следовательно, функция $p(X)$ на E_{ζ} достигает своего минимального (m_{ζ}) и максимального (M_{ζ}) значений, т. е.

$$m_{\zeta} \leq p(X) \leq M_{\zeta}, \quad \forall X, X \in E_{\zeta}.$$

Очевидна справедливость следующих неравенств:

$$\frac{M_{\zeta}}{m_{\zeta}} \frac{\int_{E_{\zeta}} \dots \int x_j dX}{\int_{E_{\zeta}} \dots \int dX} \leq \frac{\int_{E_{\zeta}} \dots \int x_j p(X) dX}{\int_{E_{\zeta}} \dots \int p(X) dX} \leq \frac{M_{\zeta}}{m_{\zeta}} \frac{\int_{E_{\zeta}} \dots \int x_j dX}{\int_{E_{\zeta}} \dots \int dX}.$$

Понятно, что $\lim_{\zeta \rightarrow \varphi^*} \frac{m_{\zeta}}{M_{\zeta}} = 1$, следовательно,

$$\lim_{\zeta \rightarrow \varphi^*} \frac{\int_{E_{\zeta}} \dots \int x_j p(X) dX}{\int_{E_{\zeta}} \dots \int p(X) dX} = \lim_{\zeta \rightarrow \varphi^*} \frac{\int_{E_{\zeta}} \dots \int x_j dX}{\int_{E_{\zeta}} \dots \int dX}.$$

Выберем последовательность чисел $\{\nu_v\}$, сходящегося к φ^* при $\nu \rightarrow \infty$

$$\begin{aligned} \lim_{\nu \rightarrow \varphi^*} \frac{\int_{E_{\nu}} \dots \int x_j dX}{\int_{E_{\nu}} \dots \int dX} &= \lim_{\nu \rightarrow \infty} \frac{\int_{E_{\nu}} \dots \int x_j dX}{\int_{E_{\nu}} \dots \int dX} = \\ &= \lim_{\nu \rightarrow \infty} \frac{\int_{a_{\nu}}^{b_{\nu}} x_j dx_j}{\int_{a_{\nu}}^{b_{\nu}} d x_j} = \lim_{\nu \rightarrow \infty} \frac{a_{\nu} + b_{\nu}}{2}. \end{aligned}$$

$E_{\nu} \equiv E_{z_{\nu}}$, a_{ν} и b_{ν} — соответственно нижняя и верхняя границы множества E_{ν} по j -ой координате, т. е.

$$a_{\nu} = \min_{X \in E_{\nu}} x_j,$$

$$b_{\nu} = \max_{X \in E_{\nu}} x_j.$$

Ввиду того что $E_{\nu} \supset E_{\nu+1}$, $\nu = 1, 2, \dots$ и $\text{card } E_{\varphi^*} = 1$, $d(E_{\nu}) \rightarrow 0$ при $\nu \rightarrow \infty$, следовательно,

$$\lim_{\nu \rightarrow \infty} \frac{a_{\nu} + b_{\nu}}{2} = x_j^*.$$

Теорема доказана.

Из теоремы 1 и сходимости второго алгоритма Гавиано [4] вытекает справедливость следующего утверждения.

Теорема 2. Из последовательности $\{\bar{X}_{\nu}\}$ можно выделить такую подпоследовательность $\{\bar{X}_{\nu_i}\}$, что

$$\lim_{i \rightarrow \infty} \bar{X}_{\nu_i} = X^*.$$

Описанный метод эффективнее, чем традиционные стохастические методы, однако, как показала практика, сходимость предложенного метода значительно можно улучшить путем разумного комбинирования его с методом наискорейшего спуска несмотря на то, что в некоторых случаях использование метода наискорейшего спуска приводит к «ложному оптимуму» даже при линейной унимодальности целевой функции [1].

Институт управления
народным хозяйством
ГКНТ СССР

ბ. ზუმბურიძე, ტ. კიკვაძე

შეზღუდვებიანი დისკრეტული მინიმაქსის ამოცანის ამოხსნის ერთი მეთოდის შესახებ

რეზიუმე

შემოთავაზებულია დისკრეტული მინიმაქსის ამოცანის ამოხსნის მეთოდი გლუვი ამოხსნეილი შეზღუდვების პირობებში, რომელიც წარმოადგენს უსწრაფესი დაშვებისა და Ψ -გარდაქმნის მეთოდების შერწყმას. მტკიცდება ჰიბრიდული მეთოდის კრებადობა, რომლის სიჩქარე პრაქტიკულად უფრო მაღალია, ვიდრე ცალკე აღებული აღნიშნული მეთოდების შემთხვევაში.

CYBERNETICS

G. G. CHUMBURIDZE, T. Ph. KIKVADZE

ON ONE APPROACH TO THE SOLUTION OF A CONSTRAINT DISCRETE MINIMAX PROBLEM

Summary

A method for solving a discrete minimax problem with smooth convex constraints is presented, which combines the steepest descent and the Ψ -transformation methods. The convergence of the hybrid method is proved to be higher as compared to the single use of the methods mentioned.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Ф. Демьянов, В. Н. Малоземов. Введение в минимакс. М., 1972.
2. Д. Дж. Уайлд. Методы поиска экстремума. М., 1967.
3. В. К. Чичинадзе. Решение невыпуклых нелинейных задач оптимизации. М., 1983.
4. M. Gaviano. Some general results on the convergence of random search algorithms in minimization problems, In: L. C. W. Dixon and G. P. Szego, eds., Towards global optimization (North-Holland, Amsterdam, 1975) pp. 147—157.



Г. Н. ЦЕРЦВАДЗЕ

ОБ АГРЕГИРОВАНИИ МАРКОВСКИХ ЦЕПЕЙ

(Представлено академиком В. К. Чичинадзе 28.11.1986)

Рассмотрим дискретную однородную цепь Маркова X_t , определенную на конечном множестве $E = \{1, 2, \dots, n\}$. Пусть $p_{ij} = \mathbf{P}\{X_{t+1} = j / X_t = i\}$ есть (i, j) -й элемент матрицы $P = (p_{ij})$ вероятностей перехода в цепи X_t , а $p(t)$ — вектор-строка размерности n , i -я компонента которого есть $p_i(t) = \mathbf{P}\{X_t = i\}$.

Тогда

$$p(t+1) = p(t)P, \quad t=0, 1, 2, \dots \quad (1)$$

представляет собой совокупность линейных рекуррентных соотношений, решение $p(t)$ которого, выраженное через начальный вероятностный вектор $p(0)$, определяется формулой

$$p(t+1) = p(0)P^t, \quad t=0, 1, 2, \dots, \quad (2)$$

где $p(0)$ может принимать значения из симплекса S в R^n :

$$S = \left\{ p : p \in R^n, \quad p_i \geq 0, \quad \sum_{i=1}^n p_i = 1 \right\}.$$

Разобьем множество $E = \{1, 2, \dots, n\}$ состояний цепи X_t на $m \leq n$ непересекающиеся подмножества A_1, A_2, \dots, A_m : $A_\alpha \cap A_\beta = \emptyset$, $\alpha \neq \beta$, $\alpha, \beta = 1, 2, \dots, m$ где \emptyset — пустое множество и $\cup A_\alpha = E$.

Свяжем с разбиением $A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ прямоугольную матрицу $V_A = (v_{i\alpha})$ порядка $n \times m$, состоящую из нулей и единиц, такую, что

$$v_{i\alpha} = \begin{cases} 1, & i \in A_\alpha, \\ 0, & i \notin A_\alpha. \end{cases}$$

В соответствии с этим разбиением рассмотрим новый m -значный процесс \widehat{X}_t такой, что

$$\widehat{X}_t = A_\alpha \text{ как только } X_t = i \in A_\alpha, \quad \alpha = \overline{1, m}. \quad (3)$$

Определим для процесса \widehat{X}_t m -мерный вектор вероятностей состояний $\widehat{p}(t)$ с компонентами $\widehat{p}_\alpha(t) = \mathbf{P}\{\widehat{X}_t = A_\alpha\}$ следующим образом:

$$\widehat{p}(t) = p(t) V_A, \quad \widehat{p}_\alpha(t) = \sum_{i \in A_\alpha} p_i(t), \quad \alpha = \overline{1, m}. \quad (4)$$

Определение. Будем говорить, что цепь Маркова X_t с матрицей переходных вероятностей $P = (p_{ij})_{n \times n}$ агрегируема относительно разбиения $A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$, если существует такая квадратная матрица $\widehat{P} =$



$= (\widehat{p_{\alpha\beta}})_{m \times m}$, что для любого начального вероятностного вектора $p(0)$ цепи X_t в силу (1), (4) имеет место соотношение

$$\widehat{p}(t+1) = \widehat{p}(t)\widehat{P}, \quad t=0, 1, 2, \dots \quad (5)$$

Если соотношение (5) выполнено только тогда, когда начальный вероятностный вектор $p(0)$ цепи X_t принадлежит к непустому подмножеству R из множества S всех вероятностных векторов в R^n , то будем говорить, что цепь Маркова X_t агрегируема относительно разбиения A и множества $R \subseteq S$.

Теорема 1. *Для того чтобы цепь Маркова X_t с матрицей переходных вероятностей $P=(p_{ij})_{n \times n}$ была агрегируема относительно разбиения $A=\{A_1, A_2, \dots, A_m\}$, необходимо и достаточно, чтобы существовала квадратная матрица $\widehat{P}=(\widehat{p_{\alpha\beta}})_{m \times m}$, удовлетворяющая матричному уравнению*

$$PV_A - V_A\widehat{P} = 0. \quad (6)$$

Доказательство следует из определения и соотношений (1), (4), и (5).

Для случая агрегируемости относительно множества аналогичным образом доказывается следующая

Теорема 2. *Для того чтобы цепь Маркова X_t с матрицей переходных вероятностей $P=(p_{ij})_{n \times n}$ была агрегируема относительно разбиения $A=\{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ и множества $R \subseteq S$, необходимо и достаточно, чтобы существовала квадратная матрица $\widehat{P}=(\widehat{p_{\alpha\beta}})_{m \times m}$, удовлетворяющая условию*

$$p(0)P^tV_A = p(0)V_A\widehat{P}^t, \quad t=0, 1, 2, \dots \quad (7)$$

для всех $p(0) \in R$.

Выберем максимальное количество m линейно-независимых вероятностных векторов c^1, c^2, \dots, c^m размерности n , содержащихся в $R \subseteq S$. Тогда любой вероятностный вектор $p \in R$ либо сам является базисным, либо однозначно представляется линейной комбинацией базисных векторов $c^\alpha \in R$, $\alpha = \overline{1, m}$. Используя теорему 2 и определение, можно доказать следующую теорему.

Теорема 3. *Для любого множества $R \subseteq S$ найдется набор из максимального количества $m \leq n$ линейно-независимых n -мерных вероятностных векторов c^1, c^2, \dots, c^m из R таких, что агрегирование цепи Маркова X_t относительно разбиения $A=\{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ и множества R эквивалентно возможности агрегирования относительно разбиения $A=\{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ и этого набора векторов.*

Пусть цепь Маркова X_t агрегируема относительно разбиения A и набора из m линейно-независимых вероятностных векторов c^1, c^2, \dots, c^m , содержащихся в R . Обозначим через $C=(c_i^\alpha)_{m \times n}$ матрицу, определяемую векторами c^α , $\alpha = \overline{1, m}$. Тогда в силу необходимости выполнено условие (7) теоремы 2, которое можно записать в следующем виде:

$$CP^tV_A = CV_A\widehat{P}^t, \quad t=0, 1, 2, \dots \quad (8)$$

Следствие. Если $m=n$, то матрица C квадратная, строки которой линейно-независимы и поэтому она неособая. В этом случае условие (8) примет вид

$$P^t V_A = V_A \widehat{P}^t, \quad t=0, 1, 2, \dots,$$

которое, в силу теоремы 1, эквивалентно возможности агрегирования цепи Маркова X_t относительно разбиения A .

Из теоремы 3 следует, что если цепь Маркова X_t агрегируема относительно разбиения $A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ и множества $R \subseteq S$, то она агрегируема относительно того же разбиения A и множества $\bar{R} \subseteq S$, где $\bar{R} = \{p : p \in S, p = uC, u \in R^m\}$. Более того, можно доказать, что если цепь Маркова X_t с матрицей переходных вероятностей P допускает агрегирование относительно разбиения A и некоторого непустого множества R , тогда, без ограничения общности, это множество можно считать инвариантным относительно P . Поэтому матрицу $C = (c_{\alpha\beta}^i)_{m \times n}$ естественно называть инвариантной характеристической матрицей множества R :

$$CP = BC. \quad (10)$$

Здесь $B = (b_{\alpha\beta})_{m \times m}$ — квадратная матрица, составленная из коэффициентов линейного разложения вектора $c^\alpha P$, $\alpha = \overline{1, m}$ по базису c^1, c^2, \dots, c^m .

Теорема 4. Для того чтобы цепь Маркова X_t с матрицей переходных вероятностей P была агрегируема относительно разбиения $A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ и множества $R \subseteq S$, необходимо и достаточно, чтобы существовала квадратная матрица $\widehat{P} = (\widehat{p}_{\alpha\beta})_{m \times m}$, удовлетворяющая условию

$$BCV_A = CV_A \widehat{P}, \quad (11)$$

где C — инвариантная характеристическая матрица множества R .

Доказательство. Пусть имеет место агрегирование цепи Маркова X_t относительно разбиения A и множества R . Тогда в силу необходимости выполнено условие

$$CPV_A = CV_A \widehat{P}.$$

Но так как матрица C является инвариантной характеристической матрицей множества R , то выполнено (10), и, следовательно, имеет место (11).

Для доказательства достаточности условия (11) покажем, что из него следует

$$B^t CV_A = CV_A \widehat{P}^t, \quad t=0, 1, 2, \dots \quad (12)$$

Действительно, умножая (11) слева на B^{t-1} , учитывая выполнение условия $BCV_A = CV_A \widehat{P}$, получаем (12). Теорема доказана.

Рассмотрим случай, когда матрица CV_A — неособая. Введем обозначение

$$\widetilde{C} = (CV_A)^{-1} C, \quad \widetilde{C} = (\widetilde{c}_i^\alpha)_{m \times n}. \quad (13)$$

Тогда из (12) матрица $\widehat{P} = (\widehat{p}_{\alpha\beta})_{m \times m}$ определяется в следующем виде:

$$\widehat{P} = \widetilde{C} P V_A, \quad \widehat{p}_{\alpha\beta} = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n \widetilde{c}_i^\alpha p_{ik} v_{k\beta}, \quad \alpha, \beta = \overline{1, m}. \quad (14)$$

Покажем теперь, что сумма элементов каждой строки матрицы $\widehat{P} = (\widehat{p}_{\alpha\beta})$ равна единице. Из (13) следует, что

$$\tilde{C}V_A = I, \quad \sum_{i=1}^n \tilde{c}_i^\alpha v_{i\beta} = \delta_{\alpha\beta}, \quad \alpha, \beta = \overline{1, m}. \quad (15)$$

Суммируя в (15) по β в пределах от 1 до m (при любом фиксированном α), получаем

$$\sum_{i=1}^n \tilde{c}_i^\alpha \sum_{\beta=1}^m v_{i\beta} = \sum_{i=1}^n \tilde{c}_i^\alpha = 1, \quad \alpha = \overline{1, m}. \quad (16)$$

Тогда из (14) в силу (16) следует

$$\sum_{\beta=1}^m \hat{p}_{\alpha\beta} = 1, \quad \alpha = \overline{1, m}.$$

Тбилисский государственный университет

(Поступило 25.12.1986)

კიბერნეტიკა

ზ. ცერცვაძე

მარკოვის ჯაჭვების აგრეგირების შესახებ

რეზიუმე

მარკოვის ჯაჭვებისათვის შემოღებულია აგრეგირების ცნება და დადგენილია ამ ჯაჭვების აგრეგირების აუცილებელი და საკმარისი პირობები.

CYBERNETICS

G. N. TSERTSVADZE

ON THE AGGREGATION OF MARKOV CHAINS

Summary

The notion of aggregation is introduced for Markov chains, with necessary and sufficient conditions for aggregation of these chains established.

А. Г. УШВЕРИДZE

АЛГЕБРАИЧЕСКАЯ СХОДЯЩАЯСЯ ТЕОРИЯ ВОЗМУЩЕНИЙ ДЛЯ КВАНТОВЫХ СИСТЕМ С ДИСКРЕТНЫМ СПЕКТРОМ

(Представлено академиком Г. А. Харадзе 27.5.1986)

В настоящей работе построена теория возмущений (ТВ), пригодная для исследования невырожденных состояний квантовых систем с дискретным спектром. Предлагаемая ТВ обладает следующими достоинствами: 1) в качестве нулевого приближения в ней может быть использовано практически любое приближенное решение уравнения Шредингера, 2) параметром малости, регулирующим скорость убывания первых членов ряда, служит мера близости приближенного решения к точному, 3) ряд ТВ в асимптотике сходится, 4) процедура вычисления отдельных его членов чисто алгебраическая. Эти свойства ТВ позволяют рассматривать ее как удобный инструмент для оценки и итерационного повышения точности вариационных расчетов.

1. Пусть H — гамильтониан системы, действующий в гильбертовом пространстве W , $\psi_0 \in W$ — его собственная функция, которую мы ищем, а $E_0 = (\psi_0 H \psi_0)$ — соответствующее ей собственное значение. Предположим, что нам известна приближенная собственная функция $\psi^{(0)} \in W$ и соответствующее ей приближенное собственное значение $E^{(0)} = (\psi^{(0)} H \psi^{(0)})$. Рассмотрим последовательность функций вида $H^n \psi^{(0)}$, $n=0, 1, \dots, \infty$. Линейную оболочку членов этой последовательности обозначим через $W^{(0)}$. Можно показать, что $W^{(0)}$ является инвариантным подпространством W относительно действия H и спектр H в нем всегда невырожден. Отметим, что $\psi^{(0)} \in W^{(0)}$, по определению. Если быть уверенным в том, что и искомая функция $\psi_0 \in W^{(0)}$, то задачу ее построения можно решать, не выходя за рамки пространства $W^{(0)}$. Ответ на вопрос, когда это возможно, дают следующие теоремы.

Теорема 1. Если ψ_0 — собственная функция невырожденного состояния системы, а $\|\psi^{(0)} - \psi_0\| < \sqrt{2}$, то $\psi_0 \in W^{(0)}$.

Эта теорема позволяет использовать в качестве $\psi^{(0)}$ любой, достаточно аккуратный результат вариационного расчета.

Теорема 2. Если ψ_0 — собственная функция основного состояния системы, а $\psi^{(0)}$ — знакопостоянна, то $\psi_0 \in W^{(0)}$.

В дальнейшем мы будем считать условия этих теорем выполненными.

2. Выберем в $W^{(0)}$ базис. Для этого ортогонализуем последовательность $H^n \psi^{(0)}$, перейдя от нее к ортонормированной системе функций $\psi_n^{(0)}$. Согласно теореме Ланцоша [1], в базисе, образованном функциями $\psi_n^{(0)}$, гамильтониан H тридиагонален.



3. Напомним, что наша цель — получить решение φ_0, E_0 ингервовского уравнения по теории возмущений, взяв в качестве нулевого приближения вариационное решение $\psi_n^{(0)}, E_n^{(0)}$. Для этого гамильтониан H должен быть разбит на невозмущенную часть $H^{(0)}$ и возмущение $H - H^{(0)}$ так, чтобы 1) вариационное решение $\psi_n^{(0)}, E_n^{(0)}$ было точным решением невозмущенного уравнения, 2) невозмущенная задача была точно решаемой. Этим условиям проще всего удовлетворить, взяв в качестве $H^{(0)}$ диагональную часть H . Тем самым мы зафиксируем невозмущенный гамильтониан в диагональном представлении, предъявив набор его собственных функций $\psi_n^{(0)} \in W^{(0)}$ и собственных значений $E_n^{(0)} = (\psi_n^{(0)} H \psi_n^{(0)})$. Очевидно, что при таком выборе матричные элементы возмущения по невозмущенному спектру будут отличными от нуля только для переходов между соседними уровнями. Поэтому все, в общем случае, бесконечные суммы по промежуточным состояниям, возникающие при формировании поправок в рядах

$$\varphi_0 = \psi_0^{(0)} + \psi_1^{(0)} + \dots, \quad E_0 = E_0^{(0)} + E_1^{(0)} + \dots$$

станут конечными и процедура их вычисления алгебраизуется, сводясь к решению простых рекуррентных соотношений:

$$\psi_n^{(n)} = \sum_{k=1}^n C_k^n \psi_k^{(0)}, \quad E_n^{(n)} = C_1^{n-1} H_{00}, \quad (1)$$

$$C_k^n = \frac{1}{H_{kk} - H_{00}} \left\{ \sum_{l=1}^{n-1} C_l^{n-1} C_k^l H_{00} - C_{k-1}^{n-1} H_{k,k-1} - C_{k+1}^{n-1} H_{k,k+1} \right\}. \quad (2)$$

Отметим, что для вычисления первых n членов ряда ТВ достаточно располагать лишь $2n$ членами последовательности $H^n \psi_n^{(0)}$. Это свойство ТВ делает ее весьма экономной с точки зрения практической реализации.

4. Предложенный нами способ выбора невозмущенной задачи удобен тем, что он автоматически обеспечивает эффективную близость $H^{(0)}$ к H , необходимую для сходимости ряда. Действительно, равенство $(\psi_n^{(0)} H^{(0)} \psi_n^{(0)}) = (\psi_n^{(0)} H \psi_n^{(0)})$ означает, что выполнено условие совпадения $H^{(0)}$ и H в среднем на состояниях. Для доказательства того, что это действительно приводит к сходимости, введем повышающий и понижающий операторы в матричном представлении и представим тридиагональную матрицу H в нормальном упорядоченном виде:

$$H = : \{F(a^+ a) + (a^+ + a) Q(a^+ a)\}. \quad (3)$$

Здесь

$$F(p) = e^{-p} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{p^n}{n!} H_{nn}, \quad Q(p) = e^{-p} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{p^n}{n! \sqrt{n+1}} H_{n,n+1}. \quad (4)$$

Формула (3) позволяет выразить наблюдаемые через функциональный интеграл:

$$\int Dp Dq \exp \left\{ i \int p q dt - \int F(p^2 + q^2) dt - 2 \int q Q(p^2 + q^2) dt \right\}. \quad (5)$$

Стоящая в экспоненте функция $F(p^2 + q^2) + 2q Q(p^2 + q^2)$ является классическим гамильтонианом системы, причем первое слагаемое играет роль невозмущенной части, а второе — роль возмущения. Из неравенства $(\Phi H \Phi) / (\Phi, \Phi) > 0$, в котором $\Phi = \sum_n (\rho^n / n!)^{1/2} \psi_n^{(0)}$ следует, что

$$F(p^2 + q^2) \geq |2q Q(p^2 + q^2)| \quad (6)$$

для всех p и q , т. е. невозмущенная часть гамильтониана больше возмущения для всех конфигураций системы. Согласно [2, 3] это означает, что ряд ТВ сходится. Обратим внимание на то, что нечетные члены ряда — нули. Здесь важно также отметить, что представление (5) одномерно, хотя исходная задача может быть существенно многомерной.

5. В заключение заметим, что, согласно [2] для ускорения сходимости ряда ТВ пробную функцию $\psi^{(0)}$ следует выбирать так, чтобы она содержала как можно больше свойств истинной волновой функции ψ_0 и, в первую очередь, воспроизводила поведение последней вблизи сингулярностей рассматриваемого потенциала.

6. В качестве численного примера, демонстрирующего работу ТВ, рассмотрим задачу вычисления основного уровня энергии в одномерной системе с потенциалом x^6 . Обеспечивая правильное поведение пробной функции на бесконечности, положим

$$\psi^{(0)} = \exp \left\{ -\frac{1}{4} x^4 - \frac{a}{2} x^2 \right\},$$

где a — вариационный параметр. Вариационная энергия, соответствующая оптимальному значению этого параметра $a = 0,85$ есть $E_0^{(0)} = 1,15262$. Поправки, посчитанные по формулам (1), (2) равны: $E_1^{(0)} = 0$, $E_2^{(0)} = -0,00757$, $E_3^{(0)} = 0$, $E_4^{(0)} = -0,00018$. Учет этих поправок дает $E_0 \approx 1,14485$. Точное значение энергии, полученное непertурбативным путем, есть $E_0 = 1,14481$ [2]. Мы видим, что ошибка при суммировании четырех членов ряда составляет меньше 0,005%, что доказывает исключительно высокую скорость сходимости построенной нами ТВ.

Академия наук Грузинской ССР

Институт физики

(Поступило 6.6.1986)

ფეხიკა

ა. უშვანიძე

ალგებრული კრებადი ფეიფოტეგის თეორია დისკრეტული სპეკტრის მქონე კვანტური სისტემებისთვის

რეზიუმე

შემოთავაზებულია მეთოდი, რომლის მეშვეობით ნებისმიერი დისკრეტული სპეკტრის მქონე კვანტური სისტემებისთვის აიგება კრებადი ფეიფოტეგის თეორია. შესაბამისი მწკრივის წევრები გამოითვლება წმინდა ალგებრული გზით.

A. G. USHVERIDZE

EXACTLY SOLUBLE MULTIDIMENSIONAL QUANTUM SYSTEMS
WITH A POLYNOMIAL ANHARMONICITY

Summary

It is shown that there exists a wide class of spherical asymmetric anharmonic oscillators with polynomial potentials admitting the full separation of variables in the Schrödinger equation.

შიშვრებებ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Дж. Х. Уилкинсон. Алгебраическая проблема собственных значений. М., 1970.
2. А. В. Турбинер. УФН, 144, № 1, 1984.
3. А. Г. Ушверидзе. ЯФ, 1983, № 3, 1983.



Н. И. КАРБУШЕВ, Г. Г. ЧИГЛАДЗЕ

К СЛАБОНЕЛИНЕЙНОЙ ТЕОРИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
 ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА МАЛОЙ ПЛОТНОСТИ С ПЛАЗМОЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Дж. Г. Ломинадзе 12.6.1986)

Известно, что при взаимодействии электронного пучка с плазмой в последней возбуждаются интенсивные колебания. Амплитуда колебаний, экспоненциально нарастающая на линейной стадии неустойчивости, в дальнейшем достигает своего максимального значения и может осциллировать во времени [1]. Существующие аналитические методы [2—4] позволяют оценить по порядку величины максимальное значение амплитуды, установившейся стационарной плазменной волны без описания процесса эволюции во времени. В настоящей работе показывается, что возможно аналитическое описание развития плазменно-пучковой неустойчивости в слабонелинейном приближении, при котором с неплохой точностью определяются первое максимальное значение амплитуды плазменных колебаний и момент времени, соответствующий этому максимуму.

Исследуемая система представлена пространственно неограниченной изотропной холодной плазмой, пронизываемой моноэнергетичным электронным пучком. Равновесная плотность электронов пучка n_{b0} мала по сравнению с равновесной плотностью электронов плазмы n_{p0} . Начальная скорость пучка равна u . В результате взаимодействия пучка с плазмой развивается ленгмюровская неустойчивость. Построена приближенная аналитическая теория, в которой движение электронов плазмы предполагается линейным, а движение электронов пучка находится с помощью метода последовательных приближений путем разложения по степеням амплитуды поля до третьей степени. В качестве первого приближения используется линейное. Для общности вводится коэффициент связи α между пучком и плазмой, изменяющийся в интервале $0 \leq \alpha \leq 1$. Такое представление позволяет учесть все физические особенности реальной системы, в том числе случай слабой связи пучка с плазмой, при которой проявляются собственные коллективные колебания электронов пучка.

В предположении одномерности движения и потенциальности электрического поля возмущений исходная система уравнений имеет вид

$$\begin{aligned} \frac{\partial v_p}{\partial t} + v_p \frac{\partial v_p}{\partial z} &= \frac{e}{m} (E_p + \alpha E_b), \\ \frac{\partial v_b}{\partial t} + v_b \frac{\partial v_b}{\partial z} &= \frac{e}{m} (E_b + \alpha E_p), \\ \frac{\partial n_p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial z} (n_p v_p) &= 0, \quad \frac{\partial n_b}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial z} (n_b v_b) = 0, \\ \frac{\partial E_p}{\partial z} &= 4\pi e n_p, \quad \frac{\partial E_b}{\partial z} = 4\pi e n_b, \end{aligned} \tag{1}$$



где n и v — плотность и скорость электронов; E — электрическое поле; t и z — время и координата; индексы p и b относятся к плазме и пучку; e и m — заряд и масса электрона.

В линейном приближении, представляя зависимости всех возмущенных величин пропорциональными $\exp(-i\omega t + ikz)$, где ω — частота; k — волновой вектор, из системы (1) следует дисперсионное соотношение

$$(\omega^2 - \omega_p^2) [(\omega - ku)^2 - \omega_b^2] = \alpha^2 \omega_p^2 \omega_b^2, \quad (2)$$

в котором $\omega_{p,b} = \left(\frac{4\pi e^2 n_{p0,b0}}{m} \right)^{1/2}$ — ленгмюровские частоты плазмы и пучка. При $\alpha=1$ соотношение (2) сводится к известному в литературе

$$1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2} - \frac{\omega_b^2}{(\omega - ku)^2} = 0, \quad (3)$$

а при $\alpha=0$ описывает независимые колебания плазмы и пучка

$$\omega = \omega_p, \quad \omega = ku \pm \omega_b. \quad (4)$$

В условиях сильной связи пучка с плазмой

$$\alpha^2 \gg 2 \frac{\omega_b}{\omega_p}. \quad (5)$$

Максимальный инкремент неустойчивости γ , соответствующий комплексной частоте

$$\omega = \bar{\omega} + i\gamma = \omega_p + \frac{-1 + i\sqrt{3}}{2} \left(\frac{\alpha^2}{2} \omega_p \omega_b^2 \right)^{1/3} \quad (6)$$

достигается для волнового вектора $k = \frac{\omega_p}{u}$. В случае выполнения обратного (5) неравенства имеет место слабая связь, а максимальное значение инкремента неустойчивости, определяемое соотношением

$$\omega = \bar{\omega} + i\gamma = \omega_p + i \frac{\alpha}{2} \sqrt{\omega_p \omega_b} \quad (7)$$

достигается при $k = \frac{\omega_p + \omega_b}{u}$ (медленная пучковая волна).

В нелинейном приближении в системе уравнений (1) наряду с возмущениями на частоте $\bar{\omega}$ с волновым вектором k возникают возмущения на гармониках частоты и волнового вектора $n\bar{\omega}$ и $n\bar{k}$ ($n=2, 3, \dots$), а также однородные по координате возмущения с нулевым волновым вектором. С используемой в настоящей работе точностью достаточно учитывать лишь вторые гармоники возмущений ($n=2$) и возмущения с нулевым волновым вектором ($n=0$), для электрического поля которых справедливо уравнение [5]

$$\frac{\partial E}{\partial t} + 4\pi e n_b v_b = 0. \quad (8)$$

Решая уравнения (1), (8) с точностью до второго приближения, находим гармоники возмущений с номерами $n=2, 0$, а в третьем приближении определяем их обратное влияние возмущения на основной частоте $\bar{\omega}$ с волновым вектором k . Таким образом, для электрического поля плазменных колебаний на основной частоте на временах $t > \gamma^{-1}$ получаем следующую зависимость от времени:



$$E_p(t) = E_0 e^{\gamma t} (1 - \operatorname{Re} \beta_p |E_0|^2 e^{2\gamma t}) \cos(\bar{\omega} t - kz) - \operatorname{Im} \beta_p E_0 |E_0|^2 e^{3\gamma t} \sin(\bar{\omega} t - kz), \quad (9)$$

где E_0 — коэффициент, определяемый начальной амплитудой плазменной волны E_{p0} , ($\omega_k = \bar{\omega} - ku$), а величина β_p равна

$$\beta_p = \frac{\alpha^2 \omega_p \omega_b^2 \cdot k^2 e^2}{32\gamma} |(\gamma - i\omega_k)^2 + \omega_b^2|^{-2} \times \\ \times \{ \alpha^2 \omega_p \omega_b^2 (2\gamma - i\omega_k) - i [(3\gamma - i\omega_k)^2 + \omega_b^2] [(\gamma - i\omega_k)^2 + \omega_b^2] \}^{-1} \times \\ \times \left[(7\gamma^2 + 10i\gamma\omega_k + 5\omega_k^2) - 3\omega_b^2 \frac{\gamma^2 + 6i\gamma\omega_k + 3\omega_k^2}{4(\gamma - i\omega_k)^2 + \omega_b^2} - 8i\omega_k \omega_b^2 \frac{2\gamma - i\omega_k}{4\gamma^2 + \omega_b^2} \right]. \quad (10)$$

Первый член в квадратных скобках (10) определяется второй гармоникой нелинейного движения электронов пучка в поле колебаний на основной частоте, второе и третье слагаемые учитывают вклад второй и нулевой гармоник полей пучка.

В соотношении (9) слагаемое, пропорциональное косинусу, определяет амплитуду поля плазменных колебаний, а слагаемое, пропорциональное синусу — сдвиг их фазы или частоты. В соответствии с этим получаем, что максимальная амплитуда поля

$$|E_p|_{\max} = \frac{2}{3\sqrt{3}\operatorname{Re} \beta_p} \quad (11)$$

достигается в момент времени

$$t_{\max} = -\frac{1}{2\gamma} \ln(3|E_0|^2 \operatorname{Re} \beta_p). \quad (12)$$

Максимальная доля кинетической энергии пучка, передаваемая им плазменным колебаниям, составляет величину

$$\eta = \frac{|E_p|_{\max}^2}{4\pi n_b m u^2} = (27\pi n_b m u^2 \operatorname{Re} \beta_p)^{-1}. \quad (13)$$

В условиях сильной связи пучка с плазмой вклад в β_p от второй и нулевой гармоник поля пучка пренебрежимо мал, поскольку $\gamma, |\omega_k| \gg \omega_b$. Для случая максимального инкремента неустойчивости

(6) имеем $E_0 = \frac{E_{p0}}{3}$, а из (10) следует, что

$$\beta_p = \frac{13}{576\pi n_b m u^2} \left(\frac{n_b}{2n_p} \right)^{-1/3} \cdot \left(1 - i \frac{5\sqrt{3}}{13} \right). \quad (14)$$

Для величины η из (13) находим следующую зависимость:

$$\eta = \frac{64}{39} \left(\alpha^2 \frac{n_b}{2n_p} \right)^{1/3}. \quad (15)$$

В условиях слабой связи пучка с плазмой вклад в β_p от второй и нулевой гармоник поля пучка оказывается существенным, так как $\gamma \ll \omega_b \sim |\omega_k|$. При максимальном инкременте неустойчивости (7) имеем

$E_0 = \frac{E_{p0}}{2}$, а из (10) получаем, что

$$\beta_p = (64\pi n_b m u^2)^{-1} \left(\frac{n_p}{n_b} \right)^{1/2}. \quad (16)$$

Тогда величина η , определяемая формулой (13), равна

$$\eta = \frac{64}{27} \left(\frac{n_b}{n_p} \right)^{1/2} \approx 2,37 \left(\frac{n_b}{n_p} \right)^{1/2}. \quad (17)$$



Пренебрежение нулевой гармоникой поля пучка дает

$$\beta_p = (64 \pi n_b m v^2)^{-1} \left(\frac{n_p}{n_b} \right)^{1/2} \left[1 - \frac{2i}{\alpha} \left(\frac{n_b}{n_p} \right)^{1/4} \right], \quad (18)$$

и аналогичное (17) выражение для η ,

а пренебрежение, кроме того, еще и второй гармоникой поля пучка приводит к значению

$$\beta_p = - \frac{5i}{256 \pi n_b m v^2 \alpha} \left(\frac{n_p}{n_b} \right)^{1/4}. \quad (19)$$

Насыщения амплитуды в последнем случае в используемом приближении нет.

Таким образом, в условиях слабой связи учет гармоник поля пучка весьма существен. Сдвиг фазы колебаний в (18) вообще говоря, большой, в силу неравенства, обратного (5).

Сравнение полученных в данной работе аналитических результатов в условиях сильной связи пучка с плазмой с результатами численных расчетов [1] показывает, что аналитически вычисляемая величина максимальной амплитуды поля плазменных колебаний оказывается в 1,3 раза меньше определяемой из численного счета.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 13.6.1986)

ფიზიკა

ბ. კარბუშვილი, გ. ჭიგლაძე

მცირე სიმკვრივის ელექტრონული კონის პლასმასთან ურთიერთქმედების სუსტადარაწრფივი თეორიისათვის

რეზიუმე

აგებულია მიახლოებითი ანალიზური არაწრფივი თეორია ელექტრონული კონის ურთიერთქმედებისა პლასმასთან, რომელიც აღწერს კონური არამდგრადობის ევოლუციას. თეორია სამართლიანია ველის ამპლიტუდის მიერ მაქსიმალური მნიშვნელობის მიღწევამდე. იგი საშუალებას გვაძლევს კარგი სიზუსტით განვსაზღვროთ პლასმური რხევების ველის მაქსიმალური ამპლიტუდა, დროის მომენტი, როდესაც ეს მნიშვნელობა მიიღწევა და მაქსიმალური მნიშვნელობა კონის მიერ დაკარგული კინეტიკური ენერჯიისა.

PHYSICS

N. I. KARBUSHEV, G. G. CHIGLADZE

ON THE WEAK NONLINEAR THEORY OF SMALL DENSITY ELECTRON BEAM-PLASMA INTERACTION

Summary

An analytical approximated weak nonlinear theory of small density electron beam-plasma interaction has been constructed, which describes the development of instability up to the first maximum of the field amplitude. The theory allows to determine to a high accuracy the maximum field amplitude of plasma oscillations, the time moment corresponding to this maximum, and the maximum fraction of losses of the beam's kinetic energy.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Н. Онищенко и др. Письма в ЖЭТФ, 12, № 8, 1970, 407—411.
2. Р. И. Ковтун, А. А. Рухадзе. ЖЭТФ, 58, № 5, 1970, 1709—1714.
3. В. К. Гришин, Е. Н. Шапошникова. ЖТФ, 52, № 6, 1982, 1106—1111.
4. М. В. Кузель, А. А. Рухадзе. Физика плазмы, 6, № 4, 1980, 792—799.
5. П. В. Веденин и др. Письма в ЖТФ, 11, № 4, 1985, 220—224.

Г. Д. БАГРАТИШВИЛИ, Д. Э. ҚУРЦИКИДЗЕ, Н. Г. ЛЕЖАВА,
Л. Н. МОСИДЗЕ, С. В. ПАЧКОРИЯ, З. Н. ШИОЛАШВИЛИ

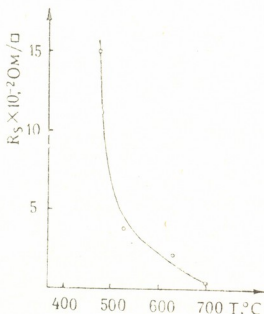
ДИФФУЗИЯ ЦИНКА В АРСЕНИДЕ ГАЛЛИЯ ИЗ ЦИНКСИЛИКАТНОГО СТЕКЛА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 3.6.1986)

Диссоциация полупроводниковых соединений группы $A^{III}B^V$, в частности, арсенида галлия, при повышенных температурах осложняет проведение диффузионных процессов традиционными методами [1—3]. Особенно неблагоприятные условия складываются при диффузии в GaAs наиболее распространенной примеси — цинка, для которого проницаемо большинство диэлектрических масок. Кроме того, большая растворимость цинка в GaAs при температурах диффузии лимитирует получение легированных слоев с концентрацией ниже 10^{19} см $^{-3}$, а также тонких р—п-переходов.

В настоящей работе исследованы диффузия цинка в n-GaAs из цинксиликатного стекла (ЦСС), осажденного путем реактивного ионно-плазменного распыления, и фотоэлектрические свойства полученного р—п перехода. Этот метод диффузии [4] обладает рядом положительных свойств, среди которых следует отметить низкую (150—200°C) температуру процесса осаждения легированного диэлектрика на полупроводник и возможность получения р—п перехода субмикронных размеров с регулируемой в широких пределах концентрацией носителей. Более того, пленка легированного диэлектрика защищает поверхность полупроводника от испарения легколетучей компоненты при диффузии.

Рис. 1. Зависимость поверхностного сопротивления (R_s) р-слоя в n-GaAs, полученного диффузией Zn из ЦСС от температуры диффузионного отжига (1 ч, среда — азот)



Диффузия цинка исследовалась в эпитаксиальных пленках и монокристаллических образцах n-GaAs [111], с концентрацией носителей 10^{15} — 10^{17} см $^{-3}$. Диффузионный отжиг проводили в открытой системе в среде аргона, азота или на воздухе.



Поверхностное сопротивление диффузионного слоя в GaAs, полученного из пленки ЦСС толщиной 0,3 мкм в течение 1 ч, резко падает в интервале температур 470—550°C и далее плавно снижается до температуры 700°C (рис. 1). Характер кривой показывает, что в указанных условиях ЦСС является бесконечным источником диффузии.

Изучение влияния времени диффузии цинка на величину поверхностного сопротивления R_s при различных толщинах пленки ЦСС проводилось при температуре 700°C (см. табл.). Увеличение R_s при диффузии из пленки ЦСС толщиной 0,2 мкм для времени 20 мин свидетельствует об истощении источника диффузии, в то время как ЦСС толщиной 0,4 мкм остается бесконечным источником в течение 60 мин. Одинаковое значение поверхностного сопротивления GaAs в интервале времени от 20 до 40 мин указывает на установление равновесия между количеством атомов цинка, восстановленных на границе раздела ЦСС-полупроводник и их количеством, продиффундировавших в арсениде галлия [5].

Поверхностное сопротивление GaAs в зависимости от времени диффузии цинка из ЦСС при 700°C

Время диффузии, мин	Толщина ЦСС, мкм	R_s , Ом/о	
		GaAs монокр.	GaAs эпитакс.
5	0,2	582	296
10	0,2	75	158
15	0,2	76	58
20	0,2	114	70
20	0,4	42	55
40	0,4	37	55
60	0,4	6	—

Распределение Zn по глубине диффузионного слоя определялось методом послойного травления тонких слоев GaAs и измерения поверхностного сопротивления (рис. 2). Как видно из рисунка, для

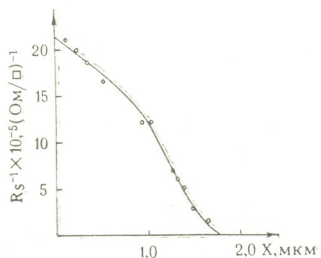


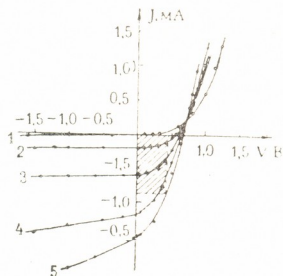
Рис. 2. Профиль распределения поверхностной проводимости р-слоя арсенида галлия, полученного диффузией Zn из ЦСС

GaAs с поверхностной концентрацией $8 \times 10^{18} \text{ см}^{-3}$ распределение цинка по глубине диффузионного слоя приближается к erfc-закону, указывающему на вакансионный механизм диффузии примеси. Обращает внимание тот факт, что на профиле распределения отсутствует завал концентрации Zn в приповерхностной области GaAs, наблюдаемый в [1] при диффузионном отжиге образцов, незащищенных диэлектрической пленкой. Это указывает на защитную роль пленки ЦСС в предотвращении редиффузии цинка из GaAs.

Как известно, диффузия в окисляющей среде вызывает перераспределение примеси между полупроводником и растущим оксидом. В согласии с этим, поверхностное сопротивление GaAs после диффузии цинка из ЦСС при 700°C в течение 1 ч в аргоне и на воздухе составляет 6 и 20 Ом/□ соответственно.

Коэффициент диффузии цинка в GaAs из ЦСС при 700°C, рассчитанный методом р—п-перехода, составляет $D=1,4 \times 10^{-13}$ см²/с. Эта величина на порядок ниже значения D для диффузии цинка из паровой фазы [6], что указывает на снижение дефектообразования в поверхностном слое GaAs, защищенного пленкой ЦСС.

Рис. 3. Вольт-амперные характеристики р—п-перехода, полученного диффузией Zn в n-GaAs из ЦСС, при освещенностях: 1— $E=0$; 2—1000 лк; 3—3000 лк; 4—6000 лк; 5—7500 лк. (Режим диффузии: 700°C, 20 мин, среда — аргон)



С прикладной точки зрения представляет интерес исследование фотоэлектрических характеристик р—п-перехода, полученного путем диффузии цинка в GaAs из ЦСС. С этой целью были изготовлены фотоэлементы (ФЭ) на р—п-переходе. В эпитаксиальный слой n-GaAs с концентрацией носителей 10^{15} см⁻³ формировали р-область глубиной залегания 1,05 мкм и поверхностной концентрацией $2,5 \times 10^{18}$ см⁻³. Тыловой омический сплошной контакт и лицевой омический контакт в виде сетки были изготовлены из Al. Освещение ФЭ площадью 1 см² производилось с помощью вольфрамовой лампы накаливания со стороны р-слоя.

Фоточувствительность изготовленного ФЭ проявляется от 0,6 мкм до ближней ИК-области спектра с максимумом при 0,83 мкм. Длинноволновая граница фоточувствительности, определяемая шириной запрещенной зоны полупроводника, расположена около 1,35 эВ. В широких пределах изменения освещенности (E) ток короткого замыкания ФЭ аппроксимируется линейной функцией $J_{кз}=0,187E$, а напряжение холостого хода ($V_{хх}$) изменяется по логарифмическому закону, приближаясь выше 4000 лк к насыщению, характеризуемому величиной фото-э.д.с равной 0,67 В.

Вольт-амперная характеристика ФЭ при различных освещенностях представлена на рис. 3. При освещенности 7500 лк $J_{кз}$ и $V_{хх}$ равны 1,5 мА и 0,67 В, соответственно. Максимальная выходная мощность ФЭ $P_m=5,14$ мВт/см² реализуется при значениях плотности тока и напряжения $J_m=21,4$ мА/см² и $V_m=0,42$ В, что приводит к величине фактора заполнения $FF=0,36$. КПД ФЭ без просветления составляет 14%.

Исследование фотоэлектрических свойств p—n-перехода, полученного путем диффузии цинка из легированного диэлектрика в GaAs, показывает перспективность этого метода в оптоэлектронике.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт кибернетики

(Поступило 20.6.1986)

ფიზიკა

ბ. ბაგრატოვილი, დ. შურციკიძე, ნ. ლეჟავა, ლ. მოსიძე, ს. პაჩკორია,
 ზ. შიოლაშვილი

თუთიის დიფუზია გალიუმის არსენიდში თუთიასილიკატური
 მინიდან

რეზიუმე

შესწავლილია თუთიის დიფუზია გალიუმის არსენიდში თუთიასილიკატური მინიდან და გამოკვლეულია ამ გზით მიღებული p—n-გადასასვლელის ფოტოელექტრული მახასიათებლები.

PHYSICS

G. D. BAGRATISHVILI, D. E. KURTSIKIDZE, N. G. LEZHAVA, L. N. MOSIDZE,
 S. V. PACHKORIA, Z. N. SHIOLASHVILI

ZINC DIFFUSION IN GALLIUM ARSENIDE FROM ZINCSILICATE
 GLASS

Summary

The diffusion of Zn in gallium arsenide from zincsilicate glass has been studied, and photoelectric properties of p-n junction obtained in this way have been investigated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. R. J. Roedel, J. L. Edwards, A. Richter, P. Holm, E. Erkaya. J. Electrochem. Soc. 131, No. 7, 1984, 1726-1729.
2. D. Dobkin, J. F. Gibbons. J. Electrochem. Soc., 131, No. 7, 1984, 1699-1702.
3. R. Field, S. Ghandhi. J. Electrochem. Soc., 129, No. 7, 1982, 1567-1570.
4. G. D. Bagratishvili *et al.* Phys. Stat. Solidy (a) 56, 1979, 27-35.
5. B. Tuck, A. J. N. Houghton. Phys. Stat. Sol. (a), 65, 1981, 643.
6. Б. И. Болтакс. Диффузия в полупроводниках. М., 1961.

И. Ш. ВАШАКИДZE, Г. А. ЧИЛАШВИЛИ

РЕЛЯТИВИСТСКОЕ УРАВНЕНИЕ ШРЕДИНГЕРА СО СПИН-ОРБИТАЛЬНЫМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ

(Представлено академиком Г. А. Харадзе 26.6.1986)

Как известно, свободный релятивистский электрон описывается уравнением Дирака

$$\{E - (\vec{\alpha}, \vec{p}) - \beta m\} \psi(\vec{r}) = 0 \quad (1)$$

(в единицах $\hbar=c=1$). К сожалению, такое же ковариантное уравнение не существует для произвольной частицы (со спином $1/2$), движущейся в потенциальном поле, хотя такого типа задачи часто рассматриваются модифицированием уравнения (1). Единственный случай, когда в уравнение (1) взаимодействие можно включить ковариантным образом, есть внешнее электромагнитное поле, описываемое $(\vec{A}, i\varphi)$ четырехпотенциалом. При рассмотрении задачи атома водорода в уравнение (1) подставляется лишь статическое кулоновское поле и поскольку оно является четвертой компонентой $(\vec{A}, i\varphi)$ вектора, его добавляют к полной энергии, так как она также является четвертой компонентой четырехвектора энергий-импульса. При этом полученное уравнение конечно, не будет иметь ковариантный вид.

Несмотря на это, для решения практических задач движения релятивистской частицы в определенном потенциальном поле мы вынуждены обращаться к уравнению Дирака. Но часто не ясно, какому члену в уравнении (1) надо добавлять нужный нам потенциал. Также не ясно, в каком виде надо брать потенциал в спиновом пространстве.

В уравнение Дирака входят члены, представленные различными типами матриц. Энергия, например, умножается на единичную матрицу. Второй член $(\vec{\alpha}, \vec{p})$ — антидиагональная матрица, а последний βm член является диагональной матрицей. В случае кулоновского поля, так как оно является четвертой компонентой четырехвектора, должно умножаться на ту же матрицу, что и энергия. Но существует другой вариант добавления потенциальной энергии. Если будем считать, что потенциал является мировой постоянной, то его можно добавлять к βm члену, т. е. массе.

В последнее время выше рассмотренные варианты включения потенциальной энергии в уравнение Дирака учитываются в виде $\frac{1}{2}(1+\beta)V$ члена, т. е. потенциал добавляется к энергии и массе с равными весами [2—4].

Ясно, что потенциальная энергия представляется следующей матрицей:



$$\frac{1+\beta}{2} V = \begin{pmatrix} V & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}. \quad (2)$$

Для такого потенциала уравнение Дирака существенно упрощается и принимает вид [2]

$$\begin{aligned} (E - m - V) \Phi - (\vec{\sigma}, \vec{p}) \chi &= 0, \\ (E + m) \chi - (\vec{\sigma}, \vec{p}) \Phi &= 0. \end{aligned} \quad (3)$$

Из второго уравнения этой системы определим χ и подставив в первое уравнение, получим

$$\{-\vec{p}^2 + (E + m)(E - m - V)\} \Phi = 0, \quad (4)$$

которое можно рассматривать как уравнение Шредингера $E^2 - m^2$ с полной энергией и эффективным потенциалом $U(\vec{r}) = (E + m)V(\vec{r})$, меняющим знак при $E < -m$. Если ввести обозначения [2]

$$E_s = \frac{(E + m)(E - m)}{2m}, \quad V_s = \frac{E + m}{2m} V, \quad (5)$$

то уравнение (4) совпадает с уравнением Шредингера. Это значит, что зная решения уравнения Шредингера для какого-нибудь взаимодействия, можно без особого труда найти и решения уравнения (4). Естественно, что уравнение (4) можно назвать «Релятивистским уравнением Шредингера». В этом уравнении релятивистские эффекты учтены лишь на кинематическом уровне. В нерелятивистском пределе, когда $E \rightarrow E' + m$, $E + m \rightarrow 2m$, уравнение (4) совпадает с уравнением Шредингера.

Соответствующее уравнению (4) радиальное уравнение будет иметь следующий вид [3]:

$$\frac{d^2 G}{dr^2} - \frac{\kappa(\kappa + 1)}{r^2} G + 2m(E_s - V_s)G(r) = 0, \quad (6)$$

где $\kappa = l(l + 1) - j(j + 1) - 1/4$. Уравнение (6) оказалось очень плодотворным для выяснения некоторых особенностей системы кварков, что в свою очередь указывает на то, что добавление к массе части потенциальной энергии в уравнение Дирака имеет серьезную основу. Кроме того, такое добавление в случае положительных потенциалов снимает парадокс Клейна, что также является немаловажным фактором.

Но релятивистское уравнение Шредингера имеет большой недостаток, а именно, так как $\kappa(\kappa + 1) = l(l + 1)$, то оно не содержит спин-орбитального взаимодействия. Поэтому очень важно в уравнении Дирака потенциальную матрицу подобрать в таком виде, когда все привлекательные стороны уравнения (6) будут сохранены и уравнение будет содержать спин-орбитальное взаимодействие.

Нам кажется, что для этого в уравнении Дирака потенциал должен иметь следующий общий матричный вид:

$$\begin{pmatrix} V_{11} & V_{12} \\ V_{21} & V_{22} \end{pmatrix} \quad (7)$$

где V_{ik} — элементы сами являются диагональными матрицами того ранга. Матрица (7) составлена с помощью линейной комбинации трех матриц: 1 , ρ_2 и ρ_3 . Для сохранения пространственной четности необходимо, чтобы коэффициент при ρ_2 равнялся нулю. Поэтому матрица взаимодействия должна иметь следующий вид:

$$\begin{pmatrix} V & 0 \\ 0 & U \end{pmatrix} = \frac{1+\beta}{2}V + \frac{1-\beta}{2}U. \quad (8)$$

Отсюда видно, что релятивистское уравнение Шредингера является следствием равенства нулю потенциала U , а обычное уравнение Дирака — равенства $U=V$.

Для потенциала (9) уравнение Дирака принимает вид

$$\begin{aligned} (E-m-V)\Phi - (\vec{\sigma}, \vec{p})\chi &= 0, \\ (E+m-U)\chi - (\vec{\sigma}, \vec{p})\Phi &= 0. \end{aligned} \quad (9)$$

Допустим, что V — произвольный потенциал, а U — удовлетворяет условию

$$U \ll E + m. \quad (10)$$

В этом случае χ можно определить следующим образом:

$$\chi(r) = \frac{1}{E+m} \left\{ 1 + \frac{U}{E+m} + \dots + \right\} (\vec{\sigma}, \vec{p})\Phi. \quad (11)$$

Тогда первое уравнение системы (9) дает

$$\left\{ -\vec{p}^2 + (E+m)(E-m-V) - \frac{(\vec{\sigma}, \vec{p})U(\vec{\sigma}, \vec{p})}{E+m} \right\} \Phi(\vec{r}) = 0, \quad (12)$$

являющееся релятивистским уравнением Шредингера, содержащим спин-орбитальное взаимодействие и другие релятивистские поправки того же порядка.

Если в уравнении (12) сохранить лишь член спин-орбитального взаимодействия и перейти к уравнению для радиальных функций, окончательно будем иметь

$$\left\{ \frac{d^2}{dr^2} - \frac{l(l+1)}{r^2} - 2m \left[E_s - V_s - \frac{1}{m(E+m)} \frac{1}{r} \frac{dU}{dr} (\vec{s}, \vec{l}) \right] \right\} G(r) = 0. \quad (13)$$

Это уравнение в отличие от уравнения (6) содержит спин-орбитальное взаимодействие и, при соблюдении условия (10), свободно от парадокса Клейна.

В частном случае для притягательной ямы глубиной U_0 и шириной r_c , с учетом того, что $2(\vec{l}, \vec{s}) = -(\kappa + 1)$, уравнение (13) принимает вид

$$\left\{ \frac{d^2}{dr^2} - \frac{\kappa(\kappa+1)}{r^2} + 2m \left[E_s - V_s - \frac{\kappa+1}{2m(E+m)} \left(\frac{U_0}{r_c} \right) \delta(r-r_c) \right] \right\} G(r) = 0. \quad (14)$$

Это уравнение можно применить для решения широкого круга задач, причем привлекательным является то, что учет спин-орбитального взаимодействия эквивалентно следующему граничному условию:

$$\left(\frac{1}{G} \frac{dG}{dr} \right)_{r_c+0} - \left(\frac{1}{G} \frac{dG}{dr} \right)_{r_c-0} - \frac{\kappa+1}{E+m} \left(\frac{U_0}{r_c} \right) = 0, \quad (15)$$

где $G(r)$ является решением уравнения (14) без последнего члена.

ი. ვაშაკიძე, გ. ჰილაშვილი

შრედინგერის რელატივისტური განტოლება სპინ-ორბიტალური ურთიერთქმედებით

რეზიუმე

გამოყვანილია შრედინგერის რელატივისტური განტოლება, რომელშიც ჩართულია სპინ-ორბიტალური ურთიერთქმედება. იგი დაწერილია ორი პოტენციალისათვის. როცა ერთ-ერთი პოტენციალი წარმოადგენს პოტენციალურ ორმოს, ნაჩვენებია, რომ სპინ-ორბიტალური ურთიერთქმედება შეიძლება შეიცვალოს გარკვეული სასაზღვრო პირობით.

PHYSICS

I. Sh. VASHAKIDZE, G. A. CHILASHVILI

RELATIVISTIC SCHRÖDINGER EQUATION INCLUDING SPIN-ORBIT INTERACTION

Summary

A relativistic Schrödinger equation including spin-orbit interaction has been derived. The equation contains two types of potentials. When one of the potentials is a potential well, the exact solution of the equation with spin-orbit interaction can be deduced using the boundary condition method.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Гольдбергер, К. Ватсон. Теория столкновений. М., 1967.
2. G. B. Smith, J. J. Tassie. Ann. of Phys., 65, 352, 1971.
3. А. А. Хелашвили. ТМФ, 51, 201, 1982.
4. M. G. do Amaral, N. Zaqury. Phys. Rev., 27, 2668, 1983.



В. Ш. ГОГОХИЯ, Б. А. МАГРАДЗЕ

АНАЛИТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА КВАРКОВОГО ПРОПАГАТОРА В КВАНТОВОЙ ХРОМОДИНАМИКЕ

(Представлено академиком А. Н. Тавхелидзе 14.1.1987)

Хорошо известно, что аналитическая структура кваркового пропагатора в инфракрасной области в квантовой хромодинамике отражает такие ожидаемые свойства теории как удержание кварка (конфаймент) и нарушение киральной симметрии [1, 2]. Эффективный непертурбативный метод исследования кваркового пропагатора в этой области основан на асимптотическом решении соответствующего уравнения Швингера—Дайсона (ШД) с учетом калибровочных тождеств. При этом предполагается возможность осуществления сингулярной инфракрасной асимптотики глюонного пропагатора типа $D(k) \sim \mu^2/k^4$, $k^2 \rightarrow 0$ [3—5].

Выпишем уравнение ШД для кваркового пропагатора $S(p)$, используя в качестве глюонного пропагатора его инфракрасную асимптотику в ковариантной поперечной калибровке

$$1 = -iS(p)(\widehat{p} - m_0) - i \frac{4}{3} \frac{g^2}{(2\pi)^4} \times \\
\times \int d^4k S(p) \Gamma_\mu(p, k) S(p-k) \gamma_\nu \left(g^{\mu\nu} - \frac{k^\mu k^\nu}{k^2} \right) \frac{\mu^2}{(k^2)^{2-\epsilon}} - \\
-iS(p) = \widehat{p}A(-p^2) + \mu B(-p^2). \quad (1)$$

Здесь m_0 — затравочная масса кварка; g — калибровочная константа взаимодействий; μ — массовый параметр, характеризующий область конфаймента. В дальнейшем рассмотрим уравнение (1) в евклидовой метрике. Применим в правой части (1) предельное, в смысле обобщенных функций, соотношение

$$(k^2)^{-1+\epsilon} = \delta(k^2)/\epsilon + O(1), \quad \epsilon \rightarrow 0^+$$

(которое справедливо для достаточно широкого класса основных функций) и ограничимся главным членом по параметру аналитической регуляризации $\epsilon \rightarrow 0^+$. Для определения кварк-глюонной вершины при нулевой передаче $\Gamma_\mu(p, 0)$ мы используем полученное в [2] калибровочное тождество. В результате уравнение (1) сводится к системе нелинейных дифференциальных уравнений для инвариантных структур A и B (безразмерных):

$$B(x) + \bar{m}_0 E(x) = \frac{\lambda}{(1+b)\epsilon} \left\{ AB + \frac{x}{2} (A'B - AB') - \frac{3}{4} b^2 \frac{x A^3 B}{(1+b)^2 B^2 + x A^2} \right\},$$



$$A(x) + E(x) = \frac{\lambda}{(1+b)\epsilon} \left\{ A^2 + \frac{x}{2} AA' + \frac{1}{2} BB' + \frac{3}{4} b A^2 \frac{(1+b)B^2 + xA^2}{(1+b)^2 B^2 + xA^2} \right\}, \quad (2)$$

$$x = p^2/\mu^2, \quad E(x) = B^2(x) + xA^2(x), \quad \lambda = g^2/4\pi^2,$$

$$\bar{m}_0 = m_0/\mu, \quad A' = \frac{\partial A}{\partial x}, \quad B' = \frac{\partial B}{\partial x}.$$

В этой системе уравнений параметр b описывает вклады «духовых» состояний [2].

Предположим далее, что решения системы (2) можно представить в виде

$$A(x, \epsilon) = \bar{A}(x) \epsilon^\alpha + o(\epsilon^\alpha), \quad B(x, \epsilon) = \bar{B}(x) \epsilon^\beta + o(\epsilon^\beta) \quad \alpha \geq 0, \beta \geq 0. \quad (3)$$

Анализируя уравнения (2) с учетом разложений (3), нетрудно убедиться в том, что существует шесть возможных классов решений для искомых величин A и B . Выпишем теперь в явном виде каждое из этих классов решений в отдельности.

1. $\alpha = \beta = 1$. Эта возможность была исследована в работе [2], где были найдены частные решения системы (2).

В остальных случаях, кроме шестого, система (2) решается в общем виде. Выпишем результаты.

$$2. \quad \alpha = 1, \quad \frac{1}{2} \leq \beta < 1,$$

$$\bar{A}(x) = \frac{c_2}{x^2} + \frac{1+b}{\lambda}, \quad \bar{B}(x) = \tilde{c}_2.$$

$$3. \quad 0 < \beta < \alpha < 1, \quad \bar{A}(x) = c_3 x^{-2}, \quad \bar{B}(x) = \tilde{c}_3,$$

$$4. \quad \alpha = 1, \quad 1 < \beta < 2.$$

$$\bar{A}(x) = c_4 x^{-2(1+\frac{3}{4}b)} + \frac{1+b}{\lambda \left(1 + \frac{3}{4}b\right)}, \quad \bar{B}(x) = \tilde{c}_4 x^{-\frac{3}{2}b(1+b)}.$$

$$5. \quad 0 < \alpha < 1, \quad \alpha < \beta < 2\alpha,$$

$$\bar{A}(x) = c_5 x^{-2(1+\frac{3}{4}b)}, \quad \bar{B}(x) = \tilde{c}_5 x^{-\frac{3}{2}b(1+b)}.$$

В этих общих решениях c_i и \tilde{c}_i ($i=2,3,4,5$) — произвольные константы интегрирования. Отметим, что решение 2 сводится к обычному планарному приближению (главный член в $1/N$ — разложении) в случае $b = -2/5$. Все вышеприведенные решения являются конфайментными (т. е. исчезающими в пределе $\epsilon \rightarrow 0^+$).

Рассмотрим теперь наиболее интересный с нашей точки зрения класс решений. Эти решения не зависят от параметра инфракрасной регуляризации $\epsilon \rightarrow 0^+$ (т. е. соответствуют решениям, в которых происходит сокращение инфракрасных расходимостей), и приводят таким образом к конечному пропагатору кварка.

6. $\alpha = \beta = 0$. В случае $\bar{m}_0 = 0$ система (2) принимает следующий вид:

$$B'(x) = -\frac{3}{2} b(1+b) \frac{A^2 B}{(1+b)^2 B^2 + x A^2}, \quad (4)$$

$$A(x) + \frac{x}{2} A'(x) = -\frac{3}{4} b \frac{x A^3}{(1+b)^2 B^2 + x A^2},$$

что эквивалентно

$$B(x) = c x^{2(1+b)} A^{1+b}(x), \quad (5)$$

$$\frac{x}{2} A'(x) + A(x) = -\frac{3}{4} b \frac{A}{1 + c^2 (1+b)^2 x^{3+4b} A^{2b}} \quad (6)$$

где c — произвольная константа, определяемая с помощью условия нормировки. Частные решения уравнения (5), (6) имеют вид

$$B = \text{const}, \quad A = c_7/x^2, \quad b = 0, \quad (7)$$

$$B = \text{const}, \quad A = c_8/\sqrt{x^2}, \quad 1+b=0, \quad (8)$$

$$A \left(A^{3/2} + \frac{c^2}{7} \right)^{6/7} = c_9 x^{-2}, \quad b = -3/4, \quad (9)$$

$$A = \left(\frac{b^2 - 1}{c^2 (1+b)^2} \right)^{\frac{1}{2b}} x^{-\frac{3+4b}{2b}}. \quad (10)$$

Очевидно, что в общем случае вследствие соотношения (5) решение для кваркового пропагатора может обладать простым полюсом только если $b=0$. Однако согласно (7) полюс отсутствует и в этом случае. Заметим также, что если $c \neq 0$, этот класс решений описывает ситуацию с динамическим нарушением киральной инвариантности ($m_0 = 0, B \neq 0$).

Вышеприведенный анализ показывает, что кварковый пропагатор в инфракрасном пределе или обращается в нуль (класс решений 1—5) или не имеет полюсов в области $p^2 \geq 0$ (шестой класс решений). Однако он может иметь особенности типа ветвлений (см. формулы (8), (9) и 10)) при $p^2=0$, а также сингулярное поведение типа (7).

В заключение отметим, что решение (10) не обладает регулярным пределом абелевой хромодинамики ($b \rightarrow 0$).

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

(Поступило 15.1.1987)

ფიზიკა

3. ზოგოზია, ზ. მაღრაძე

კვარკის პროკვატორის ანალიზური სტრუქტურა კვანტურ
 ქრომოდინამიკაში

რეზიუმე

კვარიანტულ ყალიბობაში კვარკის პროკვატორისათვის ნაპოვნია შვინ-
 გერ — ლაისონის ინტეგრალური განტოლებების კონფაიმენტურ ამოხსნათა

ფართო კლასები. ზოგიერთი ამონახსნა აღწერს კირალური სიმეტრიის დინამიკური დარღვევის შემთხვევას.

PHYSICS

V. Sh. GOGOKHIA, B. A. MAGRADZE

ANALYTIC STRUCTURE OF THE QUARK PROPAGATOR IN QUANTUM CHROMODYNAMICS

Summary

Covariant gauge quark propagator is studied using Dyson-Schwinger equation in infrared region of quantum chromodynamics. A number of confinement solutions are obtained. Some of this solutions break chiral invariance.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. А. Арбузов, А. Н. Тавхелидзе, Р. Н. Фаустов. ДАН СССР, 139, 1961, 345.
2. H. Pagels. Phys. Rev., D15, N10, 1977, 2991.
3. M. Baker, J. Ball, F. Zachariasen. Nucl. Phys. B186, 1981, 531.
4. К. Р. Натрошвили, А. А. Хелашвили, В. Ю. Хмаладзе. ТМФ, 65, № 3, 1985, 1360.
5. Труды рабочего совещания по проблеме «Инфракрасное поведение в квантовой хромодинамике», Тбилиси, 1985.

Б. Д. НАСКИДАШВИЛИ, Л. Х. ШАТАШВИЛИ

АНОМАЛЬНАЯ СУТОЧНАЯ ВАРИАЦИЯ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ И ПРИЛИВНЫЕ ВОЛНЫ В АТМОСФЕРЕ ЗЕМЛИ

(Представлено академиком Б. К. Балавалдзе 23.4.1986)

В настоящее время механизм солнечно-суточной вариации интенсивности галактических космических лучей (ГКЛ) считается общепризнанным [1]. Однако довольно часто наблюдается аномальная суточная вариация во вторичных компонентах ГКЛ, объяснение которой с помощью диффузионно-конвекционного механизма наталкивается на серьезные трудности.

Рассмотрим событие, происшедшее 1—2 декабря 1982 г., самое яркое из всех наблюдаемых аномальных увеличений солнечно-суточной вариации нейтронной и μ -мезонной компонент космических лучей. На рис. 1 приведены вариации интенсивности нейтронной (по данным станций Киль, Дип-Ривер и Токио) и μ -мезонной компонент (станции Нагойя) по местному времени. Как видно из рис. 1, 1—2 декабря 1982 г. имело место довольно необычное усиление суточной вариации как в μ -мезонной, так и в нейтронной компонентах одновременно. Проявление столь четкой корреляции между суточными вариациями нейтронной и μ -мезонной компонент космических лучей указывает на единую причину наблюдаемых аномальных суточных вариаций обеих компонент. Время наступления максимума аномальной суточной вариации одинаково для всех станций, представленных на рис. 1. Если источник аномальной суточной вариации имеет межпланетное происхождение, то следует внести в данные поправку на изменения траекторий частиц геомагнитным полем. Однако после введения этой поправки фазы суточных вариаций КЛ, отмечаемых на разных станциях, существенно расходятся. С другой стороны, предположение о межпланетном источнике аномальной суточной вариации ГКЛ столь большой амплитуды ($\approx 3\%$ для станции Дип-Ривер) должно основываться на существовании значительного возмущения параметров межпланетной среды. Хотя для этого периода мы не располагаем данными прямых измерений параметров межпланетной среды, однако, судя по вариациям D_{st} -индекса геомагнитной активности (рис. 2, а), можно полагать, что существенные возмущения в межпланетной среде в этот период (1—2. XII. 1982 г.) не могли иметь места.

Интересную особенность проявляла в это время z -составляющая геомагнитного поля, наблюдаемая на станции Москва. Как видно из рис. 2, б, после сильной геомагнитной бури 24 ноября регистрировались сильные суточные вариации z -составляющей геомагнитного поля до 30 ноября, когда эти суточные колебания внезапно исчезли. Таким образом, сразу же после исчезновения суточных колебаний z -состав-

20. „გეოფიზიკა“, ტ. 129, № 2, 1988

ляющей геомагнитного поля резко усилились суточные вариации нейтронной и μ -мезонной компонент КЛ.

Анализ показывает, что эти аномальные суточные вариации КЛ трудно объяснить сильной анизотропией КЛ в межпланетном пространстве. Мы предполагаем следующий механизм подобных выше-

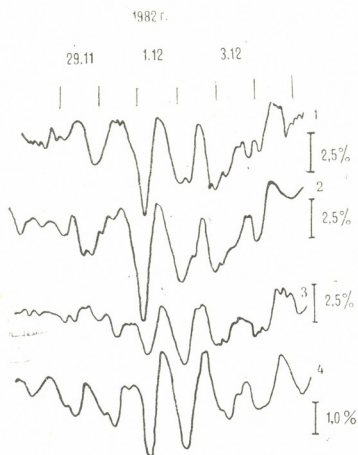
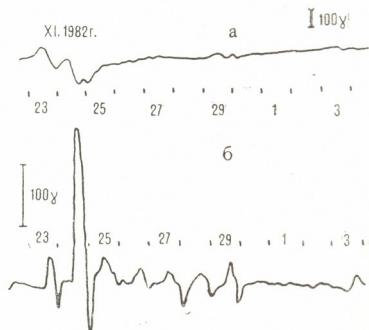


Рис. 1. Суточные вариации нейтронной и μ -мезонной интенсивности КЛ, приведенные к местному времени по данным станций: 1 — Киль, 2 — Дип-Ривер, 3 — Токио-Итабаси, 4 — Нагойя

приведенному случаю аномальных эффектов в суточных вариациях вторичных компонент КЛ и z-составляющей геомагнитного поля. Во время сильной геомагнитной бури 24 ноября 1982 г. (рис. 2,б) резко

Рис. 2. Суточные вариации D_{ST} -индекса (а) и z-составляющей геомагнитного поля станции Москва (б)



увеличилась проводимость ионосферы, что вызвало усиление S_q -токов и соответственно мощности выделения тепловой энергии. Мощность выделения тепловой энергии за счет S_q -токов, согласно [2], сравнима с мощностью выделения энергии за счет поглощения излучения Солнца в УФ и крайнем УФ диапазонах. Этот дополнительный источник энергии на уровне E-слоя ионосферы может генерировать при-



ливные волны, которые, распространяясь вниз, могут взаимодействовать с приливными волнами, идущими вверх из мезосферы. При таком взаимодействии может произойти каскадный процесс турбулизации суточных приливных волн [3]. Последнее, в свою очередь, будет обеспечивать (в результате резкого нагревания и увеличения турбулентной вязкости) более эффективное отражение волн вниз и, следовательно, приведет к их усилению в нижних и к ослаблению в верхних слоях атмосферы. Это должно соответственно вызывать усиление суточных колебаний вторичных компонент КЛ за счет атмосферного эффекта и ослабление колебаний геомагнитного поля.

Предлагаемая схема «пускового механизма» суточных колебаний относительно нижних слоев атмосферы качественно объясняет наблюдаемые аномальные суточные вариации вторичных компонент космических лучей и геомагнитного поля, которые фактически характеризуют физические условия в нижней и верхней атмосфере соответственно.

Академия наук Грузинской ССР
Институт геофизики

(Поступило 30.4.1986)

გეოფიზიკა

ბ. ნასკიდაშვილი, ლ. შათაშვილი

კოსმოსური სხივების ანომალური დღეღამური ვარიაცია და ატმოსფერული მიომტვიპითი ტალღები

რეზიუმე

განხილულია კოსმოსური სხივების ნეიტრონულ და μ -მეზონურ კომპონენტთა ინტენსივობის ანომალური დღეღამური ვარიაციის ბუნების საკითხი. კოსმოსური სხივებისა და გეომაგნიტური ველის ანომალური დღეღამური ვარიაციების ანალიზის საფუძველზე მიღებულია დასკვნა, რომ კოსმოსური სხივების ანომალური დღეღამური ვარიაციების მიზეზი უნდა იყოს ატმოსფერული მიმოქცევითი ტალღების გაძლიერების ეფექტი სტრატოსფერულ სიმაღლეებზე, მეზოსფერული ტურბულენტური ფენიდან არეკვლის გამო.

G E O P H Y S I C S

B. D. NASKIDASHVILI, L. Kh. SHATASHVILI

ANOMALOUS DIURNAL VARIATION OF COSMIC RAYS AND TIDAL WAVES IN THE EARTH ATMOSPHERE

S u m m a r y

The character of anomalous diurnal variation of the intensity of neutron and μ -meson components of cosmic rays is discussed. Analysis of cosmic rays anomalous diurnal variation warrants the conclusion that the cause of the mentioned phenomenon might be the enhancement of diurnal tidal waves on the level of stratosphere due to the reflection of the waves from the mesospheric strong turbulent layer.

წიგნობები — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Ф. Крымский. Модуляция космических лучей в межпланетном пространстве. М., 1969.
2. Е. В. Метелкин, В. М. Сорокин, Г. В. Федорович. Геомagnetизм и аэрономия, 22, 5, 1982.
3. J. M. Forbes. J. Geophys. Res. 87, 1982, 5222.

М. И. СЕТАШВИЛИ

ПРИБЛИЖЕННОЕ РЕШЕНИЕ ГРАНИЧНЫХ ЗАДАЧ
 ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. А. Алексидзе 25.6.1986)

Одним из методов решения обратных задач геоэлектрики, а именно методом нахождения объемной плотности зарядов в Земле по распределению значений потенциала или его производных на дневной поверхности может быть способ, аналогичный тому, который применялся в гравиметрии [1]. Согласно этой работе для исследования разрешимости обратных задач геоэлектрики необходимо изучить матрицы, составленные из решения прямых задач. В отличие от гравиметрии, где первая производная объемного потенциала силы тяжести непрерывно переходит границу воздух—Земля [1], в геоэлектрике надо удовлетворить скачкам (условиям сопряжения) первой производной на границе раздела. Поэтому возникает необходимость решения граничной задачи.

В аналитических методах расчета поля залегающих тел влияние дневной поверхности учитывается приближенно, путем удвоения значения потенциала на границе раздела [2]. Однако простое удвоение потенциала подразумевает нулевую электропроводность воздуха, и даже в этом случае дает правильные значения только на дневной поверхности, тогда как внутри Земли оно неверно представляет распределение поля [3]. Мы приведем численный метод, который при тех же граничных условиях дает достаточно точное распределение поля во всем пространстве.

Введем декартову систему координат с центром O и осями OX , OY и OZ . Расположим дневную поверхность Γ по плоскости XOY . Куб R ребром в l км расположим в Земле с ребрами, параллельно ко-

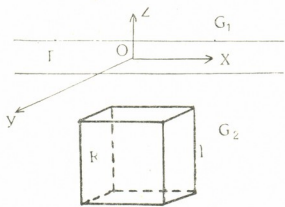


Рис. 1

ординатным осям, с центром на оси OZ (см. рис.). Объемный заряд $\rho_2 \neq 0$ сконцентрирован в R (т. е. в Земле). Полупространство $z < 0$ обозначим G_2 (Земля), а полупространство $z > 0$ — через G_1 (воздух). Пусть относительная диэлектрическая проницаемость Земли есть ϵ_2 , а воздуха — ϵ_1 . Граничная задача имеет вид [4].

$$\begin{aligned} \Delta\varphi_1 &= 0, \quad \varphi_1|_{\infty} = \varphi_2|_{\infty} = 0, \\ \Delta\varphi_2 &= \frac{\rho_2}{\varepsilon_2}, \quad \varphi_1|_{\Gamma} = \varphi_2|_{\Gamma}, \\ \varepsilon_2 \frac{\partial\varphi_2}{\partial z} \Big|_{\Gamma} &= \varepsilon_1 \frac{\partial\varphi_1}{\partial z} \Big|_{\Gamma}, \end{aligned} \quad (1)$$

где Δ — оператор Лапласа; φ_1 и φ_2 — искомые потенциалы для воздуха и Земли, соответственно. Используем приведенный в [5] метод решения граничных задач с неоднородным дифференциальным уравнением и неоднородными граничными условиями. Пусть $\frac{\rho_2}{\varepsilon_2} = 1$. Решение (1) ищем в виде

$$\varphi_2 = \varphi_2^1 + \varphi_2^2, \quad \varphi_1 = \varphi_1^1 + \varphi_1^2, \quad (2)$$

где φ_1 и φ_2 удовлетворяют дифференциальным уравнениям

$$\begin{aligned} \Delta\varphi_2^1 &= 1, & \Delta\varphi_1^2 &= 0, \\ \Delta\varphi_1^1 &= 0, & \Delta\varphi_2^2 &= 0. \end{aligned} \quad (3) \quad (4)$$

Для уравнения (3) частное решение выписывается в явном виде с помощью известных в гравиметрии формул [1].

Контактная задача (4) с неоднородными граничными условиями (типы которых мы приведем ниже) решается методом разложения по неортогональным функциям [5].

I. Пусть φ_1^1 и φ_2^1 удовлетворяют граничным условиям $\varphi_1^1|_{\Gamma} = \varphi_2^1|_{\Gamma}$. Тогда частное решение (3) можно записать в виде

$$\begin{cases} \varphi_1^1 = \varphi, & x \in G_1, \\ \varphi_2^1 = \varphi, & x \in G_2, \end{cases}$$

где φ — аналитическое решение уравнения (3) для куба R [1]. Тогда на долю (4) остаются граничные условия

$$\begin{cases} \varphi_2^2|_{\Gamma} = \varphi_1^2|_{\Gamma}, \\ \varepsilon_2 \frac{\partial\varphi_2^2}{\partial z} \Big|_{\Gamma} = \varepsilon_1 \frac{\partial\varphi_1^2}{\partial z} \Big|_{\Gamma} + (\varepsilon_1 - \varepsilon_2) \frac{\partial\varphi}{\partial z} \Big|_{\Gamma}. \end{cases}$$

II. Пусть φ_1^1 и φ_2^1 удовлетворяют граничным условиям $\varepsilon_1 \frac{\partial\varphi_1^1}{\partial z} \Big|_{\Gamma} = \varepsilon_2 \frac{\partial\varphi_2^1}{\partial z} \Big|_{\Gamma}$. Тогда частное решение имеет вид

$$\begin{cases} \varphi_2^1 = \varphi, & x \in G_2, \\ \varphi_1^1 = \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1} \varphi, & x \in G_1, \end{cases}$$

а φ_1^2 и φ_2^2 должны удовлетворять условиям

$$\begin{aligned} \varphi_2^2|_{\Gamma} &= \varphi_1^2|_{\Gamma} + \varphi|_{\Gamma} \times \left(\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1} - 1 \right), \\ \varepsilon_2 \frac{\partial\varphi_2^2}{\partial z} \Big|_{\Gamma} &= \varepsilon_1 \frac{\partial\varphi_1^2}{\partial z} \Big|_{\Gamma}. \end{aligned}$$

III. Пусть частное решение (3) записывается в виде

$$\begin{cases} \varphi_1^1 = 2\varphi, & x \in G_1, \\ \varphi_2^1 = \varphi + \overline{\varphi}, & x \in G_2, \end{cases}$$

где $\bar{\varphi}$ есть зеркальное отображение φ относительно Γ , т. е. $\bar{\varphi}(x, y, z) = \varphi(x, y, -z)$. В этом случае

$$\Phi_2^1|_{\Gamma} = \Phi_1^1|_{\Gamma},$$

$$\frac{\partial \Phi_2^1}{\partial z} \Big|_{\Gamma} = 0.$$

Тогда Φ^2 удовлетворяют условиям

$$\begin{cases} \Phi_2^2|_{\Gamma} = \Phi_1^2|_{\Gamma}, \\ \varepsilon_2 \frac{\partial \Phi_2^2}{\partial z} \Big|_{\Gamma} = \varepsilon_1 \frac{\partial \Phi_1^2}{\partial z} \Big|_{\Gamma} + 2\varepsilon_1 \frac{\partial \Phi}{\partial z} \Big|_{\Gamma}. \end{cases}$$

Для каждого из трех случаев, следуя [5], методом коллокации составлялась система линейных алгебраических уравнений, соответствующая граничным условиям задачи (4). Она решалась методом исключения Гаусса с выбором главного элемента (библиотечная подпрограмма GELG). Численные расчеты проводились при $\varepsilon_2=10$ и $\varepsilon_2=100$. Точки на границе Γ (и, соответственно, на вспомогательных плоскостях коллокации), образовывали равномерную сетку в одной восьмой плоскости XOY . Шаг сетки выбирался в 1, 2, 4 и 8 км. Размерность системы ограничивалась возможностями ЭВМ и составляла $N=272$ (т. е. по осям X и Y откладывалось по 16 точек, считая центральную, следовательно, сетка состояла из 136 точек).

Для пар шагов 1 и 2, 2 и 4, 4 и 8 соответственно были составлены величины r_{12} , r_{24} и r_{48} среднеквадратичных отклонений в совпадающих точках по формуле

$$r_{ij} = \frac{\sqrt{\sum_{k=1}^M (u_k^i - u_k^j)^2}}{M},$$

где u_k^i и u_k^j — значения потенциалов или их производных в совпадающих точках k , $k=1, M$ для шагов i и j , соответственно. Результаты приведены в таблицах.

$$\varepsilon_2 = 10$$

Вид решения	Потенциал (к/км)			Вид решения	Производная по z (к/км ²)		
	среднеквадр. отклонения				среднеквадр. отклонения		
	r_{12}	r_{24}	r_{48}		r_{12}	r_{24}	r_{48}
I	$0,28 \cdot 10^{-1}$	$0,18 \cdot 10^{-1}$	$0,94 \cdot 10^{-2}$	I	$0,27 \cdot 10^{-3}$	$0,48 \cdot 10^{-4}$	$0,71 \cdot 10^{-4}$
II	$0,22 \cdot 10^{-1}$	$0,11 \cdot 10^{-1}$	$0,56 \cdot 10^{-2}$	II	$0,34 \cdot 10^{-2}$	$0,23 \cdot 10^{-2}$	$0,16 \cdot 10^{-2}$
III	$0,20 \cdot 10^{-1}$	$0,97 \cdot 10^{-2}$	$0,49 \cdot 10^{-2}$	III	$0,27 \cdot 10^{-3}$	$0,49 \cdot 10^{-4}$	$0,71 \cdot 10^{-4}$

$$\varepsilon_2 = 100$$

Вид решения	Потенциал (к/км)			Вид решения	Произвольная по z (к/км ²)		
	среднеквадр. отклонения				среднеквадрат. отклонения		
	r_{12}	r_{24}	r_{48}		r_{12}	r_{24}	r_{48}
I	$0,31 \cdot 10^{-1}$	$0,19 \cdot 10^{-1}$	$0,11 \cdot 10^{-1}$	I	$0,29 \cdot 10^{-4}$	$0,52 \cdot 10^{-5}$	$0,77 \cdot 10^{-5}$
II	$0,24 \cdot 10^{-1}$	$0,12 \cdot 10^{-1}$	$0,61 \cdot 10^{-2}$	II	$0,38 \cdot 10^{-2}$	$0,28 \cdot 10^{-2}$	$0,19 \cdot 10^{-2}$
III	$0,24 \cdot 10^{-1}$	$0,12 \cdot 10^{-1}$	$0,61 \cdot 10^{-2}$	III	$0,29 \cdot 10^{-4}$	$0,53 \cdot 10^{-5}$	$0,78 \cdot 10^{-5}$



Наименьшие значения среднеквадратичных отклонений приходятся на третий вид решения. Объясняется это тем, что в этом случае аналитическая часть вычислений составляет примерно 90% от всех вычислений. Последовательное уменьшение r_{12} , r_{24} и r_{48} обусловлено, по-видимому, малостью самих значений потенциала и производных в отдаленных точках. Вследствие всего вышесказанного мы считаем третий способ решения граничной задачи (1) наиболее эффективным. Следует заметить, что именно третий способ дает точное аналитическое решение при нулевой электропроводности воздуха.

Академия наук Грузинской ССР
Институт геофизики

(Поступило 26.6.1986)

გეოფიზიკა

ა. სეთაშვილი

ელექტროსტატიკური ველის სასაზღვრო ამოცანების მიხლოებითი ამოხსნა

რეზიუმე

განხილულია მართკუთხა პარალელებიძედიში მოთავსებული მოცულობითი მუხტის ელექტროსტატიკური ველის დათვლის მეთოდები. შესწავლილია ელექტროსტატიკური ველის სასაზღვრო ამოცანის მიხლოებითი მეთოდები, კერძოდ, პუასონის და ლაპლასის განტოლებების ამოხსნა დღიურ ზედაპირზე შეუღლებების პირობებით.

GEOPHYSICS

M. I. SETASHVILI

APPROXIMATE SOLUTION OF BOUNDARY PROBLEMS OF ELECTROSTATIC FIELD

Summary

Some methods for calculating the electric field of the space charge located in a rectangular parallelepiped are discussed. For such fields approximate methods of solving Poisson and Laplace equations with the boundary conditions on the day surface are proposed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. А. Алексидзе. Решение некоторых основных задач гравиметрии. Тбилиси, 1985.
2. А. С. Семенов. Электроразведка методом естественного электрического поля. Л., 1980.
3. М. В. Семенов, В. М. Сапожников, М. М. Авдевич, Ю. В. Голиков. Электроразведка рудных полей методом заряда. Л., 1984.
4. И. Е. Тамм. Основы теории электричества. М., 1966.
5. М. А. Алексидзе. Решение граничных задач методом разложения по неортонормальным функциям. М., 1978.

Д. В. КАПАНАДЗЕ

О ЕДИНСТВЕННОСТИ РЕШЕНИЯ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ТЕОРИИ ПОТЕНЦИАЛА

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. А. Алексидзе 13.11.1986)

Решение обратной задачи теории потенциала имеет большое прикладное значение. Известно, что обратная задача теории потенциала является математической моделью гравиразведки и магниторазведки полезных ископаемых и изучения внутреннего строения Земли и других планет. Для практики требуется дальнейшее развитие теории [1].

Характерная особенность многомерных обратных задач — их некорректность по Адамару. Центральным пунктом при теоретическом исследовании задачи, некорректной по Адамару, является доказательство теоремы единственности.

Впервые единственность ее решения в классе звездных областей постоянной плотности была доказана П. С. Новиковым [2], результаты которого расширены в работах [3—9].

Пусть Ω — кусочно-гладкая область из пространства R^3 . Определим объемные потенциалы и потенциалы простого слоя

$$V^f(x) = \int_{\Omega} \frac{1}{|x-y|} f(y) dy, \quad U^{\psi}(x) = \int_{\Omega} \frac{1}{|x-y|} \psi(y) dy,$$

где $f \in L_1(\Omega)$; $\psi \in L_1(\partial\Omega)$; $\partial\Omega$ — граница области Ω ; гладкие части которой принадлежат классу $C^{(2,\alpha)}$. Через Ω_{∞} обозначается связная компонента дополнения $R^3 - \Omega$, которая содержит точку $x = \infty$, а $\Omega_0 = R^3 - \Omega_{\infty}$.

Определение 1. Пусть Ω — кусочно-гладкая ограниченная область из R^3 . Проекцию области $\bar{\Omega}$ на плоскость $x_1 0 x_2$ обозначим через ω . На ω определим функцию $x_3 = \pi_1(x_1, x_2)$ следующим образом:

$$\pi_1(x_1, x_2) = \min \{x_3 : (x_1, x_2, x_3) \in \bar{\Omega}\}, \quad (x_1, x_2) \in \omega.$$

График функции $x_3 = \pi_1(x_1, x_2)$ обозначим через E^+ . Мы скажем, что множество E^+ накрывает область Ω по направлению $0x_3$. Теперь определим функцию $x_3 = \pi_2(x_1, x_2)$ следующим образом:

$$\pi_2(x_1, x_2) = \max \{x_3 : (x_1, x_2, x_3) \in \bar{\Omega}\}, \quad (x_1, x_2) \in \omega.$$

График функции $x_3 = \pi_2(x_1, x_2)$ обозначим через E^- . Мы скажем, что множество E^- накрывает область Ω по направлению $-0x_3 = x_3 0$.

Определение 2. Мы скажем, что множество F выпукло относительно x_3 , если пересечение множества F с любой прямой, параллельной оси $0x_3$ есть выпуклое множество.



Теорема 1. Пусть Ω_1 и Ω_2 — кусочно-гладкие односвязные, *двухмерные* области из R^3 , $\Omega = \Omega_1 \cup \Omega_2$, $\Omega - \Omega_1 \cap \Omega_2 = \bigcup_1^N Q_k$, где Q_k — односвязные кусочно-гладкие области. Предположим, что для каждой области Q_k одна из накрывающих множеств (E_k^+ или E_k^-) принадлежит $\partial\Omega_\infty$, а множество $\partial Q_k \cap \Omega_0$ ($\Omega_0 = R^3 - \bar{\Omega}_\infty$) выукло относительно x_3 . Плотность μ почти всюду положительна на Ω и не зависит от x_3 ($\mu \in L_1(\Omega)$). Если

$$\int_{\Omega_1} \frac{1}{|x-y|} \mu(y) dy = \int_{\Omega_2} \frac{1}{|x-y|} \mu(y) dy, \quad x \in \Omega_\infty, \quad (1)$$

то $\Omega_1 = \Omega_2$.

Доказательство. Допустим противное, т. е. что $\Omega_1 \neq \Omega_2$. Обозначим

$$(\Omega_1 \cup \Omega_2) - (\bar{\Omega}_1 \cap \bar{\Omega}_2) = \bigcup_1^N Q_k.$$

Рассмотрим граничную функцию φ на $\partial\Omega_\infty$.

$$\varphi(x) = \begin{cases} 1, & x \in (E_k^- \cap \partial\Omega_1 \cap \partial\Omega_\infty) \cup (E_k^+ \cap \partial\Omega_2 \cap \partial\Omega_\infty) \\ -1, & x \in (E_k^+ \cap \partial\Omega_1 \cap \partial\Omega_\infty) \cup (E_k^- \cap \partial\Omega_2 \cap \partial\Omega_\infty) \\ 0, & x \in \partial\Omega_\infty - \bigcup_1^N (E_k^+ \cup E_k^-). \end{cases} \quad (2)$$

По допущению

$$\int_{\Omega_1} \cup \psi(x) \mu(x) dx = \int_{\Omega_2} \cup \psi(x) \mu(x) dx, \quad \psi \in L_2(\partial\Omega_\infty).$$

Следовательно,

$$\int_{\Omega_1} \frac{\partial v_\varphi}{\partial x_3} \mu(x) dx = \int_{\Omega_2} \frac{\partial v_\varphi}{\partial x_3} \mu(x) dx, \quad (3)$$

где v_φ — решение задачи Дирихле в области Ω_0 с граничной функцией φ (2). Обозначим $x_3 = \pi_k^1(x_1, x_2)$ — уравнение накрывающего множества области Q_k , которое принадлежит $\partial\Omega_\infty$, $x_3 = \pi_k^2(x_1, x_2)$ — уравнение второго накрывающего множества, которое лежит внутри Ω_0 , ω_k — проекция Q_k на плоскость $x_1 O x_2$. После интегрирования из (3) получаем, что

$$\sum_1^N \int_{\omega_k} \{1 - v_\varphi(x_1, x_2, \pi_k^2(x_1, x_2))\} \mu(x_1, x_2) dx_1 dx_2 = 0. \quad (4)$$

В силу принципа максимума гармонической функции имеем

$$|v_\varphi(x_1, x_2, \pi_k^2(x_1, x_2))| < 1, \quad (x_1, x_2, \pi_k^2(x_1, x_2)) \in \Omega_0.$$

Так как μ положительна почти всюду на Ω , то из (4) получается противоречие. Теорема 1 доказана.

Следствие. Из доказанной теоремы вытекает теорема В. М. Исакова [6] в случае кусочно-гладких областей.

Справедлива также следующая

Теорема 2. Пусть Ω —гладкая, односвязная ограниченная выпуклая относительно x_3 область. E —накрывающее множество области Ω по направлению Ox_3 . Предположим, что плотность μ квадратично интегрируема на Ω и не зависит от x_3 . Если $V^\mu(x) = 0$ почти всюду на E , то $\mu(x) = 0$ почти всюду на Ω .

Доказательство. В силу условия теоремы

$$\int V^\mu(x) \psi(x) dx = \int \cup \psi(x) \mu(x) dx = 0, \quad \psi \in L_2(E).$$

Следовательно,

$$\int_{\Omega} \frac{\partial v_\varphi}{\partial x_3} \mu(x) dx = 0, \quad \varphi \in C_0^{(2,\alpha)}(E),$$

где v_φ —решение задачи Дирихле в области $R^3 - \bar{E}$ с граничной функцией $\varphi \in C_0^{(2,\alpha)}(E)$. После интегрирования получаем, что

$$\int_{\omega} \{g(x_1, x_2) - Kg(x_1, x_2)\} \mu(x_1, x_2) dx_1 dx_2 = 0, \quad (5)$$

где ω —проекция области Ω на плоскость $x_1 O x_2$,

$$g(x_1, x_2) = \varphi(x_1, x_2, \pi_1(x_1, x_2)), \quad Kg(x_1, x_2) = v_\varphi(x_1, x_2, \pi_2(x_1, x_2)),$$

$x_3 = \pi_1(x_1, x_2)$ —уравнение поверхности E , $x_3 = \pi_2(x_1, x_2)$ —уравнение второго накрывающего множества области Ω . Легко убеждаемся, что $T(T = I - K)$ —фредгольмовский оператор из $L_2(E)$ в $L_2(E)$. Кроме того, область $R(T)$ значений оператора T есть пространство $L_2(E)$. Отсюда и из (5) имеем, что $\mu(x) = 0$ почти всюду на Ω .

В заключение отметим, что сформулированные результаты сохраняют силу в случае пространства при R^n $n \geq 3$.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт вычислительной математики
 им. Н. И. Мухелишвили

(Поступило 21.11.1986)

გეოფიზიკა

წ. კაპანაძე

კოტენციალთა თეორიის უიბრუნებელი ამოცანის ამონახსნის
 ერთადერთობის შესახებ

რეზიუმე

დამტკიცებულია თეორემები პოტენციალთა თეორიის უიბრუნებელი ამოცანების ამონახსნების ერთადერთობის შესახებ.

GEOPHYSICS

D. V. KAPANADZE

ON UNIQUENESS OF THE SOLUTION OF INVERSE PROBLEMS OF
 THE POTENTIAL THEORY

Summary

Theorems on uniqueness of the solution of inverse problems of the potential theory are proved.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Н. Страхов. Изв. АН СССР, физика Земли, 8, 1979.
2. П. С. Новиков. ДАН СССР, 18, № 3, 1938.
3. Л. Н. Сретенский. ДАН СССР, 99, № 1, 1954.
4. Ю. А. Шашкин. ДАН СССР, 111, № 1, 1957.
5. А. И. Прилепко. Матем. заметки, 14, № 5, 1973.
6. В. М. Исаков. ДАН СССР, 245, № 5, 1979.
7. М. А. Бродский, В. Н. Страхов. ДАН СССР, 246, № 2, 1982.
8. Д. В. Капанадзе. XI конференция математиков высших учебных заведений Грузинской ССР. Тбилиси, 1986.
9. Д. В. Капанадзе. Сообщения АН ГССР, 123, № 2, 1986.

Г. Г. ДИДЕБУЛИДZE, А. Д. ПАТАРАЯ

F-СЛОЙ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ АТМОСФЕРНЫХ
 ГРАВИТАЦИОННЫХ ВОЛН С УЧЕТОМ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО
 ВЕТРА

(Представлено академиком Э. К. Харадзе 13.2.1987)

Уравнение электронной концентрации для области F в ночных условиях с учетом меридиональной компоненты скорости горизонтального ветра (U) и скорости горизонтально передвигающихся возмущений (W) имеет вид

$$\frac{\partial N_e}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial z} \left[-D_0 e^{\frac{z}{H}} \left(\frac{\partial N_e}{\partial z} + \frac{N_e}{2H} \right) + (U+W) N_e \sin \theta \cos \theta \right] + \beta_0 e^{-\frac{\rho z}{H}} N_e = 0, \quad (1)$$

где N_e — концентрация электронов; $2H$ — высота однородной атмосферы для ионов; θ — угол между магнитным полем и направлением на зенит; $z = = h - h_0$ — разность между данной и начальной высотами; D_0 и β_0 — соответственно коэффициенты амбиполярной диффузии и рекомбинации на высоте $z=0$; t — время; ρ характеризует перемешивание газа.

В нашем случае W представляет линейную внутреннюю гравитационную волну (ЛВГВ) или солитон этой волны (СВГВ). Для фиксированной точки на меридиане применяем соотношение

$$W \sin \theta \cos \theta = e^{2i2H} W_0, \quad \text{где } W_0 = A \cos [(\omega - kU)(t - t_0)] \sin \theta \cos \theta,$$

для ЛВГВ и $W_0 = A \operatorname{sech}^2 \Omega(t - t_1) \sin \theta \cos \theta$ для СВГВ [1].

Для решения (1) N_e представим в виде

$$N_e = \sum_{j=0}^{\infty} N_j = \zeta^{1/4} e^{-2i\zeta} \sum_{j=0}^{\infty} Y_j(\zeta, t) \exp \left\{ \lambda_{\delta_j} (t - t_0) - \frac{2H}{D_0 \alpha^{1/2}} \zeta^{1/2} W_0 \right\}, \quad (2)$$

где

$$\zeta = \alpha e^{2iH}, \quad \alpha = \left[\left(\frac{U_0 H}{D_0} \right)^2 + \frac{4\beta_0 H^2}{D_0} \right]^{1/2}, \quad k = \frac{U_0 H}{4D_0 \alpha},$$

$$U_0 = U \sin \theta \cos \theta, \quad \delta_j = \begin{cases} j, & (j \geq 2), \\ 0, & (j=0, 1). \end{cases}$$

С учетом (2) из (1) можно получить уравнения

$$\begin{cases} \widehat{L} Y_j = \Phi_j(W_0, Y_{j-1}) \\ \Phi_0 = 0, \end{cases} \quad (3)$$

где

$$\begin{aligned} \widehat{L} &= \frac{1}{\zeta} \frac{\partial}{\partial t} - \nu_0 \frac{\partial^2}{\partial \zeta^2} - \nu_0 \left[\frac{3}{16\zeta^2} + \frac{k}{\zeta} - \frac{1}{4} \right], \\ \Phi_j &= \frac{\beta_0}{\alpha} \left[1 - \left(\frac{\zeta}{\alpha} \right)^{p-1} \right] Y_{j-1} - \lambda_{\delta_{j-1}} \zeta^{-1} Y_{j-1} - W_0 \left[-\frac{\alpha^{1/2}}{4H} \zeta^{-3/2} Y_{j-1} + \right. \\ &\quad \left. + \frac{U_0}{2D_0 \alpha^{1/2}} \zeta^{-1/2} Y_{j-1} + \frac{\alpha^{1/2}}{H} \zeta^{-1/2} \frac{\partial Y_{j-1}}{\partial \zeta} \right] + \frac{2H}{D_0 \alpha^{1/2}} \zeta^{-1/2} Y_{j-1} \frac{\partial W_0}{\partial t}. \end{aligned}$$



При $j \geq 1$ уравнения (3) решаются с помощью функции Грина (G). Тогда (2) принимает вид

$$N_0 = N_0 + \zeta^{1/4} \exp \left\{ -2k\zeta - \frac{2H}{D_0 \kappa^{1/2}} \zeta^{1/2} W_0 \right\} \times \\ \times \sum_{j=1}^{\infty} \int_{t_0}^t \int_0^{\infty} G(\zeta, \zeta', t-t') \Phi_j(\zeta', t) dt', \quad (4)$$

где

$$G(\zeta, \zeta', t-t') = \frac{\delta(t-t') (\zeta \zeta')^{1/4}}{\sqrt{2\pi} \operatorname{sh}^{1/2} \left[\frac{\nu_1(t-t')}{2} \right]} \exp \left\{ \frac{U_0}{4H} (t-t') - \frac{1}{2} \frac{\zeta + \zeta'}{\operatorname{th} \left[\frac{\nu_1(t-t')}{2} \right]} \right\} \times \\ \times \operatorname{ch} \left\{ \frac{(\zeta \zeta')^{1/2}}{\operatorname{sh} \left[\frac{\nu_1(t-t')}{2} \right]} \right\} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\delta(t-t') \cdot n!}{\Gamma(n+1/2)} (\zeta \zeta')^{1/4} \cdot e^{-\lambda_n(t-t')} \times \\ \times e^{-(\zeta + \zeta')/2} L_n^{-1/2}(\zeta) L_n^{-1/2}(\zeta'), \quad (5)$$

$L_n^{-1/2}(\zeta)$ — полином Лагерра, $\nu_1 = \frac{x D_0}{4H^2} - \frac{U_0}{4H}$, $\lambda_n = n\nu_0 + \nu_1$.

Из (4) с помощью (5) при $j=1$ и $n=0$ (остальные члены в раз-

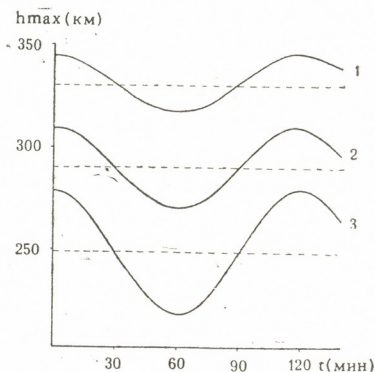


Рис. 1

ложении функции Грина быстро затухают во времени) для N_e получается

$$N_e \simeq N_0 + N_1 = N_0(1 + \phi), \quad (6)$$

где

$$\phi = \frac{1}{2\sqrt{\pi}} \left[\left(\frac{\kappa^{1/2}}{H} - \frac{U_0}{D_0 \kappa^{1/2}} \right) \int_{t_0}^t W_0(t') dt' + \frac{4H}{D_0 \kappa^{1/2}} W_0(t') \Big|_{t'=t_0}^{t'=t} \right], \quad (7)$$

$$N_0 = N \exp \left\{ -\lambda(t-t_0) - \frac{2H}{D_0} e^{-z/2H} W_0 - \frac{z}{2H} - \frac{\alpha}{2} e^{-z/2H} \right\},$$

$$\lambda = \lambda_0 + \frac{\beta_0}{\alpha \sqrt{\pi}} [\alpha^{1-p} \Gamma(p + 1/2) - \Gamma(1 + 1/2)], \quad \alpha = \alpha + \frac{U_0 H}{D_0}. \quad (8)$$

Выражения (5) и (8) при $U_0 = 0$ совпадают с выражениями, приведенными в [2].

В рассмотренном случае ($n=0$) необходимым условием сходимости ряда (4) является неравенство $|\psi|_{\max} < 1$. Надо заметить, что данный метод решения (1) дает возможность получить изменения фазы колебаний электронной концентрации во всех приближениях. Аналогичное решение для (1) можно найти для других типов СВГВ, приведенных в [3–5].

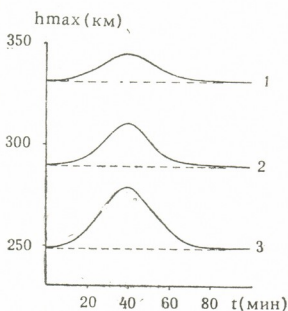


Рис. 2

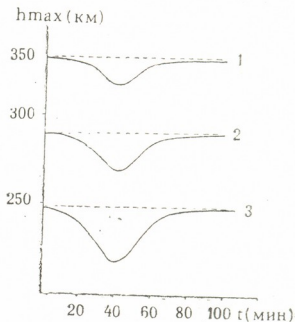


Рис. 3

На рис. 1, 2 и 3 приведены кривые зависимости высоты максимума электронной концентрации от времени ($h_{\max}(t)$), вычисленные с помощью (6) — (8).

На рис. 1 кривые соответствуют ЛВГВ в трех случаях: 1) $U_0 = 25$ м/с, 2) $U_0 = 0$ и 3) $U_0 = -25$ м/с. Пунктирные линии соответствуют случаю $W = 0$. Для периода волны берутся два часа, а для горизонтальной длины 400 км, $A = 9,2$ м/с.

Для рис. 2 и 3 W является СВГВ и он дрейфует с севера на юг (рис. 2) и с юга на север (рис. 3). В обоих случаях $A = 9,2$ м/с, $\Omega(U_0 = 0) = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ c}^{-1}$, $t_1 = 40$ мин. Остальные параметры для всех рис. следующие: $D_0 = 6 \cdot 10^5 \text{ м}^2/\text{с}$, $\beta_0 = 3 \cdot 10^{-1} \text{ c}^{-1}$, $H = 50$ км, $\sin \theta \cos \theta = -0,4$, $h_0 = 250$ км, $t_0 = 0$. Для определенности во всех случаях рассматривается Северное полушарие Земли, когда магнитное поле наклонено от горизонта вниз ($90^\circ < \theta < 180^\circ$). В случае $\sin \theta \cos \theta > 0$ все результаты получаются в обратном порядке.

Из рисунков видно, что прохождение внутренних гравитационных волн в области F вызывает изменение высоты максимума во времени, и это изменение зависит от значения и направления горизонтального ветра. Когда ветер дует с юга на север, это изменение более существенно, чем в обратном случае.

Академия наук Грузинской ССР
 Абастуманская астрофизическая
 обсерватория

(Поступило 5.3.1987)

ზ. დიდბულიძე, ა. პატარაია

F-ფენის ატმოსფერული გრავიტაციული ტალღების გავლენის მქონე
 ჰორიზონტალური ქარის გათვალისწინებით

რეზიუმე

განხილულია წრფივი და არაწრფივი შინაგანი გრავიტაციული ტალღების გავლენა F-ფენაში ელექტრონების კონცენტრაციის სიმაღლის მიხედვით განაწილებაზე, ჰორიზონტალური ქარის გათვალისწინებით. მოცემულია განაწილების ანალიზური სახე.

GEOPHYSICS

G. G. DIDEBULIDZE, A. D. PATARAYA

F-LAYER AFFECTED BY ATMOSPHERIC GRAVITY WAVES WITH
 ACCOUNT OF HORIZONTAL WIND

Summary

The paper considers the effect of linear and non-linear internal gravity waves on the height distribution of electrons in F-layer with account of horizontal wind. An analytical solution of the distribution is given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. G. G. Didebulidze *et al.* Proc. Intern. School and Workshop, Plasma Astroph., Sukhumi USSR 1986, ESA SP-251, ISSN 0379-6566, 147-150, 1986.
2. H. S. Porter, T. F. Tuan. J. Atmosph. Terr. Phys. № 36, 135-157, 1974.
3. Г. Ф. Демнинова, М. Г. Деминев, Л. М. Ерухимов, О. Н. Савина, Л. А. Юдович. Геомагнетизм и аэрномия, XXII, 2, 1982.
4. З. А. Кобаладзе, А. Д. Патараია, А. Г. Хантадзе. Изв. вузов. Радиофизика, XXV, 5, 1982.
5. Г. Г. Дидебулидзе, А. Д. Патараია. Геомагнетизм и аэрномия, XXIV, 3, 1984.



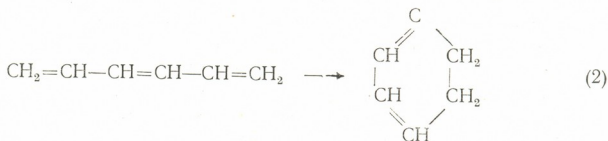
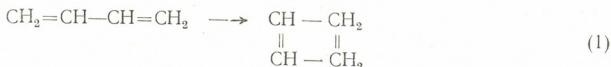
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

М. И. ГВЕРДЦИТЕЛИ, Р. О. ДЕВДАРИАНИ

ФОРМАЛЬНО-АЛГЕБРАИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
 ЭЛЕКТРОЦИКЛИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

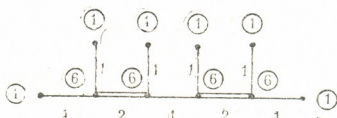
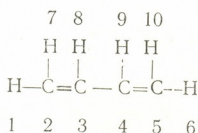
(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. М. Хананашвили 10.10.1986)

Реакции, при которых ациклический полиен превращается в циклический продукт, называются электроциклическими [1]. В процессе этих превращений одни двойные связи исчезают, другие перемещаются и образуется новая ординарная связь. Примерами электроциклических реакций являются следующие два процесса:



Эти процессы интенсивно изучались как в рамках квантово-химического подхода, так и с позиции эмпирических правил сохранения орбитальной симметрии Вудворда—Гофмана [2]. Нами проведена формально-алгебраическая характеристика этих процессов.

Разработана методика записи органических молекул в виде квадратных симметричных матриц [3, 4], диагональными элементами которых являются порядковые номера химических элементов, а недиагональными элементами — кратность химических связей (ПНС-матрицы). ПНС-Матрицы являются разновидностью матриц смежности [5]. Рассмотрим методику построения этих матриц на примере дивинила. Ниже слева приведена структурная формула дивинила с нумерацией входящих в нее атомов, справа — соответствующий граф [5]. В кружочках записаны порядковые номера химических элементов, вдоль граней — кратность связей:



Соответствующая ПНС-матрица имеет вид

$$\begin{vmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 6 & 2 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 6 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 6 & 2 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 6 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

Первый столбец ПНС-матрицы соответствует атому, пронумерованному в структурной формуле цифрой 1, второй столбец — атому, пронумерованному в структурной формуле цифрой 2 и т. д. Цифры в первом столбце означают: 1 — порядковый номер водорода; 1 — кратность связи между водородом и соседним углеродом; восемь 0 — водород 1, кроме соседнего углерода, не связан с другими атомами. Цифры во втором столбце означают: 1 — кратность связи между водородом и углеродом; 6 — порядковый номер углерода; 2 — кратность связи между углеродами 2 и 3; три 0 — углерод 2 не связан с углеродами 4 и 5 и с водородом 6; 1 — кратность связи между углеродом 2 и водородом 7; три 0 — углерод 2 не связан с водородами 8, 9 и 10. Аналогично построены и другие столбцы ПНС-матрицы.

Ниже приведены изменения значений детерминантов ПНС-матриц Δ_r для процессов (I) и (II) (Δ_f — соответствует продукту, Δ_i — реагенту):

$$\Delta_r = \Delta_f - \Delta_i = 272 - 240 = 32 \quad (I)$$

$$\Delta_r = \Delta_f - \Delta_i = 5456 - 4752 = 704 \quad (II)$$

Заметим, что значение детерминанта ПНС-матриц инвариантно от порядка нумерации атомов в молекуле.

Таким образом, рассматриваемые реакции электроциклизации сопровождаются увеличением значения детерминанта ПНС-матриц. Расчеты показали, что этот результат остается в силе и для других реакций электроциклизации.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 17.10.1986)

ორგანული ქიმია

ა. გვერდციტილი, რ. დევდარიანი

ელექტროციკლური რეაქციების ფორმალურ-ალგებრული
დახასიათება

რეზიუმე

შემუშავებულია ორგანული ნაერთების ჩაწერის ალგებრული მეთოდი კვლადრატული სიმეტრიული მატრიცების სახით, რომელთა დიაგონალური

ელემენტებია ქიმიური ელემენტების რიგობრივი ნომრები, ხოლო არადიაგონალური ელემენტებია ბმათა ჯერადობა (რნბ-მატრიცები).

აღმოჩნდა, რომ ელექტროციკლური რეაქციებისათვის პროდუქტთა რნბ-მატრიცების დეტერმინანტები მეტია, ვიდრე რეაგენტთა რნბ-მატრიცების დეტერმინანტი, ე. ი. ელექტროციკლური რეაქციების ალგებრული კრიტერიუმია შესაბამისი რნბ-მატრიცების დეტერმინანტთა მნიშვნელობის გაზრდა.

ORGANIC CHEMISTRY

M. I. GVERDTSITELI, R. O. DEVDARIANI

FORMAL-ALGEBRAIC CHARACTERISTICS OF ELECTROCYCLIC REACTIONS

Summary

An algebraic method of notation of organic compounds in the form of square symmetric matrices has been developed, the diagonal elements of the matrix being the atomic numbers of chemical elements, whereas nondiagonal elements—the multiplicity of chemical bonds.

The process of electrocyclization was found to be related to an increase in determinant value of the corresponding matrices.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Терней. Современная органическая химия, т. I. М., 1981.
2. Р. Вудворд, Р. Хофман. Сохранение орбитальной симметрии. М., 1971.
3. М. И. Гвердцители. Принципы номенклатуры органических соединений. Тбилиси, 1983.
4. М. И. Гвердцители, Р. О. Девдариани. Изв. АН ГССР, сер. хим., 12, № 3, 1986.
5. О. Оре. Теория графов. М., 1980.

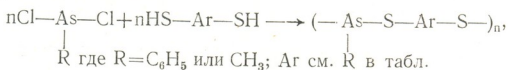


Т. М. ГОИАШВИЛИ, Т. З. АЛАВИДЗЕ, Р. Д. ГИГАУРИ, В. А. ВАСНЕВ

СИНТЕЗ И НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА МЫШЬЯКСОДЕРЖАЩИХ ПОЛИМЕРОВ СО СВЯЗЬЮ As—S В ГЛАВНОЙ ЦЕПИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Р. М. Лагидзе 4.7.1986)

В последнее время элементоорганические полимеры привлекают все более возрастающее внимание исследователей [1]. Можно предполагать, что мышьяксодержащие полимеры могут быть использованы в соответствующих областях медицины, в качестве пламягасителей, фунгицидов и для других целей [2]. В настоящей работе сообщается о синтезе и некоторых свойствах, ранее не описанных мышьяксодержащих полимеров со связью As—S в главной цепи. Полимеры были получены низкотемпературной поликонденсацией бистиолов с арил (алкил) дихлорарсинами в органическом растворителе в присутствии третичных аминов:




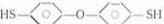

Исходные соединения и растворители очищали по описанным методикам, [3—5]. Фенил- и метилдихлорарсины получали по методике [6, 7]. Поликонденсацию проводили в течение часа при мольном соотношении бистиола, фенил(метил)дихлорарсина и триэтиламина 1:2:2. Влиянием продолжительности реакции на выход и молекулярную массу полимера было изучено на примере поликонденсации фенилдихлорарсина с 4,4'-димеркаптобифенилом (концентрация 0,2 моль/л) в N-метилпиролидоне в присутствии триэтиламина при 30°C. Следует отметить, что другие факторы, указанные выше, влияют только на выход, а молекулярная масса всех полимеров практически не меняется и составляет 7000—8000. Полученные полимеры не растворяются в большинстве органических растворителей: в дихлорэтане, тетрагидроэтаноле, четыреххлористом углероде, спиртах, бензоле, толуоле, нитробензоле, диметилформамиде, этилцеллозольве, метилэтилкетоне и др. Было найдено, что и в этих случаях реакция фенилдихлорарсина с 4,4'-димеркаптобифенилом протекает в гетерофазных условиях. Были выделены полимеры с выходом 65—76% (см. табл. опыты 1—3).

Исследование влияния концентрации исходных соединений в интервале от 0,1 до 0,4 моль/л показало, что максимальный выход полимера наблюдается при концентрации 0,3 моль/л (см. табл., опыты 1, 4—6).

С целью изучения влияния строения исходных бистиолов на выход полимеров была проведена поликонденсация фенилдихлорарсина с 4,4'-димеркаптобифенилом, 4,4'-димеркаптодифенилоксидом и 2,6-диметокси-3, 5-димеркаптобензолом в N-метилпиролидоне при 30°C в присутствии триэтиламина. Независимо от строения бистиола выход полимера составляет 75—85% (см. табл., опыты 1, 7, 8).

В результате изучения влияния строения третичного амина на выход полимера было показано, что по сравнению с триэтиламином использование пиридина оказывает более благоприятное влияние (см. табл., опыты 1, 9).

Некоторые результаты синтеза и исследования свойств мышьяксодержащих полимеров со связью As—S в главной цепи

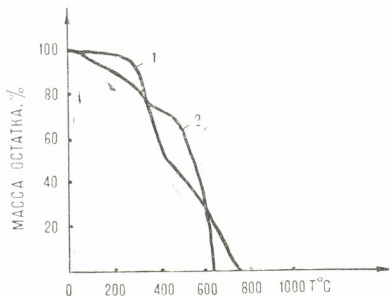
№№ п/п	Биствол Дихлорарсин	Третичный амин	Условия синтеза* (t—30 C)		Выход полимера, %	Содержание As		Т Разм. °C		
			органиче- ская среда	концентра- ция мономе- ров моль/л		найдено, %	найдено, %			
						вычислено, %	вычислено, %			
1		Фенилдихлор- арсин	Триэтил- амин	N-Метил- пирролидон	0,2	76	20,22; 20,55	17,42	210	
2				Ацетон	0,2	76	20,20; 20,29	17,35; 17,31	196	
3				Дихлорэтан	0,2	65	20,42; 20,71	17,42; 17,44	199	
4				N-Метил- пирролидон	0,1	80	20,00; 19,92	17,33	200	
5							98	20,26; 20,31	17,34	195
6								20,38	17,39	
7					0,4	92	20,23; 20,40	17,44	202	
8								85	19,42; 19,51	16,52
					0,2	75	19,53	16,67	214	
9				Фенилдихлор- арсин	Пиридин	0,2	98	22,00; 21,98	18,40	196
10				Метилдихлор- арсин	Пиридин	0,2	89	24,32; 24,30	20,91	192
						21,31	18,18			
						20,38	17,39			
						24,51	20,95			

* Полимер высадили из раствора ацетоном.

* депо, : C=58,60; H=3,80; вычислено для C₁₅H₁₂AsS₂ %: C=58,70; H=3,53.

Влияние строения исходного дихлорарсина на результаты поликонденсации было изучено на примере поликонденсации 4,4'-димеркаптобифенила с фенил- и метилдихлорарсином в N-метилпиролоне при 30°C в присутствии пиридина. В случае фенилдихлорарсина получен полимер более высоким выходом (см. табл., опыты 9, 10).

Рис. 1. Результаты динамического ТГА на воздухе мышьяксодержащих полимеров, полученных на основе 4,4'-димеркаптобифенила с фенилдихлорарсином (кривая 1) с метилдихлорарсином (кривая 2)



Состав и строение полученных мышьяксодержащих полимеров подтверждены данными элементного анализа и ИК-спектроскопии. Так, в спектрах полимеров наблюдаются четкие полосы поглощения в области 515, 545, 1005, 1025, 1080, 1093 и 1600 см^{-1} , характерные для As-рh-связей [8], полоса поглощения в области 693 см^{-1} характерна для C—S связи, а полоса поглощения в области 2570 см^{-1} , характерная для S—H связи, в спектрах полимеров исчезает.

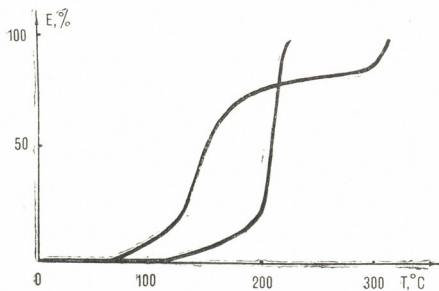


Рис. 2. Термомеханические кривые мышьяксодержащих полимеров на основе 4,4'-димеркаптобифенила с фенилдихлорарсином (кривая 1) и с метилдихлорарсином (кривая 2)

Результаты динамического термогравиметрического анализа на воздухе показали, что термостойкость полученных мышьяксодержащих полимеров со связью As—S в главной цепи составляет 250—300°C (см. рис. 1). Термомеханические кривые мышьяксодержащих полимеров снимались на приборе Цетлина [9]. В зависимости от заместителя у атома мышьяка их термостойкость существенно меняется (см. рис. 2).

Пример проведения поликонденсации. В трехгорлой колбе при постоянном пропускании углекислого газа загрузили 0,54 г (0,0025 моля) 4,4'-димеркаптобифенила, 8,4 мл (концентрация



0,3 моль/л) N-метилпиролидона, 0,34 мл (0,0025 моля) фенилдихлорарсина и при перемешивании при 30°C добавили 0,7 мл (0,0050 моля) триэтиламина. Поликонденсацию проводили в течение часа. Полимер высадили в воду, отфильтровали, промыли дистиллированной водой до отрицательной пробы на ионы хлора с азотнокислым серебром и высушили в вакуум-эксикаторе над пятиокисью фосфора и парафином до постоянной массы. Выход полимера 0,9 г (98%). $T_{разм.} = 195^{\circ}\text{C}$.

Данные элементного анализа: Вычислено для $\text{C}_{18}\text{H}_{13}\text{AsS}_2$: % As = 20,38; S = 17,39. Найдено, % As = 20,26; 20,30; S = 17,34.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 5.9.1986)

ორგანული ქიმია

თ. გოგიაშვილი, თ. ალავიძე, რ. გიგაური, ვ. ვასნევი

მთავარ ჯაჭვში As—S ბმის მქონე დარიშხანშემცველი პოლიმერების სინთეზი და ფორმირების თვისება

რეზიუმე

არილ(ალკილ)დიქლორარსინების დაბალტემპერატურული პოლიკონდენსაციით ბისტოილებთან ორგანულ გამხსნელში მესამადი ამინის თანაობისას სინთეზირებულია მთავარ ჯაჭვში As—S ბმის მქონე დარიშხანშემცველი პოლიმერები. მიღებული პოლიმერების შედგენილობა და აგებულება დადგენილია ელემენტური ანალიზისა და ირ. სპექტროსკოპიის მონაცემებით. შესწავლილია პოლიმერების თერმული მახასიათებლები.

ORGANIC CHEMISTRY

T. M. GOGIASHVILI, T. Z. ALAVIDZE, R. D. GIGOURI, V. A. VASNEV
SYNTHESIS AND SOME PROPERTIES OF ARSENIUM-CONTAINING
POLYMERS WITH As-S BOND IN THE MAIN POLYMER CHAIN

Summary

Arsenic-containing polymers with As-S bond in the main polymer chain were synthesised by low-temperature polycondensation of aryl (alkyl) dichlorarsenes with bithiols in organic solvent medium in the presence of tertiary amines.

Chemical composition and constitution of the obtained polymers are determined based on the results of chemical analysis and IR-spectroscopy. Thermal properties of the polymers are studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Сб. «Успехи в области синтеза элементоорганических полимеров». М., 1980, 97.
2. Металлоорганические полимеры. М., 1981.
3. С. В. Виноградова, А. В. Васильев, В. А. Васнев, Л. В. Дубровина, В. В. Коршак. Изв. АН СССР, сер. хим., 1971, 1770.
4. С. В. Виноградова, Т. И. Митаишвили, В. А. Васнев, В. В. Коршак, М. Е. Меламуд. Высокомолекулярные соединения, 1971, А13, 912.
5. Сб. «Препаративная органическая химия». М., 1959, 247, 348.
6. Р. Х. Фрейдлина. Синтетические методы в области металлоорганических соединений мышьяка. М.—Л., 1945, 34, 105.
7. Smith Blicke. J. Am. Soc.
8. Р. Р. Шагидуллин, И. А. Ламанова. Изв. АН СССР, сер. хим., 1969, № 6, 1238.
9. Б. Л. Цетлин, В. И. Гаврилов, Н. А. Великовская, В. В. Кочкин. Заводская лаб., 1956, 22, 352.

М. К. ГАДЖИЕВ, З. С. АМИРИДZE, Г. О. ЧИВАДZE

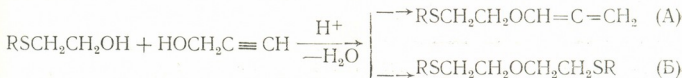
СОВМЕСТНАЯ ДЕГИДРАТАЦИЯ
 2-ГИДРОКСИЭТИЛАЛКИЛСУЛЬФИДОВ
 И ПРОПАРГИЛОВОГО СПИРТА НА Н-ФОРМЕ КУ-2⁽¹⁾

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Андрионикашвили 11.9.1986)

Имеется единственное сообщение [1], где показано, что 2-бутил- и 2-октилтиэтанолы с 1-бутанолом и 1,1,5-тригидрооктафторпентанолом образуют в присутствии р-толуолсульфокислоты соответствующие смешанные эфиры.

В настоящей работе представлены новые сведения о совместной дегидратации 2-гидроксиэтилалкилсульфидов и пропаргилового спирта в присутствии Н-формы КУ-2 в статических условиях при атмосферном давлении, температуре 130°C и мольном соотношении $RSCH_2CH_2OH/НОСН_2C\equiv CH$, равном 1:2. Смесь перемешивалась в течение 4 часов. Количество Н-формы КУ-2⁽²⁾, приготовленное по методике [2] и обладающее СОЕ-4, составляло 25% от сульфида.

Проведенное исследование показало, что межмолекулярная дегидратация 2-гидроксиэтилалкилсульфидов и пропаргилового спирта в присутствии протонного катализатора протекает с образованием в основном смешанного серусодержащего эфира, содержащего алленовую связь и в малом количестве 2,2-оксидиэтилалкилсульфиды, по схеме



Выходы и характеристика полученных 2-алленилоксиэтилалкилсульфидов суммированы в табл. 1, 2, а данные ПМР спектров — в табл. 3.

Таблица 1

Результаты межмолекулярной дегидратации 2-гидроксиалкилсульфидов с пропаргиловым спиртом при 130°C, $RSCH_2CH_2OH/НОСН_2C\equiv CH$ 1:2

R	Выход катализата, %	Конверсия 2-гидроксиэтилалкилсульфидов, %	В ы х о д, %			
			$RSCH_2CH_2OCH=C=CH_2$		$(RSCH_2CH_2)_2O$	
			от теоретического	на прореагировавший сульфид	от теоретического	на прореагировавший сульфид
C_2H_5	90,1	73,2	63,8	79,2	10,0	12,8
C_3H_7	90,3	80,1	70,1	92,3	0,9	10,1
C_4H_9	91,4	85,3	73,8	94,4	0,8	11,2

⁽¹⁾ Катионообменная смола.

⁽²⁾ Зернение 0,5—0,75 мм.



В ИК-спектрах (А) имеются характерные полосы поглощения С—S—C—670 см⁻¹, С—O—C 1215 см⁻¹ и алленовой связи в области 1250 см⁻¹, а полосы поглощения ацетиленовой структуры в области 2250 см⁻¹ отсутствуют. Данные ПМР спектров подтвердили строение (А) (табл. 3).

Таблица 2
Константы синтезированных 2-алленилокси(этилтио)алкилов
RSCH₂CH₂—O—CH=C=CH₂)

R	Т кип. °С (р мм)	d ₄ ²⁰	n _D ²⁰	MR _D		Найдено, %			Формула	Вычислено, %		
				най- дено	вычис- лено	С	Н	S		С	Н	S
C ₂ H ₅	82—83 (13)	0,9521	1,4796	43,00	43,30	58,33	8,31	22,25	C ₇ H ₁₂ OS	58,29	8,39	22,23
C ₃ H ₇	86—87 (13)	0,9360	1,4770	47,70	47,92	60,78	8,89	20,24	C ₈ H ₁₄ OS	60,72	8,91	20,26
C ₄ H ₉	94—95 (13)	0,9349	1,4753	51,90	52,53	62,71	9,38	18,59	C ₉ H ₁₆ OS	62,75	9,35	18,61

Образование эфира с алленовой связью могло бы произойти за счет перегруппировки тройной связи и изомеризации.

Факт образования диметилаллена из пропилацетилена под действием раствора KOH при 170°C был отмечен Фаворским [3].

Вопросы, связанные с ацетилен-алленовой перегруппировкой, хорошо освещены в литературе [3].

Таблица 3
Химические сдвиги 2-алленилокси(этилтио)алкилов
(R—O—CH=C=CH₂)

R	Химический сдвиг, δ м. д.*					
	A	B	C	D	E	F
CH ₃ CH ₂ SCH ₂ CH ₂ — B C D E	4,22 м	1,31 т	2,66 к	2,80 т	3,71 т	—
CH ₃ CH ₂ CH ₂ SCH ₂ CH ₂ — B C D E F	4,30 м	1,03 т	1,72 с	2,70 т	2,80 т	3,71 т
CH ₃ —(CH ₂) ₂ —CH ₂ —SCH ₂ CH ₂ — B C D E F	4,35 м	1,20 т	1,4—2,0 м	2,70 т	2,80 т	3,71 т

* Константы спин-спинского взаимодействия между алифатическими протонами 7 Гц.

Следует отметить, что полученные новые соединения, помимо теоретического, имеют и прикладное значение. Сообщается [3], что характер антибактериальной и фунгицидной активности органических соединений в значительной степени связан с наличием алленовой группировки.

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

(Поступило 12.9.1986)

მ. გაჯიევი, ზ. ამირიძე, გ. ჩივაძე

2-ჰიდროქსიეთილალკილსულფიდების და პროპარგილის სპირტის ერთობლივი დეჰიდრატაცია H-ფორმის KY-2 თანაობისას

რეზიუმე

შესწავლილია 2-ჰიდროქსიეთილთიოეთილ-, პროპილ-, ბუთილსულფიდებისა და პროპარგილის სპირტის ერთობლივი დეჰიდრატაცია H-ფორმის KY-2 თანაობისას. აღნიშნულია, რომ რეაქცია მიმდინარეობს ძირითადად გოგირდმემცველი ეთერის წარმოქმნით, რომელიც შეიცავს ალენურ ჯგუფს.

სხვადასხვა ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდების გამოყენებით დადგენილია მიღებული ახალი ნაერთების აღნაგობა და შედგენილობა.

PHYSICAL CHEMISTRY

M. K. GAJIEV, Z. S. AMIRIDZE, G. O. CHIVADZE

SIMULTANEOUS DEHYDROGENATION OF 2-HYDROXYETHYLALKYL-SULPHIDES AND PROPARGYL ALCOHOL WITH H-FORM OF CATIONITE KY-2

Summary

It is shown that simultaneous dehydrogenation of 2-hydroxyethylalkylsulphides and propargyl alcohol in the presence of H-form of cationite KY-2 proceeds mainly with the formation of mixed sulphur-containing ester, containing the allene bond and 2,2' oxydiethylthioalkylsulphides in small amounts.

The structure of the obtained compounds was identified by IR-and PMR-spectra.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. В. Фокин, А. В. Коломиец, Л. С. Рудницкая, М. Г. Износкова, Л. С. Паймулкина. Изв. АН СССР, сер. хим., 2, 1982, 1876—1880.
2. В. И. Исагулянц, Г. М. Егорова. Химия нефти. М., 1965, 387.
3. М. В. Мавров, В. Ф. Кучеров. УХ, 4, 36, 1967, 553—582.

Г. В. ЦИЦИШВИЛИ (акад. АН ГССР), Г. В. ЦИНЦАДЗЕ (чл.-корр.
 АН ГССР), З. В. МИКЕЛАШВИЛИ

РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИОНООБМЕННЫХ ФОРМ ПРИРОДНОГО КЛИНОПТИЛОЛИТА

Как известно, клиноптилолит по сравнению с цеолитами группы гейландита и самого гейландита отличается высоким содержанием кремния и щелочных металлов, а также характеризуется высокой термостойкостью, кислотостойкостью и т. д. [1]. Все его физико-химические свойства определяются особенностями кристаллической структуры клиноптилолита.

Кристаллическая структура клиноптилолита была расшифрована итальянским ученым Алберти [2] в 1975 г. Через два года структуру клиноптилолита установили также японские ученые Коиома и Такеучи [3]. Они установили, что кристаллы клиноптилолита принадлежат к моноклинной сингонии, федоровская группа которого $C_2h^3=C2/m$, с параметрами элементарной ячейки: $a=17,662(4)$; $b=17,911(5)$; $c=7,407(3) \text{ \AA}$; $\beta=116,40(3)^\circ$. До этого в 1969 г. методом порошка клиноптилолит исследовали американские ученые Вайс, Ноклеберг и Кокинос [4]. Параметры элементарной ячейки клиноптилолита, приведенные ими: $a=7,41$; $b=17,89$; $c=15,85 \text{ \AA}$; $\beta=91^\circ 29'$, а также индиференция рентгенограмм не согласуются как с данными японских ученых [3], так и с нашими данными, приведенными ниже.

По данным [3] в структуре клиноптилолита катионы Na, K, Ca и Mg занимают четыре позиции M(1) и M(2) (Na, Ca), M(3) (K) и

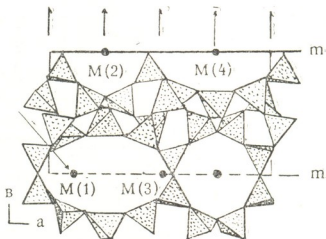


Рис. 1. Структура клиноптилолита на плоскость (001) по данным [3].

(Показаны местонахождения катионов M(1), M(2), M(3) и M(4))

M(4) (Mg) (рис. 1). Катионы в позиции M(1) локализованы в каналах, образованных 10-членными кольцами, и параллельны оси С. Катионы в позициях M(2) находятся в каналах, также параллельных оси С и состоящих из 8-членных колец, а в позиции M(3) катионы локализованы в каналах, состоящих из 8-членных колец, параллельных



оси а. Катионы в позиции М (4), так же как и в позиции М(1), локализованы в каналах, параллельных оси С и находятся в центрах инверсии.

Подвижность этих катионов дает возможность получить катиономодифицированные формы клиноптилолита. Известен весьма большой интерес к выяснению местонахождения обменных катионов в кристаллической решетке клиноптилолита. С этой целью нами были приготовлены цинк-, кобальт- и медьзамещенные клиноптилолиты методом ионного обмена [5].

Результаты расшифровки и индирования порошковых катионозамещенных форм клиноптилолита (КаХ)

КлХ (Cu)		ZnКлХ (Cu)		СоКлХ (Cu)		CuКлХ (Cu)		hКl
I	d, Å	I	d, Å	I	d, Å	I	d, Å	
65	8,78	78	8,78	70	8,75	80	8,78	020
20	7,82	18	7,80	12	7,74	20	7,80	200
15	6,66	12	6,71	8	6,56	15	6,72	001
6	5,59	5	5,62	6	5,61	6	5,61	130
20	5,15	15	5,21	15	5,15	15	5,21	311
25	5,05	15	5,09	15	5,09	18	5,09	310
17	4,59	13	4,64	15	4,57	12	4,64	131
27	4,34	27	4,36	23	4,34	25	4,36	401
100	3,96	100	3,97	100	3,95	100	3,97	131
20	3,67	18	3,66	10	3,65	20	3,68	241
15	3,53	12	3,52	15	3,53	12	3,54	312
28	3,41	33	3,42	35	3,40	35	3,41	222
42	3,32	48	3,33	25	3,31	50	3,31	002
35	3,15	50	3,15	40	3,15	45	3,15	422
15	3,11	10	3,11	10	3,11	12	3,11	022
46	2,95	38	2,96	48	2,95	40	2,96	350
5	2,87	5	2,87	6	2,88	6	2,88	401
30	2,78	25	2,78	28	2,78	25	2,78	530
15	2,72	15	2,72	18	2,73	15	2,78	261
3	2,67	6	2,67	5	2,67	5	2,68	132
10	2,52	10	2,52	8	2,53	10	2,52	222
10	2,44	12	2,44	8	2,44	12	2,44	261
10	2,42	12	2,42	8	2,42	10	2,42	441
5	2,34	5	2,34	4	2,33	5	2,34	642
5	2,27	5	2,28	3	2,28	3	2,28	640
3	2,11	5	2,11	3	2,11	6	2,12	730
3	2,07	4	2,08	3	2,08	4	2,08	461
5	2,00	8	1,99	6	1,99	8	1,99	043
8	1,95	5	1,95	5	1,95	6	1,95	153
2	1,86	2	1,86	2	1,86	2	1,86	390
6	1,81	5	1,81	4	1,81	3	1,81	604

Параметры элементарной ячейки

a Å 17,36(8)	17,41(8)	17,32(8)	17,39(8)
b Å 17,51(8)	17,52(8)	17,50(8)	17,51(8)
c Å 7,40(5)	7,43(5)	7,39(5)	7,43(5)
β 116°	116°	116°	116°

Рентгенографические исследования поликристаллов указанных катионных форм клиноптилолита проведены на дифрактометре ДРОН-2,0 на медном излучении с применением Ni-фильтра (J=20мА, V=30 кВ), интервал углов измерения от 4 до 60°, скорость счетчика —2°/мин. Индировку рентгенограмм проводили аналитическим методом по параметрам элементарной ячейки клиноптилолита, рас-

шифрованного японскими учеными и по экспериментальным данным найденным нами. После предварительной обработки этих экспериментальных данных (внесение поправки L_p) расчеты были проведены на ЭВМ БЭСМ-6 по программе Рентген-75 [6] (¹). Индексирование рентгенограмм модифицированных клиноптилолитов и клиноптилолита месторождения Дзегви с участка Хекордзула (КлХ), показало, что они принадлежат к моноклинной сингонии и относятся к федоровской группе $C_{2h}^3=C2/m$ (табл. 1). Кроме того, по данным таблицы были проведены расчеты факторов достоверности для всех перспективных позиций катионов. Расчеты показали, что катионы металлов цинка, кобальта и меди занимают именно позиции $M(1)$ ($X=0,143$; $Y=0$; $Z=0,667$), что указывает на их большую подвижность в структуре клиноптилолита.

Из вышеуказанного материала следует сделать вывод, что алюмокремнекислородный каркас природного клиноптилолита (месторождения Дзегви-Хекордзула, ГССР), содержащего катионы Zn , Co , Cu , сохраняется при ионном обмене — параметры моноклинной элементарной ячейки клиноптилолита практически не меняются. Также показано, что ионообменные катионы цинка, кобальта и меди занимают в структуре клиноптилолита позиции $M(1)$ с координатами $X=0,147$; $Y=0$ и $Z=0,667$.

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

Грузинский политехнический
 институт
 им. В. И. Ленина

(Поступило 9.10.1986)

ფიზიკური მონიშვნა

ბ. ციციშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ბ. ცინცაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ზ. მიქელაშვილი

ბუნებრივი კლინობტილოლითის იონიგოცვლითი ფორმების
 რენტგენობრაფიული გამოკვლევა

რ ე ზ ი უ მ ე

რენტგენობრაფიული (ფხვნილის) მეთოდით შესწავლილია ქვევის საბადოს (ხეკორძულას უბანი) კლინობტილოლითის სხვადასხვა კათიონჩანაცვლებული ფორმები.

დადგენილია, რომ კლინობტილოლითის სხვადასხვა კათიონჩანაცვლებული ფორმების ელემენტარული უჯრედის პარამეტრები პრაქტიკულად არ იცვლება. თუთიის, კობალტის და სპილენძის ჩანაცვლებული კათიონები კლინობტილოლითის კრისტალურ სტრუქტურაში იკავებენ $M(1)$ პოზიციას კოორდინატებით $X=0,147$; $Y=0$, $Z=0,667$.

(¹ Расчеты выполнены в Институте прикладной математики им. И. И. Векуа при ТГУ.

G. V. TSITSISHVILI, G. V. TSINTSADZE, Z. V. MIKELASHVILI

ROENTGENOGRAPHIC STUDY OF IONEXCHANGED FORMS OF
NATURAL CLINOPTILOLITES

Summary

Different cation-substituted forms of clinoptilolites from Dzegvi (Khe-kordzula area, Georgian SSR) have been studied by the roentgenographic (powder) method.

It is shown that elementary cell parameters of cation-substituted forms of clinoptilolite Zn-, Co-, and Cu-substituted cations occupy M(I) position with the coordinates X-0.147, Y-0, Z-0.667.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. Брек. Цеолитовые молекулярные сита. М., 1976.
2. A. Alberti, *Tschermaks Min. Petr. Mitt.*, 22, 1975, 25—37.
3. К. Кояма and Takeuchi. *Zeitschrift für kristallographie*, Bd. 145, 1977, 216—239.
4. W. Wise, W. Nokleberg and M. Kokinos. *The American Mineralogist*, vol. 54, 1969, 887—895.
5. А. Ю. Крупенникова, Г. В. Цицишвили, Н. Г. Гиголашвили, М. Г. Адолашвили, З. В. Микелашвили. *Сообщения АН ГССР*, 114, № 2, 1984, 325.
6. В. И. Андрианов, З. Ш. Сафина, Б. Л. Тарнапольский. *Рентген-75. Автоматизированная система программ для расшифровки структуры кристаллов*. Черноголовка, 1975.



Т. П. ДГЕБУАДЗЕ

О НОВОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ИК-СПЕКТРОВ И СТРУКТУРЫ СТЕКОЛ СИСТЕМ R_2O-SiO_2 И $R_2O-Al_2O_3-SiO_2$

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. В. Цицадзе 14.8.1986)

ИК-спектроскопическое исследование стекол имеет ряд преимуществ перед другими методами благодаря возможности фиксировать изменение характера и величины химических связей между атомами. Однако, к сожалению, результаты ИК-спектроскопического исследования стекол часто не находят однозначной и правильной интерпретации [1].

Рассмотрение ИК-спектров стекол модельных систем R_2O-SiO_2 , где R — щелочной ион, приводит к заключению, что, кроме основной полосы поглощения в области $1000-1100\text{ см}^{-1}$, отвечающей Si-O-(Si)-связям, с повышением содержания щелочного оксида в стекле проявляется полоса в области $920-980\text{ см}^{-1}$ [2]. Существенным тут является то обстоятельство (на что ранее не обращалось особого внимания), что появление и интенсивный рост этой полосы в литиевых стеклах происходят при большем содержании щелочного оксида, чем в натриевых [3, 4]. Сопоставляя этот факт с известным явлением метастабильной ликвации в стеклах системы R_2O-SiO_2 , нетрудно убедиться, что появление и начало интенсивного роста этой полосы отмечаются в тех составах, которые приближаются к высокощелочной границе «купола» ликвации (для литиевых стекол — 31,6 мол.%, для натриевых — 20,5 мол.% [5]). Иначе появление этой полосы не характерно для тех составов стекол, которые находятся в области ликвации, где характер спектров должен определяться в основном наложением друг на друга спектров высокощелочной и кремнеземистой фаз. Полосу при $\sim 950\text{ см}^{-1}$ обычно приписывают либо к колебанию атома кремния с «немостиковым» атомом кислорода [2], либо к колебанию, связанному с появлением в стекле областей, значительно обогащенных оксидом щелочного металла [6]. Нам представляется более предпочтительным второй вариант интерпретации [6]. В этом случае для составов вне области ликвации основная полоса при 1100 см^{-1} , несколько смещающаяся в сторону длинных волн, должна, по-видимому, отвечать области в стекле, сравнительно обедненной оксидом щелочного металла, т. е. для литиевых стекол состав этой области должен быть близок к составу дисиликата лития, а для натриевых — к тетрасиликату натрия (составы у высокощелочной границы «купола» ликвации [5]).

Такая трактовка ИК-спектров стекол системы R_2O-SiO_2 позволяет сделать существенные выводы о структуре стекол дисиликатного состава.

Спектр натриевого стекла значительно отличается от спектра соответствующего ему кристалла, что указывает на явное различие их структур [7]. Спектр литиевого стекла не в такой степени отличается от спектра дисиликата, как в случае натриевого, однако его структура также заметно отличается от структуры дисиликата лития [4, 8]. Это позволяет понять с точки зрения кинетической теории стеклообразования увеличение склонности к стеклообразованию в системе R_2O-



SiO_2 при переходе от литиевой системы к системам с большим щелочным ионом. Как известно, согласно этой теории, стеклообразование гораздо более вероятно, когда процесс кристаллизации происходит со значительным изменением структуры [9].

Как было показано в работе [9], отсутствие в спектре литиевосиликатного стекла состава $29 \text{LiO}_2 \cdot 71 \text{SiO}_2$ полос, характерных для усиленных и ослабленных связей Si-O, которые четко просматриваются в кристаллическом дисиликате, свидетельствовало об отсутствии в стекле (или о весьма малом количестве) связей Si-O-(Li), т. е. связей атома кремния с т. н. «немостиковым» кислородом. Это привело к заключению, что структура матрицы в литиевосиликатном стекле, близкая по составу к $\text{LiO}_2 \cdot 2\text{SiO}_2$, заметно отличается от структуры кристаллического дисиликата лития. Точнее, ближний порядок в сфере воздействия щелочных ионов в стекле отличается от такого в кристалле¹. Косвенным подтверждением полученного результата могут служить данные по электрическим измерениям щелочносиликатных стекол, согласно которым колоссальная разница в электропроводности (несколько порядков!) наблюдается как между стеклообразным и кристаллическим дисиликатом натрия, так и между стеклообразным и кристаллическим дисиликатом лития [11].

Интересно, что при интерпретации спектров стекол делались заключения о высокой упорядоченности их структуры [12]. В действительности же, очевидно, речь может идти об упорядоченности участков стекла и сходстве их структуры с соответствующими кристаллами только по химическому составу, но не о структурной (физической) упорядоченности. Как нами было показано, структура стекла после кристаллизации претерпевает заметные изменения [8].

Правильная интерпретация ИК-спектров стекол системы $\text{R}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ важна, по-видимому, не только для понимания структуры стекол этой системы, но и для стеклообразования в целом. Существующая до последнего времени трактовка ИК-спектров этих стекол связывалась с общепринятыми представлениями, вытекающими из кристаллохимических гипотез о существовании в стеклах четырехкоординированного алюминия при соотношении $\text{R}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 1$ и появлении шестикоординированного алюминия при $\text{R}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3 < 1$ [13]. Согласно В. А. Колесовой, ослабление полосы при 760 см^{-1} и появление полосы при более низкой частоте ($700-720 \text{ см}^{-1}$) с введением в натриевосиликатное стекло оксида алюминия связывалось с образованием тетраэдрического алюминия [2]. Это заключение основывалось на предположении, что структурное состояние алюминия в стекле такое же, как в кристаллических алюмосиликатах, в которых алюминий находится в четверной координации. Однако А. Н. Лазарев отмечал, что «интерпретация спектров алюмосиликатов связана с большими трудностями даже при наличии сведений о структуре кристалла» [14]. Тем более бездоказательным представлялось предположение о существовании в стеклах системы $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ четырехкоординированного алюминия, что и было показано в работе [15], где была высказана мысль о возможности отнесения полосы при $700-720 \text{ см}^{-1}$ к шестикоординированному алюминию.

Еще с работы [16] было известно, что введение Al_2O_3 в боратные стекла приводит к росту поглощения в той же области, что и в силикатных. Проведенное нами систематическое исследование выявило, что, действительно, при введении Al_2O_3 как в боратные, так и в силикатные стекла происходит рост поглощения в одной и той же области [17].

¹ Что касается идентичности ближнего порядка, заключающейся в существовании четырехкоординированного кремния как в стекле, так и в кристалле, то это положение, начиная с работ Уоррена, не вызывает сомнений [10].

Нами предполагается, что как в силикатных, так и в боратных стеклах полоса при $700-720 \text{ см}^{-1}$ связана с растворением в них оксида алюминия с образованием их самостоятельной структуры, естественно более «рыхлой», чем в корунде [17].

Возникает вопрос, как в свете изложенного объяснить уменьшение интенсивности полосы при 760 см^{-1} , которое наблюдается как с увеличением содержания R_2O в стеклах системы $\text{R}_2\text{O}-\text{SiO}_2$, так и при введении в стекла этой системы оксида алюминия [2].

Как уже отмечалось выше, по нашему мнению, в рассмотренных стеклах существование фрагментов структуры с «немостиковыми» кислородами мало вероятно [9]. Если это так, то тогда смещение основной полосы поглощения в сторону низких частот нужно связывать не с разрывом связи $\text{Si}-\text{O}-\text{Si}$ и образованием фрагментов $\text{R}-\text{O}-\text{Si}$, а с увеличением поляризирующего воздействия ионов металлов на «мостиковый» кислород кремнекислородной цепи [18]. В этом случае уменьшение интенсивности полосы при 760 см^{-1} (как и смещение основной полосы поглощения при 1100 см^{-1}) также можно объяснить возрастающим поляризирующим воздействием на «мостиковые» кислороды либо только щелочных ионов в случае стекол системы $\text{R}_2\text{O}-\text{SiO}_2$, либо как щелочных ионов, так и алюминиевых в случае стекол системы $\text{R}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$.

КНИИСМ «ГрузНИИСтром»

(Поступило 10.10.1986)

ფიზიკური ქიმია

თ. დგებუაძე

$\text{R}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ და $\text{R}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ სისტემების მინების

ინფრაწითელი სპექტრების და სტრუქტურის ახალი ინტერპრეტაცია

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ სხვაობა სპექტრებში კრისტალურ და მინისებურ დისილიკატებს შორის გამოწვეულია მათი განსხვავებული სტრუქტურული ახლომოწესრიგებულობით.

$\text{R}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ (ან $\text{R}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{B}_2\text{O}_3$) სისტემების მინების სპექტრებზე $700-720 \text{ სმ}^{-1}$ უბანში არსებული ხაზი მეტყველებს ალუმინის ოქსიდის გახსნაზე ამ მინებში და მის მიერ დამოკიდებული სტრუქტურის წარმოქმნაზე.

PHYSICAL CHEMISTRY

T. P. DGEBUADZE

ON THE NEW INTERPRETATION OF INFRA-RED SPECTRA AND GLASS STRUCTURE OF $\text{R}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ AND $\text{R}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ SYSTEMS

Summary

The paper shows that the observed difference in the spectrum of the glassy and crystalline disilicates results from the difference in short-range orders of their structure.



Band appearance in the spectral region $700\text{-}720\text{ cm}^{-1}$ of $\text{R}_2\text{O-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ system glass (which is analogous to the spectrum of $\text{R}_2\text{O-Al}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$ system glass) is associated with aluminium oxide dissolution in these glasses, with formation of a self-contained structure by this compound.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. А. Безбородов. Синтез и строение силикатных стекол. Минск, 1968.
2. В. А. Колесова. Сб. «Стеклообразное состояние». Л., 1960, 203.
3. А. Ф. Позубенков, В. А. Флоринская. Сб. «Стеклообразное состояние». Л., 1965, 192.
4. Э. Ф. Чернева, В. А. Флоринская. Сб. «Стеклообразное состояние». Л., 1965, 200.
5. Н. С. Андреев и др. Явления ликвации в стеклах. Л., 1974.
6. В. А. Флоринская. Сб. «Стеклообразное состояние». Л., 1960, 177.
7. В. А. Флоринская. Сб. «Стеклообразное состояние». Л., 1965, 13.
8. Т. П. Дгебуадзе и др. Сообщения АН ГССР, 124, № 1, 1986.
9. D. Turnbull, M. H. Cohen. J. Chem. Phys., v. 29, 1958, 1049.
10. В. Е. Warren, J. Viscose. J. Am. Ceram. Soc., v. 21, № 7, 1938, 259.
11. О. В. Мазурин. Электрические свойства стекла. Л., 1962.
12. А. Г. Власов и др. Сб. «Стеклообразное состояние». Л., 1971, 45.
13. А. А. Аппен. Химия стекла. Л., 1970.
14. А. Н. Лазарев. Колебательные спектры и строение силикатов. Л., 1968.
15. Т. П. Дгебуадзе и др. Сб. науч. трудов «ГрузНИИИстром». Тбилиси, 1982, 77.
16. Н. Моог, Р. У. Миллан. J. Soc. Glass Technol. v. 40, № 193, 1956.
17. Т. П. Дгебуадзе и др. Сб. науч. трудов «ГрузНИИИстром». Тбилиси, 1986, 198.
18. Т. П. Дгебуадзе. Сб. науч. трудов «ГрузНИИИстром». Тбилиси, 1984, 3.



М. П. ЦЕРОДЗЕ, Т. Р. ЧЕЛИДЗЕ, Д. И. ДЖАПАРИДЗЕ, Г. Э. ЧАПИДЗЕ

ПОЛЯРОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НИТРОГЛИЦЕРИНА В ПЛАЗМЕ КРОВИ ЧЕЛОВЕКА

(Представлено академиком Л. Д. Меликадзе 13.10.1986)

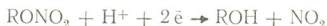
Полярографический метод анализа достаточно хорошо зарекомендовал себя в фармации для анализа различных классов лекарственных веществ, о чем свидетельствует его включение в Государственную фармакопею СССР [1]. В последнее время полярографию используют для изучения фармакокинетики и биотрансформации лекарственных препаратов. В этом случае предпочтение полярографического метода обусловлено тем, что для проведения анализа требуется малое количество пробы (1 мл плазмы крови человека).

Полярографическому исследованию нитроглицерина посвящено незначительное число работ [2—5], которые в основном касаются установления полярографической активности этого препарата. Результаты исследования по определению препаратов в биологической жидкости в плазме крови человека с целью изучения их фармакокинетики отсутствуют.

Нами в работе [6] был предложен сульфитный метод анализа нитроглицерина в метанольных растворах.

Целью данной работы являлась разработка полярографического метода определения лекарственных форм нитроглицерина в биологических жидкостях — в плазме крови человека.

Полярографическая активность препарата обусловлена наличием в ней нитрогрупп. Подобные соединения восстанавливаются по схеме



и дают двухэлектронные диффузионные волны [2—4].

Полярографические исследования проводились на универсальном полярографе марки ОН-105. Электродом сравнения служил водный насыщенный каломельный электрод. Опыты проводились в термостатированной ячейке ($20^\circ \pm 1$) с капилляром для принудительного отрыва капель ($\tau = 2,7$ с, $m = 2$ мг/с, $h = 60$ мм).

В качестве растворителей были использованы: физиологический раствор, выпускаемый медицинской промышленностью Воронежского химзавода; сухая плазма крови, приготовленная в Республиканской станции ГССР переливания крови; универсальный буферный раствор лабораторного приготовления.

В качестве объекта исследования были выбраны нитроглицерин чистой субстанции, полученный нами в лабораторных условиях методом тонкослойной хроматографии, а также следующие лекарственные формы: 1%-ный спиртовой раствор нитроглицерина перорального на-



значения, нитроглицерин в ампулах для инъекции и таблетки с наполнителями.

На рис. 1 приведены полярограммы нитроглицерина чистой субстанции в физиологическом растворе (кр. 1), в буферном растворе

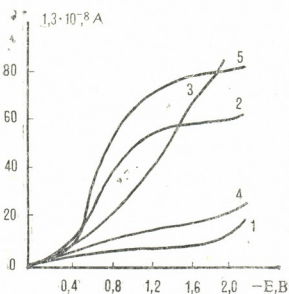
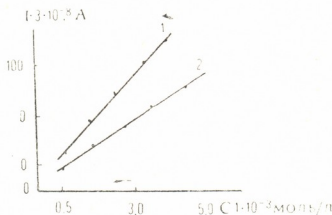


Рис. 1. Нитроглицерин чистой субстанции на фоне физиологического (1) и буферного раствора (2) и в плазме крови человека на фоне буферного раствора (3)

(кр. 2), а также в смеси буфера и плазмы крови человека (кр. 3). В первых двух случаях получены одноступенчатые полярограммы с потенциалом полуволны $E'_{1/2} = -0,63$ В, а на кривой 3 (рис. 1), кроме

Рис. 2. Калибровочные кривые нитроглицерина чистой субстанции в физиологическом растворе (1) и в плазме крови человека на фоне буферного раствора (2)



первой волны, соответствующей восстановлению нитроглицерина, наблюдается и вторая волна, обусловленная наличием плазмы, со значением потенциала полуволны $E'_{1/2} = -1,32$ В.

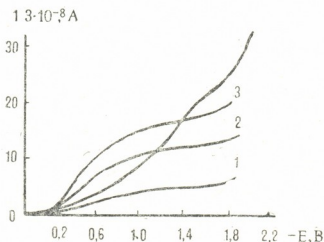


Рис. 3. Нитроглицерин в ампулах на фоне физиологического раствора (1) и в плазме крови человека на фоне буферного раствора (2), нитроглицерин в таблетках на фоне буферного раствора (3) и 1%-ный спиртовой раствор нитроглицерина в буферном растворе (4)

Нижний предел определения нитроглицерина чистой субстанции составляет $C = 7 \cdot 10^{-4}$ моль/л. Предельный ток изменяется пропорционально концентрации, в пределах $C = 7 \cdot 10^{-4} \div 5 \cdot 10^{-3}$ моль/л.

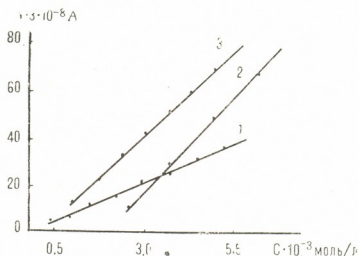
Калибровочные графики зависимости силы тока (A) от концентрации нитроглицерина (C) представлены на рис. 2.

Изучение нитроглицерина чистой субстанции во времени в используемых растворах показало, что разложения нитроглицерина не происходит и полярограммы, снимаемые нами через каждый час в течение 4 часов, совпадают с точностью $\pm 0,5\%$.

Ниже приведены результаты полярграфического определения нитроглицерина, введенного в биологические жидкости в виде различных лекарственных форм.

На рис. 3 даны полярограммы нитроглицерина, который вводится из ампул (кр. 2), таблеток (кр. 3) и 1% спиртового раствора (кр. 4) вначале в плазму крови человека, а затем в буферный раствор с $pH=10$. Полярограммы имеют две волны с потенциалами полуволи $E'_{1/2} = -0,63$ В и $E''_{1/2} = 1,32$ В соответственно. Эти волны стабильны во времени (в течение 2 часов расхождение составляет $\pm 1\%$). Из концентрационных зависимостей силы тока, полученных в буферных растворах, содержащих плазму крови человека, были построены калибровочные кривые (рис. 4).

Рис. 4. Калибровочные кривые нитроглицерина в ампулах на фоне физиологического раствора (1), нитроглицерина в таблетках (2) и в ампулах в плазме крови человека на фоне буферного раствора (3)



В отличие от буферных растворов, в физиологических растворах указанные препараты разлагаются во времени (в течение 4 часов на $12 \div 15\%$). Однако при проведении опытов без доступа света скорость разложения нитроглицерина уменьшается и составляет $5 \div 6\%$.

Проведенными экспериментами доказано, что наполнители таблеток не проявляют полярграфическую активность и не мешают полярграфическому определению нитроглицерина.

Таким образом, установлено, что анализ препаратов нитроглицерина в плазме крови человека следует проводить в буферных растворах при определенном pH . Построенные калибровочные кривые (рис. 2 и 4) являются эталонными для определения чистой субстанции нитроглицерина и его лекарственных форм в биологических жидкостях.

მ. წეროძე, თ. ჰელიძე, ჯ. ჯაფარიძე, გ. ჩაფიძე

ნიტროგლიცერინის კოლაროგრაფიული განსაზღვრა ადამიანის
სისხლის პლაზმაში

რეზიუმე

დადგენილია, რომ პოლაროგრაფიული მეთოდი ეფექტურად შეიძლება გამოვიყენოთ ნიტროგლიცერინის როგორც სუფთა სუბსტანციის, ისე პრეპარატის (აბეზში, ამპულებში, წვეთებში) განსაზღვრისათვის ფიზიოლოგიურ ხსნარში და ადამიანის სისხლის პლაზმაში. ამ მეთოდით ნიტროგლიცერინი ზუსტად ისაზღვრება $10^{-5} \div 10^{-2}$ მოლი კონცენტრაციის ფარგლებში.

PHYSICAL CHEMISTRY

M. P. Tserodze, T. R. Chelidze, J. I. Japaridze, G. E. Chapidze

DETERMINATION OF NITROGLYCEROL BY THE POLAROGRAPHIC
METHOD IN HUMAN BLOOD

Summary

The feasibility of using the polarographic method for the determination of nitroglycerol both in the forms of pure substance and in preparation in the physiological solution and in the human blood plasma has been established. Various concentrations of nitroglycerol ($10^{-5} \div 10^{-2}$ N) have been precisely determined by the title method.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Государственная фармакопея СССР, X. М., 1968.
2. F. Kaufman, H. I. Cook, S. M. Davis. J. Amer. Chem. Soc. 74, 1952.
3. R. W. Turuer, R. S. Jenkienrich. J. Pharm. Sci. № 1, 65, 1976.
4. G. C. Whituack, M. M. Mayfield, C. E. Gantz. Anal. Chem., 27, 1955.
5. W. M. Ayres, G. W. Yeonard. Anal. Chem., 31, 1959.
6. თ. ჰელიძე, ნ. სურმაჯა, გ. ჩაფიძე, ჯ. ჯაფარიძე. საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემია. მეცნიერება წარმოებას, V თბილისი, 1983.

А. Г. МСХИЛАДЗЕ, Б. Г. ЧАНКВЕТАДЗЕ, Ш. И. СИДАМОНИДЗЕ,
 Г. В. ЦИЦИШВИЛИ (академик АН ГССР), Л. Г. АХАЛБЕДАШВИЛИ

КОНВЕРСИЯ ЭТАНОЛА НА КАТИОНМОДИФИЦИРОВАННЫХ ЦЕОЛИТАХ ТИПА Y

Реакции парциального окисления углеводов и кислород-содержащих органических соединений являются важными процессами для получения ряда органических соединений (мономеров, альдегидов, кетонов, кислот и др.). Превращение спиртов занимает значительное место в ряду этих процессов ввиду своей теоретической и практической важности.

Конверсия спиртов интенсивно исследуется на металлических, окисных и цеолитных катализаторах разного типа [1—3].

В данной работе исследовалась реакция окислительного дегидрирования этанола на катионзамещенных (Cu^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+}), бикатионном ($\text{Co}^{2+}\text{Mn}^{2+}$) и декатионированном цеолитах типа Y.

Катионзамещенные формы цеолитов были получены ионным обменом из 0,1N раствора соответствующих нитратов (рН 6), водородная форма — растворами аммонийных солей. Степень ионного обмена определялась методами химического анализа (см. таблицу).

Химический состав катализаторов, приготовленных на основе цеолита Y

Образцы	$\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$	Степень обмена	Химический состав элементарной ячейки
HY	4,19	62	$\text{Na}_{23}\text{H}_{38,4}(\text{AlO}_2)_{60}(\text{SiO}_2)_{130}160\text{H}_2\text{O}$
NiNaY	"	39,8	$\text{Na}_{25,6}\text{Ni}_{17,6}(\text{AlO}_2)_{62}(\text{SiO}_2)_{130}162\text{H}_2\text{O}$
CuNaY	"	56,8	$\text{Na}_{12,8}\text{Cu}_{2,6}(\text{AlO}_2)_{62}(\text{SiO}_2)_{130}162\text{H}_2\text{O}$
CoNaY	"	49,2	$\text{Na}_{21,1}\text{Co}_{20,4}(\text{AlO}_2)_{62}(\text{SiO}_2)_{130}162\text{H}_2\text{O}$

Каталитические свойства указанных цеолитов изучались в микропроточной установке при атмосферном давлении.

Перед опытами образцы прокаливались в токе сухого воздуха при температуре 450° в течение 4 часов. Продукты реакции анализировались хроматографическим методом (хроматограф марки ЛХМ-8 МД, I модель) на колонке длиной 1 м, заполненной Porapak-Q. Газ-носитель — гелий, скорость потока 30 мл/мин, температура колонок 120° , 40° .

Опыты проводились в интервале температур $200\text{—}350^\circ$ при скорости подачи спирто-воздушной смеси 120 мл/мин. Все изученные образцы проявляют определенную активность в реакции окислительного дегидрирования этанола. Основными продуктами реакции были диэтиловый эфир, ацетальдегид, этилен, углекислый газ и вода. Окись углерода и водород в детектируемых количествах в продуктах реакции не обнаружены.

Как видно из рис. 1—4, на всех образцах при сравнительно низких температурах протекает реакция межмолекулярной дегидратации этанола с образованием диэтилового эфира и воды. Причем наиболее



активным в этом процессе является CoNaY (выход $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$ составляет 25%). Введение Mn в CoNaY приводит к существенному уменьшению выхода диэтилового эфира, и образец CoMnY является наименее активным в данной реакции. На всех образцах температурный интервал протекания реакции межмолекулярной дегидратации совпадает ($220\text{--}280^\circ\text{C}$), только для NiNaY происходит смещение в низкотемпературную область ($185\text{--}270^\circ\text{C}$). На медной форме реакция образования диэтилового эфира наблюдается только при температуре 200° , а выше 210° $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$ в продуктах реакции не отмечается. Вероятно, происходит полное сжигание этанола до CO_2 .

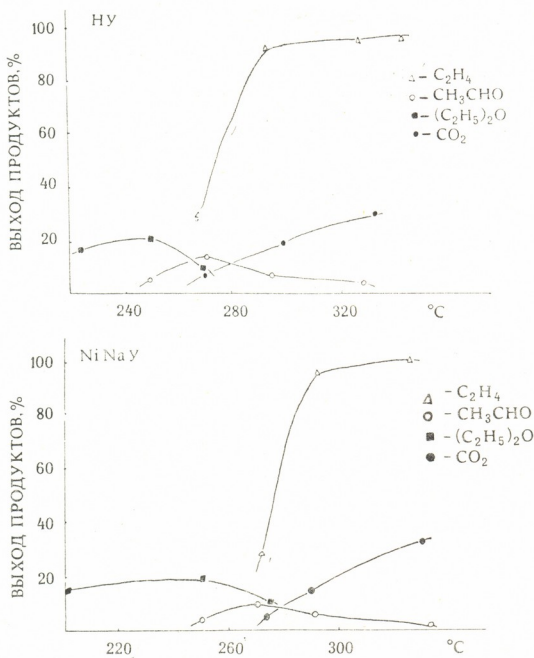


Рис. 1, 2. Изменение выхода продуктов реакции окислительного дегидрирования этанола на цеолитах NY и NiNaY в зависимости от температуры

С повышением температуры, помимо реакции парциального и глубокого окисления, происходит внутримолекулярная дегидратация этанола с образованием этилена. На NY, NiNaY, CoNaY, CoMnNaY реакция образования этилена в значительных количествах имеет место выше $240\text{--}260^\circ$. Максимальная селективность по этилену (75—90%) выявляется при температурах $300\text{--}350^\circ$, причем в этом интервале температур содержание этилена в продуктах реакции существенно не меняется и при температуре $<350^\circ$ превращение этилена в CO_2 не наблюдается. На медной форме в продуктах реакции этилен не обнаружен.

Продукт парциального окисления этанола ацетальдегид в продуктах реакции на всех катализаторах, кроме CuNaY , присутствует в температурном интервале $240\text{--}340^\circ$, причем наибольшей активностью характеризуется CoNaY . Введение Mn приводит к существенному уменьшению выхода ацетальдегида, так же как и диэтилового эфира. Выход ацетальдегида на всех катализаторах проходит через максимум, что может быть объяснено не только уменьшением образования ацетальдегида с повышением температуры, но и окислением образовавшегося ацетальдегида до CO_2 .

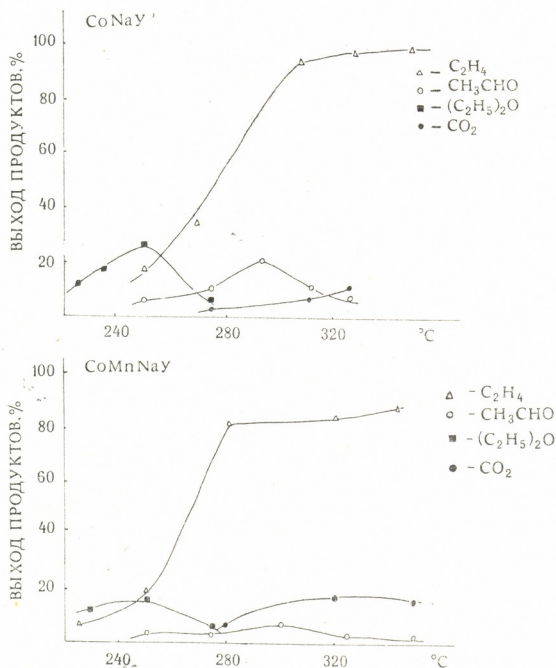


Рис. 3, 4. Изменение выхода продуктов реакции окислительного дегидрирования этанола на цеолитах CoNaY и CoMnNaY в зависимости от температуры

При температуре $>260^\circ$ в продуктах реакции на всех катализаторах обнаруживаются CO_2 и H_2O , количество которых увеличивается с увеличением температуры. На медном катализаторе CO_2 является преобладающим продуктом реакции и полное сжигание происходит уже при температуре 220° .

Следует отметить, что катализатор NY проявляет сравнимую активность с катионзамещенными катализаторами как в реакции внутри-

и межмолекулярной дегидратации, так и в реакции парциального и полного окисления. Это указывает на то, что в последних процессах активными являются не только катионы переходных металлов.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 29.11.1986)

ფიზიკური ქიმია

ა. მსხილაძე, ბ. ჭანკვატაძე, შ. სიდამონიძე, ბ. ციციშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ლ. ახალბედაშვილი

ეთანოლის კონვერსია კათიონჩანაცვლებულ Y ტიპის ცეოლითზე რეზიუმე

შესწავლილია Co^{2+} , Cu^{2+} , Ni^{2+} ჩანაცვლებული და დეკათონირებული Y ტიპის ცეოლითების კატალიზური აქტივობა ეთანოლის ჟანგვითი დეჰიდრირების რეაქციაში. ნაჩვენებია კატალიზატორების აქტიურობის და სელექტიურობის დამოკიდებულება ჩანაცვლებული კათიონის ბუნებაზე 200—350° ტემპერატურულ ინტერვალში.

PHYSICAL CHEMISTRY

A. G. MSKHILADZE, B. G. CHANKVETADZE, Sh. I. SIDAMONIDZE,
G. V. TSITSISHVILI, L. G. AKHALBEDASHVILI

CONVERSION OF ETHANOL OVER CATION-EXCHANGED Y TYPE ZEOLITES

Summary

A study has been made of the catalytic activity of Cu^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+} -exchanged and decationized forms of Y type zeolites in the reaction of oxidative dehydrogenation of ethanol. The activity and selectivity of catalysts is shown to depend on the nature of exchanged cations and varies greatly in the temperature range of 200—350°C

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. M. Ezzo *et al.* Surface Technol., № 1, 1980, 47.
2. P. V. Yue, O. N. Olafe. Chem. Eng. Res. and Des., 62, № 3. 1984, 167.
3. В. М. Жизневский, В. А. Кожарский, Р. В. Кучер. ДАН УССР, № 10, 1984, 37—40, 140.

В. В. ШАВГУЛИДZE, М. Р. ЧАГУНАВА, Дж. И. ДЖАПАРИДZE,
Д. Д. КЕТИЛАДZE

ОБ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОМ ПОВЕДЕНИИ КАДМИЯ В ЭТИЛЕНГЛИКОЛЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Н. Джапаридзе 11.12.1987)

Хроновольтамперограммы разряда-ионизации кадмия регистрировали на осциллографическом полярографе ЦЛА-02А с ртутным капельным электродом с задержкой после отрыва капли в 12 с. Константа капилляра $m^{2/3} t^{2/3}$ равна 3,81 мг^{2/3}. Электрод сравнения — насыщенный каломельный электрод — готовили на этиленгликоле. Согласно нашим данным насыщенный (NaCl) каломельный электрод на этиленгликоле обладает хорошей стабильностью и воспроизводимостью. Потенциал его по отношению водного насыщенного каломельного электрода составляет +5 мВ; вспомогательный электрод — платиновая проволока или донная ртуть. Потенциалы измерялись с помощью прибора рН-340. В работе использовалась трехэлектродная термостатированная ячейка и температура поддерживалась постоянной, равной $25 \pm 0,2^\circ\text{C}$. Концентрация деполяризатора $10^{-3}\text{M Cd}(\text{NO}_3)_2$, фона — 1M LiClO_4 . Кислород из ячейки удаляли продувкой гелия, который предварительно пропускали через промывные склянки с раствором этиленгликоля.

Катодные и анодные вольтамперные кривые восстановления и окисления кадмия на фоне 1M LiClO_4 при различных скоростях наложения потенциала приведены на рис. 1 и 2. Нижняя кривая на рис. 1 — ток фона 1M LiClO_4 . Верхние — кривые разряда кадмия при различных скоростях изменения потенциала (0,125; 0,25; 0,5 и 1 В/с). На ячейку подавалось постоянное напряжение от $-0,3\text{V}$ для катодных и от $-0,8\text{V}$ для анодных кривых. Измерения, проведенные для разных скоростей наложения потенциала (V), показали, что ток пика линейно увеличивается с $v^{1/2}$. Между объемной концентрацией Cd^{2+} и I_p наблюдается линейная зависимость (рис. 4,б), что свидетельствует о преимущественном диффузионном контроле восстановления иона кадмия и возможности использования уравнений хроновольтамперометрии.

Разность потенциалов пика и полупика составляет 0,031 В, что близко к обратимому двухэлектронному процессу согласно соотношению [1]

$$E_{p/2} - E_p = \frac{0,057}{n} \quad (1)$$

Число электронов, принимающих участие в восстановлении, рассчитывалось по уравнению для нисходящей ветви волны для обратимых процессов [2]

$$I_{\text{max}}/I_{0,2} = 2,39 n^{1/2} \quad (2)$$

Расчеты, проведенные для разных скоростей наложения потенциала, показали, что в электродной реакции участвуют два электрона ($n=1,94$).



Коэффициент диффузии кадмия рассчитали из уравнения нисходящей ветви кривой для тока $I_{0,2}$ [2]

$$I_{0,2} = 1,143 \cdot 10^5 \cdot n S c_0 v^{1/2} D^{1/2}. \quad (3)$$

Коэффициент диффузии кадмия на фоне 1 М LiClO₄ в этиленгликоле составляет $D = 0,52 \cdot 10^{-6}$ см²/с.

I_{\max} реакции было рассчитано по уравнению Рэндлса [3]

$$I_{\max} = 2,72 \cdot 10^5 n^{3/2} S v^{1/2} D^{1/2} c_0. \quad (4)$$

Экспериментальное значение максимального тока $I_{\max} = 5,0$ мкА, хорошо согласуется со значением $I_{\max} = 5,3$ мкА, найденным из уравнения (4), что свидетельствует об обратимости процесса.

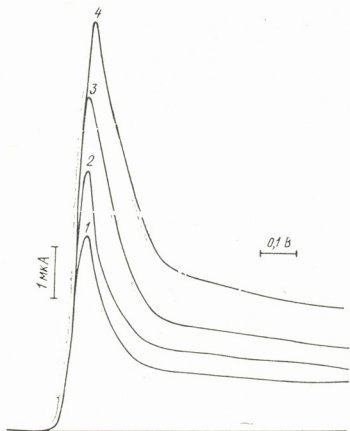


Рис. 1. Катодные хроновольтамперограммы ионов кадмия на фоне 1 М LiClO₄; $v = 1-0,125$; 2—0,25; 3—0,5; 4—1,0 В/с. Начальное напряжение — 0,8 В; конечное напряжение — 1,36 В; время задержки импульса 12 $\tau_+ = 2 \cdot 10^{-3}$ М/л

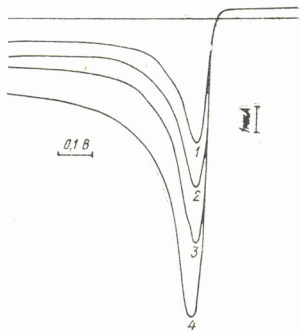


Рис. 2. Анодные хроновольтамперограммы ионов кадмия на фоне 1 М LiClO₄; $v = 1-0,125$; 2—0,25; 3—0,5; 4—1,0 В/с; начальное напряжение — 0,8 В; конечное напряжение 0 В; время задержки импульса 12 с $\tau_+ = 2 \cdot 10^{-3}$ М/л

Для оценки характера электродного процесса мы рассчитали «критерий Семерано» — угловой коэффициент логарифмической зависимости I_n от v . Как видно из рис. 4,а, тангенс угла наклона зависимости $\lg I_n/S - \lg v$ равен 0,5. Это означает, что процесс лимитируется диффузией.

Из линейной зависимости пика тока от концентрации деполяризатора следует другой критерий:

$$X_c = \left(\frac{\Delta \lg I_n}{\Delta \lg c} \right)_{t,c}. \quad (5)$$

Тангенс угла наклона этой зависимости $X_c = 1$. Известно, что $X_c = 1$ и $X_v = 0,5$ для обратимых диффузионных процессов.

Для определения стандартной константы скорости k_s^0 переноса заряда был использован метод Никольсона [4]. По известной зависимости $n \cdot \Delta E$ от некоторой функции ψ , связанной соотношением с гетерогенной константой скорости k_s^0 ,

$$\psi = v^\alpha k_s^0 / \sqrt{\pi a D_n}, \quad (6)$$

где

$$v = \left(\frac{D_0}{D_n} \right)^{1/2}, \quad \alpha = nFv/RT,$$

D_0 и D_n — коэффициенты диффузии деполаризатора и продукта восстановления.

По уравнению (6) рассчитывали k_s^0 . При восстановлении Cd^{2+} из 1 М $LiClO_4$ в этиленгликоле получено $k_s^0 = 0,026$ см/с (в воде при восстановлении Cd^{2+} на фоне 1 М $HClO_4$ и 1 М $NaNO_3$ $k_s^0 = 0,6$ см/с).

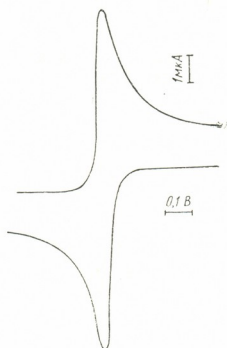


Рис. 3. Циклическая хроновольтамперограмма ионов кадмия на фоне 1 М $LiClO_4$; $v = 0,25$ В/с; время задержки импульса $t_{\text{д}} = 2 \cdot 10^{-3}$ М/л

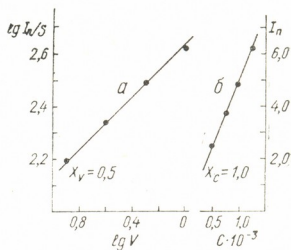


Рис. 4. Критерий обратимости электрохимического процесса: а— X_v , б— X_c

При анодной поляризации системы напряжение подавалось от $-0,8$ до $-0,0$ В. Верхняя кривая (рис. 2) — кривая фона, нижняя — анодная волна кадмия при различных скоростях изменения потенциала. Та часть волны кадмия, которая находится выше тока фона, вызвана восстановлением кадмия. I_{max} измеряли от кривой фона до максимума, оно равно 5,2 мкА. Согласно [5], слияние анодной и катодной частей волны в результате анодной поляризации свидетельствует об обратимости процесса.

Из соотношения (1) найдено, что разность потенциалов пика и полупика составляет 0,029 В, что отвечает обратимому двухэлектронному процессу. Из уравнения (2) рассчитывалось число электронов, принимающих участие в процессе окисления продуктов электролиза, $n = 2,2$, $I_{\text{max}} = 5,3$ мкА, рассчитанное из теоретического уравнения (4), хорошо согласуется с экспериментальным значением (5,2 мкА). Максимальные токи восстановления и окисления имеют близкие значения. В циклической вольтамперометрии (рис. 3) разность потенциалов



катодного и анодного пиков $E_n^a - E_n^k = -0,495 + 0,525 = 0,030$ В.

Все эти факторы однозначно свидетельствуют об обратимости и диффузионности электродных процессов разряда — ионизации кадмия в этиленгликоле.

Академия наук Грузинской ССР
Институт неорганической химии
и электрохимии

(Поступило 11.12.1987)

ელექტროქიმია

В. შავგულიძე, მ. ჩაგუნავა, ჯ. ჯაფარიძე, დ. კეთილაძე

კადმიუმის ელექტროქიმიური მოქმედების შესახებ
ეთილენგლიკოლში

რეზიუმე

შესწავლილია ელექტროდზე მიმდისარე პროცესის შექცევადობა, განსაზღვრულია ჟანგვა-აღდგენის პროცესში მონაწილე ელექტრონების რიცხვი, კადმიუმის იონების დიფუზიის კოეფიციენტი ეთილენგლიკოლში და რეაქციის სიჩქარის კონსტანტა.

ELECTROCHEMISTRY

V. V. SHAVGULIDZE, M. R. CHAGUNAVA, J. I. JAPARIDZE, D. D. KETILADZE

ON THE ELECTROCHEMICAL ACTION OF CADMIUM IN ETHYLENE
GLYCOL

Summary

The mechanism of cadmium discharge-ionization process in ethylene glycol has been studied by chronovoltampermetric method using a mercury drop electrode. The reversibility of the process taking place at the electrode has been investigated. The number of electrons involved in the reduction-oxidation process, the diffusion coefficient of cadmium ions in ethylene glycol, and the reaction rate constant have been determined.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. H. Matsuda, I. Ayabe. Z. Electrochem., 59, 1955, 494.
2. Я. П. Гохштейн, А. Я. Гохштейн. Ж. физ. химии, 34, 1960, 494.
3. J. E. B. Randles, Trans Faraday Soc., 44, 1948, 327.
4. R. Nicholson, J. Shain. Analyt. Chem., 37, 1965, 1351.
5. Я. П. Гохштейн, Л. А. Генкина, А. М. Демкин. Ж. физ. химии, 34, 1960, 2308.



Г. Л. ГРИГОЛИЯ, Г. О. ХМАЛАДЗЕ

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ S_B ДЖОНСОНА
 МЕТОДОМ СРЕДНЕГО ПРАВДОПОДОБИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Г. Сванидзе 6.3.1978)

Оценка параметров выборочного распределения эмпирических данных является одним из важных вопросов гидрологических расчетов. Наиболее точным и эффективным среди многих других методов оценки считается метод наибольшего правдоподобия, который дает приемлемый результат тогда, когда форма логарифмической функции правдоподобия близка к квадратичной. Если указанная функция зна-

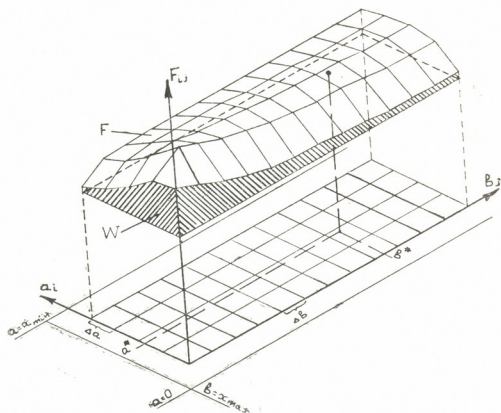


Рис. 1. Поверхность функции правдоподобия F и объем под ней W при определении параметров S_B распределения; x_{\min} , x_{\max} — минимальное и максимальное значение эмпирического ряда, a^* , b^* — оценки нижнего и верхнего предела методом среднего правдоподобия

чительно отличается от квадратичной формы, тогда оценка среднего правдоподобия, определяемая выражением

$$\bar{\theta} = \int_{-\infty}^{\infty} \theta L(\theta) d\theta / \int_{-\infty}^{\infty} L(\theta) d\theta, \quad (1)$$

является оценкой с наименьшей среднеквадратической ошибкой при любом объеме выборки и будет более эффективной, чем оценки, полученные другими методами [1].



Преимущество выборочной оценки среднего правдоподобия над оценкой максимального правдоподобия состоит в том, что первая учитывает форму всей функции правдоподобия, в то время как вторая характеризует только одну точку функции.

До сих пор в гидрологических расчетах метод среднего правдоподобия был использован только для оценки параметров кривой Пирсона I типа [2], его применение для оценки параметров распределения S_B Джонсона, по нашему убеждению, устранит некоторые условия, ограничивающие широкое использование этого распределения.

Плотность ограниченного с двух сторон распределения S_B Джонсона имеет следующий вид:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma_\tau \sqrt{2\pi}} \frac{b-a}{(x-a)(b-x)} \exp \left\{ -\frac{1}{\sigma_\tau^2} \left[\ln \left(\frac{x-a}{b-x} \right) - m_\tau \right]^2 \right\}, \quad (2)$$

где нижняя граница a характеризует центр распределения, верхняя — b является параметром масштаба; m_τ и σ_τ — математическое ожидание и

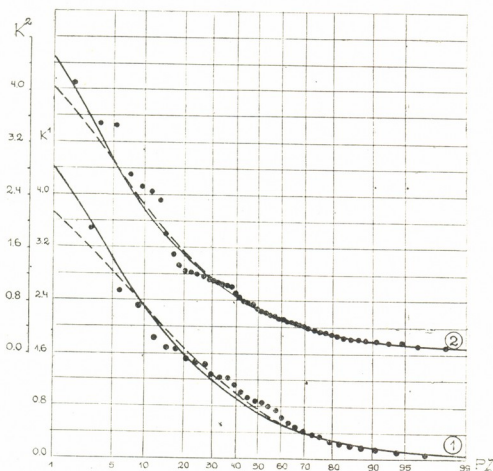


Рис. 2. Эмпирические (точки) и аппроксимирующие кривые распределения S_B Джонсона, подобранные методом среднего правдоподобия (непрерывная линия) и методом наибольшего правдоподобия (прерывистая линия) для р. Ишим (Целиноград) (1) и р. Тобол (Курган) (2)

среднеквадратическое отклонение нормальной последовательности $\tau_i = \ln [(x_i - a)/(b - x_i)]$, $x_i = Q_i/\bar{Q}$ — наблюдаемые значения [модульного коэффициента среднего расхода воды Q_i].

Разделим диапазоны изменения нижней и верхней границ S_B распределения соответственно на m и k интервалов и в середине этих интервалов $a_i = \Delta a (i - 0,5)$ $i = 1, 2, \dots, m$ и $b_j = \Delta b (j - 0,5)$ $j = 1, \dots, k$ (см. рис. 1) определим функцию правдоподобия по формуле

$$f_{ij}(x_1, x_2, \dots, x_t, \dots, x_n, a_i, b_j) = \frac{b_j - a_i}{\sigma_{vij}^n (2\pi)^n \prod_{t=1}^n (x_t - a_i)(b_j - x_t)} \exp\left(-\frac{n-1}{2}\right), \quad (3)$$

где $t=1, 2, \dots, n$ — число наблюдаемых данных, а m_τ и σ_τ — оценки по формуле

$$m_{vij} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \ln \left(\frac{x_t - a_i}{b_j - x_t} \right) \quad \text{и} \quad \sigma_{vij} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n \left[\ln \left(\frac{x_t - a_i}{b_j - x_t} \right) - m_{vij} \right]^2}. \quad (4)$$

Вычислив объем под функцией правдоподобия (см. рис. 1)

$$W = \iint f_{ij}(x_1, x_2, \dots, x_i; a_i, b_j) \Delta a \Delta b = \Delta a \Delta b \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^k f_{ij}, \quad (5)$$

нормируем функцию правдоподобия, определенного по формуле (3) и получаем двумерную функцию плотности вероятности

$$f_{ij}^n = f_{ij} \left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^k f_{ij} \right). \quad (6)$$

Тогда оценка среднего правдоподобия для границ S_B распределения будет иметь следующий вид:

$$\alpha^* = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^k a_i f_{ij}^n = \sum_{i=1}^m a_i \sum_{j=1}^k f_{ij}^n, \quad (7)$$

Параметры распределений S_B Джонсона для годового стока, полученные методом среднего правдоподобия (верхняя строка— $m=5, k=10, 50$ точек; нижняя строка— $m=10, k=20, 200$ точек)

Река (пункт)	\bar{Q} м ³ /сек	C_V	C_S	a	b	m_τ	σ_τ
Тобол (г. Курган)	45,7	0,95	2,85	0,054	8,83	-2,553	1,122
				0,054	8,88	-2,558	1,119
Уй (с. Степное)	5,65	0,81	2,35	0,095	6,30	-2,168	1,163
				0,095	6,30	-2,166	1,163
Ишим (г. Целиноград)	6,33	0,81	1,46	0,026	6,67	-2,179	1,210
				0,026	6,74	-2,189	1,208
Чаглинка (с. Павловка)	1,30	0,75	1,87	0,146	6,36	-2,248	1,146
				0,148	6,31	-2,240	1,149
Шидерты (свх. Экибастуз)	2,28	1,03	2,26	0,013	7,46	-2,457	1,435
				0,013	7,49	-2,461	1,433
Селеты (с. Ильинское)	5,69	0,90	2,07	0,039	7,27	-2,367	1,281
				0,039	7,30	-2,372	1,279
Нура (с. Сергиепольск.)	6,02	0,88	1,76	0,027	6,56	-2,211	1,276
				0,027	6,60	-2,218	1,274
Чурбай—Нура (с. Центр. Хутор)	6,29	0,89	1,69	0,036	4,49	-1,812	1,505
				0,037	4,25	-1,740	1,534
Джакси-Сари-Су (с. Сари-Су)	0,69	0,93	2,32	0,015	6,70	-2,170	1,190
				0,015	6,72	-2,174	1,189

$$b^* = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^k b_j f_{ii}^n = \sum_{j=1}^k b_j \sum_{i=1}^m f_{ij}^n, \quad (8)$$

а параметры m_τ и σ_τ определяются с помощью формул (4).

В таблице приводятся оценки параметров некоторых рек для двух вариантов значений m и k , из которой видно, что их изменение на результаты расчетов не влияет.

На рис. 2 приводятся эмпирические и аппроксимирующие кривые обеспеченности S_B распределения с параметрами, полученными методом среднего правдоподобия и наибольшего правдоподобия с применением скользящей сетки [4]. Метод среднего правдоподобия применительно к S_B распределению лишен некоторых условностей и не требует допущений, характерных для метода скользящей сетки и его можно рекомендовать для широкого практического применения.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 10.4.1987)

ჰიდროლოგია

ბ. გრიგოლია, გ. ხმალაძე

ჯონსონის S_B განაწილების პარამეტრების შეფასება საშუალო დამაჯერებლობის მეთოდით

რეზიუმე

ჰიდროლოგიურ განგარიშებებში ჯონსონის S_B განაწილების პარამეტრების შეფასებისათვის გამოყენებულია საშუალო დამაჯერებლობის მეთოდი. კონკრეტული მაგალითების ანალიზით ნაჩვენებია ამ მეთოდის პრაქტიკული გამოყენების შესაძლებლობა.

HYDROLOGY

G. L. GRIGOLIA, G. O. KHMALADZE

ASSESSMENT OF JOHNSON S_B DISTRIBUTION PARAMETERS BY THE MIDDLE LIKELIHOOD METHOD

Summary

The middle likelihood method is applied for the assessment of Johnson S_B distribution parameters in hydrological estimations. By analysing concrete examples the feasibility of practical applications of this method is shown.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Дженкинс, Д. Ваттс. Спектральный анализ и его приложения, вып. 1. М.; 1971.
2. Н. Кодуа. Научные труды ГПИ, № 10 (225). Тбилиси, 1982, 94—101.
3. Г. Г. Сванидзе, Г. Л. Григолия. Водные ресурсы, № 6, 1974, 45—59.
4. M. Schramm. Ein Parameterschätzverfahren für die Johnson—Verteilung. "Acta Hydrophysica". Berlin, 1985, 29, № 1., s. 71—81.

Н. Ш. САЛУКВАДЗЕ, Е. А. ЦАГАРЕЛИ, В. Д. ЭПИТАШВИЛИ,
Т. Т. ГАВТАДЗЕ, М. Ш. ЧУБЕНИДЗЕ

К ВОПРОСУ О СООТНОШЕНИИ КОМПЛЕКСОВ ФАУНЫ И ФЛОРЫ ПАЛЕОГЕНА АБХАЗИИ

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 4.11.1986)

Одним из наиболее дискуссионных вопросов в стратиграфии палеогена, да и других систем фанерозоя, был и остается вопрос корреляции биостратиграфических подразделений, выделенных по разным группам ископаемой фауны и флоры. В предлагаемой статье делается попытка выяснить соотношение некоторых границ биостратиграфических подразделений палеогена Абхазии (западная часть Закавказского межгорного прогиба). Изучение характера изменения во времени нуммулитов, планктонных фораминифер, моллюсков, нанопланктона и морских ежей показало, что часто границы биостратиграфических единиц, установленных по этим группам, примерно совпадают или близки между собой, но нередко наблюдается и их смещение. Соотношение комплексов вышеназванных групп ископаемых органических остатков указывает, что нижняя граница палеогеновой системы в Абхазии отбивается однозначно. Оно проходит в подошве датского яруса, т. е. по нижней границе зон *Biantholithus sparsus* по нанопланктону, *Globorotalia pseudobulloides* по мелким фораминиферам и *Cycloster danicus* по морским ежам. Уровень этой границы практически совпадает с уровнем нижней границы слоев с *Hercoglossa danica* и с верхней границей слоев с *Lepidorbitoides socialis*.

Границы зон по нанопланктону и планктонным фораминиферам в нижнем палеоцене в большинстве случаев не совпадают, что, по-видимому, обусловлено асинхронностью эволюционного развития названных групп. В отложениях верхней части нанопланктоновой зоны *Fasciculithus tympaniformis* в Центральной Абхазии выделяются слои с *Arca montensis* (магарские слои), охарактеризованные следующим комплексом моллюсков: *Arca cf. montensis* Cossm., *Cucullaea volgensis* Barb. de Marn., *C. arcaeformis* Netsch., *C. montensis* Vinc., *Spondylus menneri* Makar., *Sp. aff. menneri* Makar., *Ostrea sp. ind.*, *Crassatella excelsa* Cossm., *Venericardia volgensis* (Barb. de Marny), *v. pectuncularis* (Lam.), *Cyprina cf. morrisi* Sow., *Nemocardium cf. edwardsi* (Desh.), *Pitar duponti* (Cossm.), *P. montensis* (Cossm.), *Panope sp. ind.*, *Turritella compta* Desh., *Calyptrea montensis* Cossm. Заметим, что по составу фауна этих слоев весьма сходна с фауной инкерманского региона Крыма [1].

В верхнепалеоценовых разрезах Центральной и Восточной Абхазии (с. Новый Афон, р. Эрисцкали) в слоях с *Discocyclusina seunesi* выделяются три зоны по нанопланктону: *Heliolithus kleinpelli*, *Discoaster gemmeus*,



Heliolithus riedeli и *Discoaster multiradiatus*. Нижняя, большая часть верхней зоны соответствует слоям с *Gryphaea antiqua* (Келасурские слои) Цебельдинского структурно-фациального района. В этих слоях найдены: *Succullaea volgensis* Barb. de Marn., *S. cf. arcaeformis* Netsch., *Chlamys prestwichi* (Mor.), *Pseudamussium corneum* Sow., *Spondylus menneri* Makar., *Ostrea* (*Cymbulostrea*) *cf. crimensis* Zubk., *O. resupinata* Desh., *O. sp. ind.*, *Gryphaea cf. antiqua* Schwet., *Gr. sinzowi* (Netsch.), *Amphidonta* (*Gryphaeostrea*) *lateralis* (Nilss.), *Venericardia cf. pectuncularis* (Lam.), *Cyprina cf. morrissi* Sow., *Cardium trifidum* Desh., *Nemocardium cf. edwardsi* (Desh.), *Teredo aff. norwegica* Spengl., *Pleurotomaria tadjikistanica* Mir., *Nautilus aff. cassinianus* Foord a Crick. Келасурский комплекс моллюсков сопоставляется с качинским региоярусом (верхний палеоцен) бахчисарайского разреза Крыма. Зона *Discoaster multiradiatus* по нанопланктону в разрезах Адлерской депрессии примерно соответствует зоне *Acarinina acarinata* по планктонным фораминиферам (нижняя часть лапстинской свиты). Верхняя граница палеоцена в Абхазии совпадает с верхней границей этих зон и слоев с *Discocyclusina seunesi*.

В Центральной Абхазии граница между палеоценом и эоценом проводится между слоями с *Discocyclusina seunesi* и *Nummulites exilis*. Ниже этого рубежа в Восточной Абхазии по нанопланктону устанавливается зона *Discoaster multiradiatus*, а выше — зона *Discoaster diastipus*. Нижняя часть последней в Адлерской депрессии соответствует зоне *Globorotalia subbotinae* по планктонным фораминиферам, причем нижние границы зон практически совпадают.

В верхних слоях лапстинской свиты Адлерской депрессии по нанопланктону выделяется зона *Discoaster lodoensis*, а по планктонным фораминиферам — *Globorotalia aragonensis*. Нижние границы этих зон несинхронны, верхние же границы почти совпадают. Этот рубеж соответствует границе между нижним и средним эоценом [2].

В изученных нами разрезах Абхазии верхняя граница нижней зоны среднего эоцена — *Discoaster sublodoensis* проходит, очевидно, внутри зоны *Acarinina bullbrookii* по планктонным фораминиферам.

В верхней части нуммулитовых известняков, обнажающихся в окрестностях с. Новый Афон (Центральная Абхазия) и по р. Эрисскали (Восточная Абхазия), содержатся: *Nummulites nitidus* Desh., *N. irregularis* Desh., *N. murchisoni* Brun. В этих же слоях устанавливается нижнеэоценовая зона *Marthasterites tribrachiatum* по нанопланктону. По р. Гумиста в интервале этой зоны присутствуют мелкие фораминиферы зоны *Globorotalia aragonensis*.

В отложениях эгрисской свиты (аналог кумской свиты Северного Кавказа), охарактеризованной комплексом микрофораминиферной зоны *Globigerina turcmenica*, выделяется зона *Discoaster saipanensis* по нанопланктону. При этом нижняя и верхняя границы последней несколько смещены кверху по отношению к таковым зоны *Globigerina turcmenica*. Отложения эгрисской свиты содержат также чешуи *Lygolepis caucasica* Rom., а также *Nummulites incrassatus* de la Harpe и *N. chavanensi* de la Harpe. Следует осметить, что в других разрезах Закавказья отложения эгрисской свиты (слои с *Lygolepis caucasica*, кофейные мергели, лиролепидовая свита) содержат верхнеэоценовые нуммулиты [3].



Выше в слое с *Lygolepis caucasica* (эгрисская свита) в Центральной и Восточной Абхазии залегают породы аргветской свиты. В Адлерской депрессии последней, по-видимому, соответствуют кдиданская и мацестинская свиты. В нижней, большей по мощности части аргветской свиты содержатся планктонные фораминиферы зоны *Globigerapsis tropicalis*. Она, скорее всего, соответствует зоне *Globigerapsis tropicalis* и крупных глобигерин Северного Кавказа [4]. В верхней, значительно меньшей по мощности части аргветской свиты по мелким фораминиферам устанавливается зона *Globorotalia centralis*. В отложениях названной свиты, за исключением ее самой нижней и верхней частей, по нанопланктону выделяются три зоны (снизу вверх): *Chiasmolithus oamaruensis*, *Istmolithus recurvus* и *Sphenolithus pseudoradians*. Нижняя граница первой из них находится несколько выше нижней границы зоны *Globorotalia tropicalis*. Нижняя граница зоны *Sphenolithus pseudoradians* отбивается чуть ниже нижней границы зоны *Globorotalia centralis* по планктонным фораминиферам. В верхних слоях аргветской свиты находятся также многочисленные бентосные фораминиферы, которых выделяют как зону *Bolivina antegressa*. Нижняя граница этой зоны, по-видимому, проходит ниже той же границы зоны *Globorotalia centralis*.

В карбонатных глинах хадумской свиты (нижний олигоцен) по планктонным фораминиферам выделяется зона *Globigerina tapuriensis*. По палеонтологическому характеру эта зона легко коррелируется с одноименной зоной Северного Кавказа [4]. В этих же образованиях Абхазии устанавливается зона *Clausicococcus subdistichus*. Нижняя граница зоны проводится по исчезновению *Discoaster saipanensis* Braml. et Riedel. Эта граница точно не совпадает с подошвой хадумской свиты, а следовательно, и с нижней границей зоны *Globigerina tapuriensis*. Она проходит несколько ниже кровли аргветской свиты. Рассматриваемые отложения хадумской свиты содержат *Planorbella*. Они соответствуют слоям с *Nucula compta* нижнего олигоцена Кавказа.

Академия наук Грузинской ССР

Геологический институт

им. А. И. Джанелидзе

(Поступило 13.11.1986)

გეოლოგია

ბ. სალუშვაძე, ე. ცაგარელი, ვ. ვაიტაშვილი, თ. ლავთაძე, ვ. ჩუბინიძე

აფხაზეთის პალეოგენური ფაუნის და ფლორის კომპლექსების
შეპირისპირების საკითხისათვის

რეზიუმე

განხილულია აფხაზეთის პალეოგენის ბიოსტრატეგრაფიული ერთეულების შეპირისპირების საკითხები, რომლებიც გამოყოფილია ნუმულიტების, პლანქტონური ფორამინიფერების, შოლუსკების, ზღვის ზღარბების და ნანო-პლანქტონის შესწავლის საფუძველზე.

N. Sh. SALUKVADZE, E. A. TSAGARELI, V. D. EPITASHVILI, T. T. GAVTADZE,
M. Sh. CHUBINIDZE

ON THE CORRELATION OF COMPLEXES OF ABKHAZIAN FAUNA AND FLORA

Summary

Based on the study of nummulites, planktonic foraminifers, molluscs, sea urchines and nannoplankton, the correlation of biostratigraphic units of Abkhazia is discussed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Ш. Салуквадзе, В. Д. Эпиташвили. Сообщения АН ГССР, 104, № 3, 1981.
2. Н. Ш. Салуквадзе, Е. А. Цагарели. Сообщения АН ГССР, 111, № 1, 1983.
3. Н. Ш. Салуквадзе, Е. А. Цагарели. Сообщения АН ГССР, 98, № 1, 1980.
4. В. А. Крашенинников, Н. Г. Музылев. Вопросы микропалеонтологии, вып. 18, 1975.

А. Г. ТВАЛЧРЕЛИДZE, А. Г. МАГАЛАШВИЛИ

ЗОНАЛЬНОСТЬ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО ОРУДЕНЕНИЯ МЕРИССКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

(Представлено академиком Г. А. Твалчрелидзе 20.3.1987)

Современные представления о зональности рудных райсов и полей зародились в 20—30-е гг. нашего столетия благодаря критике С. С. Смирновым [1] известной схемы В. Х. Эммонса [2]. Второй из них зональное расположение различных по составу постмагматических месторождений вокруг родоначальных плутонов рассматривал как результат закономерного изменения состава рудоносного флюида, а первый — как следствие последовательного («пульсационного») отщепления от магм различного по своему составу гидротермальных растворов. Д. С. Коржинский [3] обе эти схемы подвергал сомнению, предложив взамен представление о рудной зональности, обусловленной взаимодействием рудоносного раствора с вмещающими породами.

Ю. А. Билибин [4] первым показал, что зональность может быть прямой при прогрессивном развитии рудообразовательного процесса или обратной, когда оруденение формируется ретроградно. Д. В. Рундквист и И. Я. Неженский [5] при этом утверждают, что в первом случае вокруг плутонов образуется центробежный тип зональности, а во втором — центростремительный.

Между тем, в настоящее время накапливается обильный геологический материал, показывающий, что на всех трех таксономических уровнях проявления зональности [6] — металлогеническом, региональном и локальном — могут наблюдаться существенные отклонения от генерального тренда. Такие случаи описаны Г. А. Твалчрелидзе [7] для зональности металлогенической и А. С. Лапуховым [8] для локальной зональности рудных тел. Интересно отметить, что этот исследователь показал неоднократное воспроизведение отдельных элементов зональности в вертикальном разрезе месторождений и назвал этот тип зональности ритмичным. В дальнейшем ритмичная локальная зональность неоднократно описывалась в литературе, в том числе и нами на примере месторождений Мерисского рудного поля [9].

Ритмичный тип региональной зональности еще не исследован. Единственным намеком на возможность его существования является статья А. Н. Барышева [10] о т. н. «колчеданном шаге», в которой показано наличие четко определенных расстояний в геологических структурах между отдельными месторождениями. Заинтересовавшись этим вопросом вплотную, мы попытались выяснить, намечается ли определенная ритмичность в чередовании типов месторождений и рудопроявлений на Мерисском рудном поле, которое многими исследователями приводится в качестве примера проявления классической горнзональной и вертикальной рудной зональности.

Мерисское рудное поле является типичным представителем постмагматической рудной системы. Рудное поле представлено отдельными жильными полиметаллическими (в основном медь + свинец + цинк) телами, окруженными ореолами кварц-серицитовых метасоматитов, рассекающими эоценовые трахибазальт-риолитовые вулканы и рас-

положенные по периферии небольших выходов (не более 30—40 км²) Мерисского и Намонастреви-Чалатского габбро-сиенит-диоритовых плутонов (рис. 1). В качестве показателя зональности, определяющего медный или полиметаллический профиль оруденения, был выбран десятичный логарифм отношения запасов (по промышленным категориям) меди к суммарным запасам свинца и цинка $\left(\lg \frac{\text{Зап. Cu}}{\text{Зап. (Pb+Zn)}}\right)$.

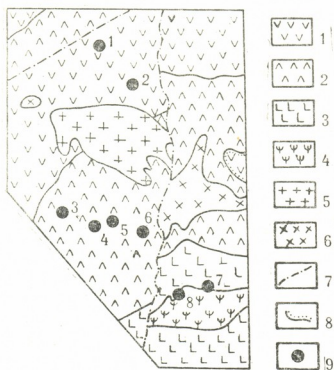


Рис. 1. Геологическая схема Мерисского рудного поля (по Т. А. Мехи, с дополнениями авторов): 1 — верхний эоцен-олигоцен (?), трахибазальт-трахиандезит-андезитовые вулканы и их туфы; 2 — верхний эоцен, известково-щелочные рогово-обманковые андезиты, субщелочные базальты, трахибазальты, трахиандезиты и их пирокластиты; 3 — средний эоцен, базальты, андезиты, дациты и их туфы; 4 — средний эоцен, субщелочные и известково-щелочные андезитовые туфы; 5 — сиениты, сиенито-диориты, диориты Мерисского плутона; 6 — габбро, монзониты, сиениты Намонастреви-Чалатского плутона; 7 — разрывные нарушения; 8 — трансгрессивные геологические границы; 9 — месторождения и рудопроявления (цифры на схеме): 1 — Вайо; 2 — Сурнали; 3 — Годердзисцкали; 4 — Велибури; 5 — Верхнала; 6 — Цкалбокела; 7 — Вараса; 8 — Обо-Канлы-Кая

На рис. 2 показано изменение показателя зональности в зависимости от удаления месторождений от некоторой линии, проведенной

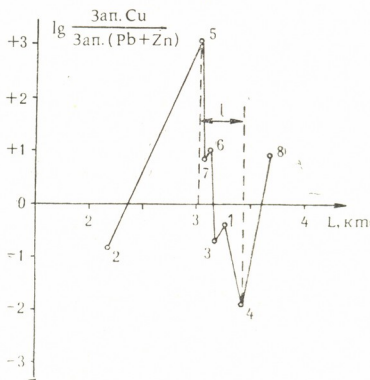


Рис. 2. График зависимости $\lg \frac{\text{зап. Cu}}{\text{зап. (Pb+Zn)}}$ от расстояния до медианы интрузив (L). Цифровые обозначения месторождений см. на рис. 1. Показан шаг зональности (l)

через точки проекции на горизонтальную плоскость средневзвешенных (для каждого поперечного сечения) центров выходов плутонов (L).

Таким образом, в первом приближении выбранная линия, относительно которой определяется положение рудных тел в зональном ряду, представляет собой медиану сложной геометрической фигуры, определяющей контуры плутонов. Представленная зависимость носит ярко выраженный периодический (ритмичный) характер. Шаг такой зональности l (среднее расстояние между объектами, максимально обогащенными медью, с одной стороны, и свинцом и цинком, с другой, или, исходя из алгебраических соображений, половина длины волны гармонической функции) составляет 800 м.

Анализ зональности Мерисского рудного поля в макромасштабе вскрыл практически закономерности, характерные для отдельных рудных тел [3]. Математическое моделирование возникновения ритмичной зональности полиметаллических жильных месторождений, выполненное А. Г. Твалчрелидзе и Д. В. Патаридзе [11], установило связь ее генезиса с конкурирующими неравновесными реакциями осаждения разных сульфидов цветных металлов. Последние кинетически регулируются различной температурной зависимостью эффектов пересыщения раствора сульфидными формами разных цветных металлов. Принципиально сходный механизм возможно допустить и в случае образования зональности региональной, особенно если рудогенез имеет место в термоградиентном поле остывающих интрузивов. Поскольку, как было показано теоретически [12], палеотемпературный градиент центробежно убывает по мере удаления от интрузива, ритмичная зональность также имеет центробежную направленность, что в общем случае уже отмечалось в геологической литературе [13]. В наших последующих публикациях будет представлена математическая модель ритмичной региональной зональности, однако уже сейчас можно сделать очень важный вывод, что такая зональность может возникнуть исключительно при наличии в пределах рудного поля единой рудно-магматической системы.

Академия наук Грузинской ССР
 Геологический институт
 им. А. И. Джанелидзе

Кавказский институт
 минерального сырья
 им. А. А. Твалчрелидзе

(Поступило 2.4.1987)

გეოლოგია

ა. თვალჯირიძე, ა. მალაფივილი

პოლიმეტალური გამადნობის ზონალობა მერისის მადნიანი ველის ფარგლებში

რეზიუმე

პირველად, მერისის მადნიანი ველის ძარღვეული პოლიმეტალური საბადოების მაგალითზე დადგენილია რეგიონალური ზონალობის რიტმული ტიპი. ეს ზონალობა გამოხატულია სპილენძისა და ტყვია-თუთიის მარაგების შეფარდების ლოგარითმისა და მადანწარმოქმნელ პლუტონებისაგან საბადოების დაშორების ურთიერთდამოკიდებულების პარამონიული ფუნქციით. გამადნობის რიტმული ზონალობა ხასიათდება გარკვეული ბიჯით. რეგიონალური ზონალობის ასეთი ტიპი შეიძლება აიხსნას პლუტონის თერმოგრადიენტულ ველში მიმდინარე მეტალთა სულფიდების გამოლექვის არაწონასწორული ურთიერთდამოკიდებული რეაქციებით.

A. G. TVALCHRELIDZE, A. G. MAGALASHVILI

ZONATION OF POLYMETALLIC MINERALIZATION AT THE MERISI ORE-FIELD

Summary

A rhythmic type of regional zonation has been determined in polymetallic lode deposits of the Merisi ore-field for the first time. This type of zonation results from harmonic alteration of the logarithm of Cu reserves/Pb+Zn reserves ratio versus the distance from the deposits to ore-bearing plutons. Rhythmic regional zonation may be explained by competitive chemical reactions of metallic sulphides deposition in the thermogradient field of the cooling pluton.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. С. Смирнов. Изв. АН СССР, сер. геол., № 6, 1937, 1071—1082.
2. W. H. Emmons. The principles of economic geology, N. Y.: McGraw Hill Book Co., Inc., 1940.
3. Д. С. Коржинский. Теория метасоматической зональности. М., 1969.
4. Ю. А. Билибин. Зап. Всесоюз. мин. о-ва, вып. 2, 1951, 81—87.
5. Д. В. Рундквист, И. Я. Неженский. Зональность эндогенных рудных месторождений. Л., 1975.
6. В. И. Смирнов. Геология полезных ископаемых. М., 1982.
7. Г. А. Твалчрелидзе. Опыт систематики эндогенных месторождений складчатых областей. М., 1966.
8. А. С. Лапухов. Зональность колчеданно-полиметаллических месторождений. Новосибирск, 1975.
9. А. Г. Магалашвили, А. Г. Твалчрелидзе. Сообщения АН ГССР, 120, № 2, 1985, 345—348.
10. А. Н. Барышев. ДАН СССР, 236, № 2, 1977, 408—410.
11. А. Г. Твалчрелидзе, Д. В. Патаридзе. Тез. докл. XVII съезда Всесоюз. мин. о-ва. Л., 1987, 236—238.
12. В. Г. Золотарев. Геохимия, № 7, 1983, 945—957.
13. Г. Г. Бунни. Сб. «Гидрогеология и гидрогеохимия подземных вод Дагестана». Махачкала, 1984, 147—153.

Г. А. ЧИХРАДЗЕ

О ДИАБАЗОВЫХ (ДОЛЕРИТОВЫХ) ДАЙКОВЫХ ПОРОДАХ ВЕРХОВЬЕВ р. АССЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. И. Схиртладзе 25.6.1987)

Дайки диабазов широко распространены в аспидносланцевой толще нижней юры (плинсбах-ранний тоар), составляя полосу шириной около 8 км, представляющую собой восточное продолжение «Казбегского диабазового пояса» [1]. В этой толще пройдет Архотский тоннель Кавказской перевальной железной дороги (АТ КПЖД). Подавляющее большинство даек диабазов залегает в плоскостях кливажа, падает на СЗ 330—340°, угол 70—75° и располагается почти вкрест направления намеченной трассы АТ КПЖД. Дайки вместе с аспидносланцевой вмещающей толщей повернуты от общекавказского — СЗ направления на ЮЗ, образуя известный [2] коленообразный изгиб, обусловленный левосторонним сдвигом, связанным, вероятно, с разломом в фундаменте. Мощность даек диабазов изменяется от нескольких см до 50 м, преобладают маломощные — 0,1—1 м.

Самые мощные (до 50 м) дайки диабазов залегают в виде пачки в ущ. р. Колотанисцкали на расстоянии 250 м. Эта пачка диабазов является СВ продолжением вулканического комплекса Чимгисклде и практически ограничивает с юга «диабазовый пояс». Дайковые диабазы распространены неравномерно как на площади, так и в разрезе. Наибольшая их концентрация наблюдается на участке между р. Ковгра (правый приток р. Ассы) и развалинами Горгу (рис. 1), где на расстоянии 5 км имеется 190 даек суммарной мощностью 510 м. Севернее и южнее этого участка встречаются лишь единичные дайки. В разрезе современного рельефа сверху вниз увеличивается количество даек.

Большинство описанных даек располагается на расстоянии от десятка метров до 1 км от трассы КПЖД как в плане, так и в разрезе. Они непременно выйдут на трассу, но в каком количестве и в какой форме, неизвестно.

Привлекает внимание то обстоятельство, что в результате процессов контактного влияния дайкообразующего базальтового расплава на вмещающие аспидные сланцы дайки как бы спаяны со сланцами и часто образуют скалистый рельеф, более устойчивый к разрушению, чем рельеф, сложенный только одними глинистыми сланцами.

Характерно также, что значительная часть дайковых пород будинирована. Отдельные части их нередко оторваны друг от друга и перемещены на несколько метров в результате механических движений. По этой же причине маломощные дайки катаклазированы и рассланцованы с исчезновением офитовой структуры. Мощные дайки менее под-

вержены разрушению и в них обычно сохранена первичная структура; зеленокаменное перерождение претерпели все диабазовые дайки.

От северного портала Архотского тоннеля на юг, до слияния рр. Архотис- и Колотанискала, в нижнем течении последней распространены авгит-лабрадоровые диабазы и диабазпорфиры, в которых кристаллы авгита частично или полностью уралитизированы, — это т. н. ассинский тип диабазов [3], к югу же развиты в основном альбитовые диабазы и диабаз-порфиры — колотанский тип. Эти два типа пород по химическому составу одинаковы, но отличаются друг от друга по степени их вторичных изменений. При этом они идентичны дайковым диабазам Дарьяльского ущелья (таблица). Из этих анализов видно, что все породы относятся к натровому ряду ($\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} > 4$), содержание калия в них составляет десятые доли процента, что сближает их с толентовыми базальтами.

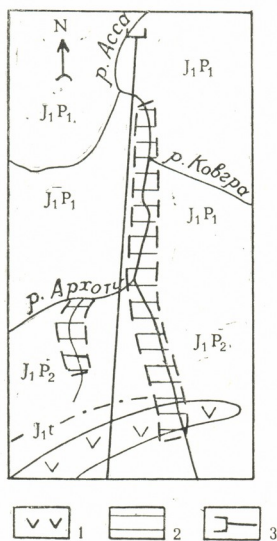


Рис. 1. Схема распространения дайковых диабазов в верховьях р. Ассы: 1—диабазы и порфиры Чимгисклде, 2—участок концентрации дайковых диабазов, 3—северный портал Архотского тоннеля

Кроме охарактеризованных выше дайковых диабазов, встречаются единичные маломощные сильнокарбонатизированные дайки порфиритов, секущие толщи глинистых сланцев в субмеридиональном направлении в ущ. р. Цхаростава.

Наконец, следует отметить, что система дайковых диабазов является индикатором процесса возникновения трещин в земной коре и быстрого выполнения их базальтовым расплавом. Суммарная ширина трещин, судя по мощности даек, вдоль трассы АТ КПЖД составляла 600 м на расстоянии 7500 м. Образование и заполнение трещин, возможно, произошло в два этапа: диабазы колотанского вулканического комплекса внедрились в ранней юре, а ассинского комплекса — в сред-

Химический состав дайковых диабазов верховьев р. Ассы и Дарьяльского ущелья
 (публикуется впервые)

Окис- лы	О б р а з ц ы												
	1) $\frac{22}{84}$	2) $\frac{26}{84}$	3) $\frac{27}{84}$	4) $\frac{104}{84}$	5) $\frac{90}{84}$	6) $\frac{93}{84}$	7) $\frac{94}{84}$	8) $\frac{96}{84}$	9) $\frac{1223}{69}$	10) $\frac{1934}{69}$	11) $\frac{19}{70}$	12) $\frac{31}{70}$	13) $\frac{572}{71}$
SiO ₂	50,50	49,25	51,31	49,81	48,90	51,42	51,04	56,56	46,25	46,42	50,98	51,93	48,74
TiO ₂	1,01	1,17	1,52	1,94	0,90	1,12	1,37	1,28	1,24	1,46	1,10	1,08	1,62
Al ₂ O ₃	17,70	16,92	14,73	13,65	18,29	14,28	16,32	14,11	15,69	15,90	16,17	16,70	15,13
Fe ₂ O ₃	9,80*	10,73*	10,67*	12,35*	3,39	4,67	3,85	9,00*	1,58	1,48	0,62	1,76	2,11
FeO					4,95	7,10	6,39		7,84	9,05	8,82	7,38	9,54
MnO	0,16	0,18	0,19	0,22	0,17	0,24	0,25	0,14	0,19	0,28	0,14	0,11	0,15
CaO	6,82	8,79	8,65	7,46	8,75	7,90	9,09	3,39	9,45	8,40	10,80	11,48	9,90
MgO	7,10	7,08	7,00	6,07	6,59	6,13	4,06	6,55	10,97	10,00	8,10	6,36	6,55
Na ₂ O	2,70	2,46	2,30	3,20	2,80	3,20	3,50	4,09	2,36	2,64	2,20	2,36	2,95
K ₂ O	0,01	0,72	0,03	0,02	0,50	0,20	0,06	0,20	0,20	0,20	0,58	0,14	0,33
SO ₃	0,18	0,01	0,05	0,12	нет	нет	нет	0,02	нет	нет	нет	нет	0,47
P ₂ O ₅	0,06	0,21	0,35	0,54	0,23	0,26	0,40	0,21	0,48	0,52	0,13	0,60	0,39
H ₂ O	0,10	0,05	0,13	нет	0,24	0,17	0,23	0,08	0,16	0,16	нет	нет	0,14
П.п.п.	3,71	2,43	3,19	4,60	3,98	3,63	3,03	4,56	0,32	3,32	нет	0,06	1,94
Сумма	99,94	100,00	100,12	99,98	99,69	100,32	99,76	99,05	100,00	99,83	99,64	99,96	99,96

Дабрадоровые диабазы: 1—4—из ущ. р. Ассы; 11—13—из ущ. р. Терек; альбитовые диабазы: 5—8—из ущ. р. Колотанисцкали, 9—10—из ущ. р. Терек.

Аналитики: В. Миндин (анализы 1—4, 8), Ш. Беридзе (5—7), А. Латария (9—13).

Примечание: *—определено суммарное железо.

ней юре или миоцене. После этого явления участок стабилизировался, стал практически амагматичным. Четвертичный вулканизм, широко развитый западнее, в истоках рр. Мтиулетской Арагви и Терека, в полосе распространения дайковых диабазов верховьев р. Ассы не проявился.

Академия наук Грузинской ССР
 Геологический институт
 им. А. И. Джанелидзе

(Поступило 1.10.1987)

გეოლოგია

ზ. ჩინბაძე

მდ. ასას სათავეების დიაბაზური (დოლერიტული) დიკაზის შემსახვ
 რეზიუმე

დიაბაზური ქანების დიკები გავრცელებულია მდ. ასას სათავეებში პლინსბახური ასაკის თხაფიქლებში, სადაც უნდა გაიჭრას კავკასიონის საუღელტეხილო რკინიგზის გვირაბი. დიკები განლაგებულია გვირაბის ტრასის თითქმის მართობულად და უთანაბროდ არის განაწილებული როგორც თანამედროვე ეროზიულ ზედაპირზე, ისე ვერტიკალურ კრილში. მდ. ასას ხეობაში აღნუსხულია 218 დიკი, რომელთა ჯამური სიძლიავერე 616 მ-ია. აქედან რამდენი და რა სიძლიაერის დიკი ჩადის დაგეგმილი გვირაბის ტრასამდე — უცნობია.

G. A. CHIKHRADZE

ON THE DYKE DIABASES (DOLERITES) OF THE ASSA RIVER GORGE

Summary

Dykes of diabase rocks are spread in the Assa riverhead within the Pliensbachian clay-shale sequence, where the Arkhoti tunnel of the Caucasian PRR will proceed. Dykes rest almost across the tunnel draught. They are spread irregularly on the surface of the recent erosion relief and in the vertical section. In the Assa river gorge as many as 218 dykes are registered with the total thickness 616 m. The number of dykes outcropping on the planned draught as well as their thickness is unknown.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. А. Варданянц. Труды ЦНИГРИ, вып. 2, 1935.
2. Т. В. Гиоргобиани, Д. П. Закарая. Сообщения АН СССР, 107, № 1, 1982.
3. Сб. «Геологические исследования в области Перевальной железной дороги через Главный Кавказский хребет». СПб, 1914.

Н. С. ВАРДЗЕЛАШВИЛИ, М. Р. ОМАРОВА, А. С. БАТЫРМУРЗАЕВ,
Ш. А. МАГОМЕДОВ

КИНЕТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РАДИОГЕННОГО АРГОНА КАК ИСТОЧНИКИ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ МЕТАМОРФИЗМА

(Представлено академиком Г. А. Твалчрелидзе 16.10.1986)

Локский выступ кристаллического фундамента Закавказского срединного массива в качестве самостоятельной тектонической зоны обособился в альпийском цикле тектогенеза [1—4]. Что касается самого фундамента, то его возраст принято считать позднепротерозойским, а его консолидацию связывать с байкальской эпохой складчатости [5—7].

Геологическими и изотопными данными установлено, что гранитоиды Локского выступа подвергнуты воздействию многократных тектонических движений, начиная по крайней мере с раннего палеозоя и в процессе своего становления подвергались неоднократным структурным перестройкам. Установить наложенные процессы, и тем более последовательность их проявления, задача чрезвычайно трудная, поскольку тектоника, метаморфизм и магматизм маскируют первоначальный структурный план земной коры. Лишь применение К—Аг и Рb—Рb геохронометров в комплексе с кинетическими параметрами радиогенного аргона позволяет получить геохимическую информацию о процессах, сопровождавших события тектогенеза.

В этих целях нами определены кинетические параметры — коэффициент диффузии и энергия активации — радиогенного аргона породообразующих минералов гранитоидов.

Для трио минералов — роговых обманок, слюд и полевых шпатов, выделенных из роговообманковых гранитов Локского выступа, средние значения этих параметров соответственно составляют: $D_0/a^2 = (1,3 \pm 0,8) 10^6 \text{C}^{-1}$, $E = (69 \pm 9,1) \text{ ккал/моль}$; $D_0/a^2 = (1,4 \pm 0,6) 10^2 \text{C}^{-1}$, $E = (51 \pm 8,3) \text{ ккал/моль}$; $D_0/a^2 = 10^{-2} \text{C}^{-1}$, $E = (35 \pm 3) \text{ ккал/моль}$.

Зная кинетические параметры и кажущийся К—Аг возраст исследованных минералов (роговой обманки $390 \pm 0,8$; слюды 37 ± 4 и полевого шпата $20 \pm$ млн. лет), а также Рb—Рb возраст гранитоидов [5], нами по методу Амирханова и др. [8] рассчитаны температура и продолжительность прогрева гранитоидов выступа, составляющих соответственно: $T_{\text{прогрева}} = (519 \pm 65)^\circ \text{C}$ и $\tau_{\text{прогр. прогрева}} = (1,1 \pm 7) \cdot 10^4$ лет.

Для оценки возможности потерь радиогенного аргона из исследованных минералов в результате такого метаморфического воздействия по формуле Додсона [9] вычислена температура закрытия К—Аг систем для трио минералов (роговой обманки, слюды и полевого шпата). Температура закрытия К—Аг системы для роговых обма-



нок составляет $(440 \pm 48)^\circ\text{C}$, для слюд $(419 \pm 25)^\circ\text{C}$ и для полевых шпатов $(260 \pm 16)^\circ\text{C}$. Под температурой закрытия K—Ag системы имеется в виду та температура, выше которой начинаются диффузионные потери радиогенного аргона и K—Ag система становится открытой.

Беря за основу уравнения диффузионных потерь радиогенного аргона (сферической и пластинчатой геометрии зерен) [10] оценены доли радиогенного аргона, которые были потеряны роговыми обманками, слюдами и полевыми шпатами за период прогрева гранитоидов. Расчеты показали, что в течение прогрева $(1,1 \pm 7 \cdot 10^4)$ лет при температуре $(519 \pm 65)^\circ\text{C}$ потери радиогенного аргона составляли: из роговой обманки 60—70%, из слюд 85—90%, а из полевых шпатов 90—98% от первоначальных содержаний (принимая возраст гранитоидов 1200 ± 100 млн. лет). Как видим, потери ощутимые. Чтобы наглядно представить величины этих потерь, рассчитано количество радиогенного аргона, которое должно соответствовать возрасту гранитоидов 1200 ± 100 млн. лет [5]. $(^{40}\text{Ar}_0)$ рог. обм. = $0,02105$ нмм³/г; $(^{40}\text{Ar}_0)$ слюд = $0,09438$ нмм³/г; $(^{40}\text{Ar}_0)$ пол. шп. = $0,25336$ нмм³/г. При 60—70, 80—90 и 90—98%-ных потерях радиогенный аргон для роговых обманок, слюд и полевых шпатов соответственно составляет 0,01368, 0,08258 и 0,23816 нмм³/г.

Полученные данные позволяют высказать предположение, что гранитоиды Локского выступа ~390 млн. лет тому назад в течение $(1,1 \pm 7) \cdot 10^4$ лет подвергались сильному метаморфическому воздействию с температурой прогрева 500—600°C. В этих условиях породообразующие минералы, в связи с различной кристаллической структурой, имея различные температуры закрытия K—Ag систем, по-разному теряли радиогенный аргон. Подтверждением сказанного можно считать широкий спектр значений K—Ag возрастов, полученный М. М. Рубинштейном [11] и нами для породообразующих минералов гранитоидов Локского выступа. Поэтому K—Ag данные указывают не возраст, а время метаморфического преобразования пород.

Таким образом, кинетические параметры радиогенного аргона в комплексе дискордатных значений K—Ag возрастов породообразующих минералов и Pb—Pb возрастов гранитоидов можно использовать в качестве геотермометра для получения геохимической информации о процессе метаморфизма, как основном этапе преобразования гранитоидов Локского выступа.

Кавказский институт
минерального сырья

(Поступило 19.10.1986)

გეოქიმია

ბ. ვარძელაშვილი, მ. ომაროვა, ა. ბატირშურაშვილი, შ. მამოძღვრი

რადიოგენური არგონის კინეტიკური პარამეტრები როგორც
მეტამორფიზმის გეოქიმიური ინფორმაციის წყარო

რეზიუმე

მოცემულია ლოქის შვერილის გრანიტოიდების ქანთაშენ მინერალებში რადიოგენური არგონის კინეტიკური პარამეტრების შედეგები, რომლებიც K—Ag და Pb—Pb ასაკებთან კომპლექსში გამოყენებულია მეტამორფიზმის როგორც გრანიტოიდების გარდაქმნის ძირითადი ეტაპის შესახებ გეოქიმიური ინფორმაციის წყარო.

N. S. VARDZELASHVILI, M. R. OMAROVA, A. S. BATYRMURZAEV, Sh. A. MAGOMEDOV

KINETIC PARAMETERS OF RADIOGENIC ARGON AS SOURCES OF GEOCHEMICAL INFORMATION ON METAMORPHISM

Summary

The paper presents kinetic parameters of radiogenic argon of the rock-forming minerals of the Loksky jut granitoids which in combination with K—Ar and Pb—Pb ages were used as a geothermometer for obtaining geochemical information on metamorphism as the principal stage of granitoids transformation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. Д. Гамкрелидзе. Тектоника. В кн.: Геология СССР, т. X, ч. 1. М., 1964.
2. П. Д. Гамкрелидзе. Труды ГИН АН СССР, нов. сер., вып. I, 1965.
3. И. П. Гамкрелидзе. Геотектоника, № 3, 1966.
4. Ш. А. Адамия. Труды ГИН АН СССР, нов. сер., вып. 16, 1968.
5. Э. В. Соботович, Н. С. Вардзелашвили. Сб. «Геохронология Восточно-Европейской платформы и сочленения Кавказско-Карпатской системы». М., 1978.
6. Н. С. Вардзелашвили, И. Лесная. Сообщения АН СССР, 101, № 3, 1981.
7. Н. С. Вардзелашвили, Т. В. Иваницкий, Э. В. Соботович. Сообщения АН СССР, 107, № 1, 1982.
8. Х. И. Амирханов, С. Б. Брандт, А. С. Батырмурзаев. Физические основы калий-аргоновой геохронометрии. Махачкала, 1979.
9. М. Додсон. Сб. «Изотопная геология». М., 1984.
10. А. С. Батырмурзаев. Миграция калия и радиогенного аргона в минералах. Махачкала, 1982.
11. М. М. Рубинштейн. Аргоновый метод в применении к некоторым вопросам региональной геологии. Тбилиси, 1967.



СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Э. А. СЕХНИАШВИЛИ (академик АН ГССР)

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ КОДОВ (СТАНДАРТОВ)
НА СЕЙСМОСТОЙКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО В РАЗВИВАЮЩИХСЯ
СТРАНАХ

Хорошо известно, что на Земле установлены три основные зоны, три основных пояса, опасных в сейсмическом отношении. К ним относятся, во-первых, Тихоокеанский пояс со многими ответвлениями, на долю которого приходится не менее 60% всех землетрясений с энергией, равной почти 80% всей сейсмической энергии, разряжающейся на нашей планете. Затем — Средиземноморский, или Трансазиатский пояс, на который приходится более 15% всей высвобождающейся при землетрясениях энергии. И, наконец, Арктический пояс.

Ежегодно от землетрясений в мире гибнут несколько десятков тысяч человек, а материальный ущерб в год в среднем доходит до полмиллиарда долларов. Только за последние годы крупнейшие землетрясения с большими человеческими жертвами произошли в Алжире, Гватемале, Иране, Италии, Йемене, Китае, Марокко, Никарагуа, Пакистане, Перу, Румынии, США, Турции, Югославии и т. д.

На сегодня на карте мира обозначены 208 государств с населением от почти миллиарда ста миллионов человек в Китайской Народной Республике до одной тысячи человек в государстве Ватикан. По подсчетам, после 1970 г. в 52 странах произошли ощутимые землетрясения с интенсивностью более 5 магнитуд. Нормы же, стандарты и коды на сейсмостойкое строительство имеются, по неполным данным, в 27 странах, из них большинство — европейских.

Следовательно, разработка кодов, стандартов на сейсмостойкое строительство зданий и сооружений самого различного назначения и из различных строительных материалов, в частности массовых жилых домов наиболее распространенных типов, зданий гражданского и общественного назначения — школ, больниц, театров, административных зданий и т. д., — проблема более чем актуальная.

Какие же основные положения, на наш взгляд, должны быть отражены в стандартах (кодах) на сейсмостойкое строительство, в первую очередь для развивающихся стран? К ним необходимо отнести следующие:

- методы определения сейсмической опасности в заданном конкретном регионе (районе) на основании сейсмического макро- и микрорайонирования и составление карт сейсмической опасности;
- меры по созданию, а если они имеются, то по их развитию, расширению и оснащению сейсмометрической сети, включая приборы регистрации сильных сотрясений земли, по развитию современных методов анализа данных для систематического пересмотра и обновления карт сейсмической опасности;
- составление кратковременных и долгосрочных прогнозных данных о подверженности данного региона (района) сейсмической опасности и проведение анализа уязвимости;



— применение критериев надежности (риска) к оценке сейсмостойкости находящихся в эксплуатации зданий и сооружений, рекомендации по их реконструкции и (или) усилению (или сносу) в зависимости от оценки и выполнения условий обеспечения достаточной безопасности людей, сохранения имущества, оборудования и т. д. при землетрясениях различной силы, при подходе к этим вопросам с позиций конструктивно-архитектурных и планировочно-градостроительных, соответствующих механизмов осуществления оптимального землепользования, особенно в районах, подверженных сильным землетрясениям;

— различные способы определения расчетных сейсмических нагрузок, существующие методы проектирования и строительства жилых, общественных, производственных зданий и сооружений, в частности современных систем — каркасных, крупнопанельных, зданий с несущими стенами из кирпича или каменной кладки, железобетонных конструкций, в том числе предварительно напряженных и из легкого бетона и железобетона;

— методы проектирования транспортных сооружений — земляного полотна и верхнего строения пути, мостов, труб под насыпями, подпорных стен, тоннелей и т. д.;

— методы расчета и проектирования гидротехнических сооружений, в частности установление расчетных сейсмических воздействий на такие сооружения, размещение гидротехнических сооружений и конструктивные мероприятия для их сохранности при землетрясениях;

— подход к проектированию и строительству уникальных сооружений, в частности больших мостов, атомных реакторов, крупных плотин;

— сравнение действующих технических кодов, норм и стандартов на сейсмостойкое строительство в развитых странах и в некоторых развивающихся странах, выработка общих критериев разработки таких документов для различных стран одного сейсмоопасного региона, детализация кодов, норм и стандартов, других нормативных документов для каждой страны в зависимости от природно-климатических, социально-политических и экономических условий, традиций, религиозной специфики и т. д.;

— создание надежных систем жизнеобеспечения с целью сведения к минимуму последствий землетрясений для сетей связи, энерго- и водоснабжения, транспорта и т. п., установок технического обслуживания и отключения таких объектов, как, например, атомные электростанции;

— разработка чрезвычайных планов на центральном, районном (провинциальном) и местном уровнях для осуществления немедленных спасательных работ после землетрясений, принятие краткосрочных и среднесрочных мер по оказанию помощи лишенным жилья, а также по проведению инженерно-строительных работ, в частности ремонту и сносу поврежденных зданий, ремонту различных сооружений и т. д.;

— организация и подготовка спасательных групп для выполнения этих работ, организация и подготовка специализированных групп для проведения немедленной инспекции (контроля) поврежденных от землетрясений зданий и других сооружений, для оценки их годности к восстановлению или необходимости полного сноса;



— разработка и осуществление соответствующих (дифференцированных) образовательных программ для инженерно-технических работников, работников сферы управления, а также всего населения.

Нам представляется, что, наряду с составлением кодов, стандартов, норм для развивающихся стран, следует параллельно вести интенсивную подготовку местных национальных кадров, которые смогут самостоятельно вести работу по обеспечению сейсмостойкого строительства. Более того, со временем эти же кадры должны суметь сами, самостоятельно разрабатывать соответствующие коды и стандарты для своих стран, пользуясь при надобности консультациями. В программе подготовки должны быть учтены желания и предложения ответственных органов и организаций, государственных лиц тех стран, для которых будут готовиться эти кадры.

При подготовке национальных кадров особое внимание необходимо обращать на изучение современных методов и средств расчета сооружений и их элементов на сейсмические воздействия, на приобретение умения и навыков проектирования, осуществление строительства с соблюдением требований и правил сейсмостойкости, на достижение высокого уровня исполнения и качества строительных работ.

В процессе обучения должны быть использованы и лекции, и семинары, и практические занятия в лабораторных и полевых условиях. При наличии возможности необходимо изучать на месте последствия происшедших землетрясений, способы производства восстановительных и ремонтных работ и др.

Изложенным не исчерпывается перечень тех положений, которые затрагивают все аспекты разработки кодов (стандартов) на сейсмостойкое строительство. Он затрагивает лишь основные, наиболее важные, положения.

Вместе с этим чрезвычайно существенным представляется и следующее. Известно, что проблемами сейсмостойкого строительства, составлением кодов, стандартов, технических условий и норм по расчету, проектированию и строительству сейсмостойких зданий и сооружений занимаются во многих странах, а также некоторые международные организации, в частности Международная ассоциация по сейсмостойким конструкциям (МАСК), Европейская ассоциация по сейсмостойким конструкциям (ЕАСК), Евромеждународный комитет по бетону (ЕКБ), Международная ассоциация по стандартизации (МСО), Международная федерация по предварительно напряженному железобетону (ФИП), Бюро Координатора Организации Объединенных Наций по оказанию помощи в случае стихийных бедствий (ЮНДРО) и др. Следует отыскать пути установления с этими организациями тесных контактов и достижений совместных целенаправленных усилий для решения изложенных выше проблем сейсмостойкого строительства в развивающихся странах.

Академия наук Грузинской ССР
Институт вычислительной математики
им. Н. И. Мухелишвили



მ. სეხნიაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი)

ბანკითარებად კმეყნეზუი სეისმომედეგი მშენებლოზის კოდეზის
(სტანდარტეზის) შემუშავეზის ზომიერთი ასპექტი

რეზიუმე

ჩამოყალიბებულია განვითარებად ქვეყნებში სეისმომედეგი მშენებლო-
ზის კოდეზის (სტანდარტეზის) შემუშავეზის ძირითადი დებულებები, რომ-
ლებიც მოიცავენ სამეცნიერო-ტექნიკურ, სოციალურ, ეკონომიკურ და იუ-
რიდიულ ასპექტებს.

STRUCTURAL MECHANICS

E. A. SEKHNIASHVILI

SOME ASPECTS OF CODE (STANDARDS) ELABORATION FOR
EARTHQUAKE ENGINEERING IN DEVELOPING COUNTRIES

Summary

Basic propositions of Code (Standards) elaboration for earthquake en-
gineering in developing countries have been formulated. They cover scien-
tific and technical, social, economic and juridical aspects.



РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИИ И ОБОГАЩЕНИЕ

А. А. ДЗИДЗИГУРИ (академик АН ГССР), А. Д. СЕПИАШВИЛИ

РЕЗУЛЬТАТЫ БУРЕНИЯ СКВАЖИН С ПРИМЕНЕНИЕМ
 НАДДОЛОТНОГО АМОРТИЗАТОРА С ОПТИМАЛЬНОЙ
 НАГРУЗОЧНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ

Вопросы нелинейной оптимизации наддолотных амортизаторов и их комплексного исследования рассмотрены в работах [1—3]. Решена задача обеспечения оптимальных режимов колебаний низа бурильного инструмента путем применения наддолотных амортизаторов с заданными нелинейными нагрузочными характеристиками:

$$P < P_0, \quad P = P_0 \frac{\omega_0^2}{g} \cdot h,$$

$$P > P_0, \quad P = P_0 \exp \left(\frac{\omega_0^2}{g} h - 1 \right); \quad (1)$$

$$P = P_0 \left[\exp \left(\frac{\omega_0^2}{g} h \right) - 1 \right]. \quad (2)$$

Как показывает исследование динамики бурильного инструмента при наличии в его компоновке наддолотного амортизатора с характеристиками (1), (2), даже в условиях одночастотного гармонического воздействия они приводят к возбуждению высших гармоник колебаний, перераспределению энергии колебаний в область более высоких частот, и могут, в принципе, заменить применяемые при бурении нефтяных и газовых скважин волновые отражатели [4], создавая условия для интенсификации динамических нагрузок на забой на частотах скачкообразного разрушения горных пород. При этом за счет трансформации энергии колебаний в область более высоких частот существенно изменяется структурная характеристика ударных импульсов, повышается динамичность воздействия разрушающего инструмента на горную породу и, как следствие, повышаются показатели бурения скважин.

Для виброзащиты горных породоразрушающих машин нами предложено применение нового упруго-демпфирующего материала — металлической резины [5]. Как показывают расчеты, кривые деформации виброзащитных устройств на элементах из металлической резины с удовлетворительной для практики точностью совпадают с оптимальными. Рассмотрим пример.

В Институте горной механики им. Г. А. Цулукидзе при участии авторов разработан наддолотный амортизатор на элементах из металлической резины. При конструировании основное внимание уделено созданию максимальной простой и компактной конструкции с широким диапазоном гашения колебаний и повышенной грузоподъемностью. Амортизатор ВМР-4 предназначен для гашения продольной вибрации. Вибрация гасится упруго-демпфирующими элементами, выполненными в виде полых цилиндров с длиной меньшей среднего радиуса, соединенных последовательно. Крутящий момент передается долоту посредством шестигранного вала и переводника с внутренним отверстием соответствующей формы (рис. 1).

Нагрузочная характеристика одного из вариантов ВМР-4 с максимальной грузоподъемностью 40 тс и величиной свободного хода более 20 мм приведена на рис. 2 (кривая 2). Как видно из графика, зависимость между силой и деформацией нелинейна и различна при нагружении и разгрузке, направления которых указаны стрелками. Кривая 1 — теоретическая оптимальная характеристика, рассчитанная при следующих исходных данных: $P_{расч} = (12 \div 20) \cdot 10^4$ н; $h_{расч} = 15 \cdot 10^{-3}$ м; собственная частота амортизатора, равная частоте зубцовых возмущений, на расчетном режиме $\omega_{расч} = 430$ с⁻¹; подамортизаторная масса $m = 100$ н·с²·м⁻¹.

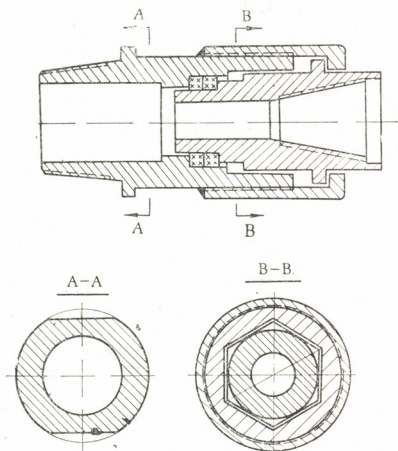


Рис. 1

Расчетные параметры амортизатора: $\omega_0 = 43$ с⁻¹, $P_0 = 2,00 \cdot 10^4$ н. Методика расчета приведена в работе [6].

Как видно из вышесказанного, экспериментальная нагрузочная характеристика амортизатора с достаточной для практики точностью описывается теоретической оптимальной кривой.

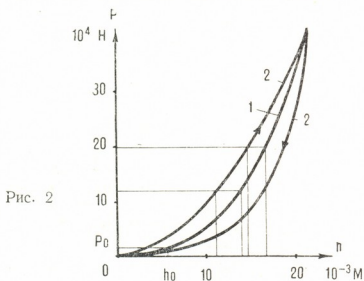


Рис. 2

Промышленные испытания амортизатора ВМР-4 при бурении станком СБШ-250 на карьере Маднеульского ГОКа проводились по общепринятой методике при бурении скважин по крепким породам



[7]. Всего пробурено с амортизатором 40 скважин глубиной по 16 м. При этом выдерживались постоянные режимы бурения. Максимальная проходка на одно долото без амортизатора составила 64 м, при бурении с амортизатором — 96 м, то есть проходка на долото увеличилась в среднем на 50%. Механическая скорость бурения с наддолотным амортизатором при равных осевых нагрузках повысилась в среднем на 25—30%: с 25 до 30 м/час (осевая нагрузка — 12 тс) и с 25 до 32 м/час (осевая нагрузка — 14 тс). Увеличение нагрузки с 12 до 18 тс при бурении с наддолотным амортизатором дало повышение механической скорости бурения почти на 40%. Одновременно достигнута защита части бурильного инструмента, расположенной над амортизатором, от вредного воздействия вибраций.

Ревизия амортизатора после испытаний показала, что все его узлы находятся в рабочем состоянии, а упруго-демпфирующие элементы из металлической резины не претерпели изменений и сохранили первоначальную форму и размеры.

Промышленные испытания компоновки низа бурильной колонны включающей наддолотный амортизатор ВМР-4, проведены в 1985 г. при бурении ряда скважин на площадях Апшеронского УБР. Испытания ставили целью проверку и опытно-промышленное внедрение наддолотного амортизатора в случае повышения показателей бурения роторным способом.

Испытания проводились по общепринятой методике, то есть при бурении с испытуемой компоновкой и без нее в одинаковых условиях. С использованием амортизаторов ВМР-4 пробурено в общей сложности 10 скважин, или 17632 м. Установлено, что при роторном бурении в породах средней твердости и твердых предлагаемый амортизатор позволяет увеличить механическую скорость v_m , проходку на долото h и коммерческую скорость $v_{ком}$. Указанные показатели увеличились, например, при бурении скв. № 1530 пл. Кала v_m — в 1,44 раза, h — в 2,25 раза, $v_{ком}$ — в 1,18 раз; по скв. № 2522 пл. Бинагады v_m — 2,53 раза, h — в 1,88 раз и $v_{ком}$ — в 1,53 раза; по скв. № 3633 пл. Раманы v_m — в 1,6 раза, h — в 4,45 раз, $v_{ком}$ — в 2,14 раз. В среднем по сравнению с базисной технологией механическая скорость увеличилась с 2,6 до 4,77 м/час, то есть в 1,83 раза, проходка на долото — с 52 до 123,1 м, то есть в 2,36 раза, и коммерческая скорость с 360 до 470,8 м/ст.-мес., то есть в 1,3 раза.

Общий экономический эффект, полученный в результате опытно-промышленного внедрения наддолотного амортизатора ВМР-4, составил 202,4 тыс. рублей.

Средний срок службы амортизатора 615 часов, что составляет 24 долбления.

Таким образом, результаты промышленных испытаний наддолотного амортизатора с оптимальной нагрузочной характеристикой показали высокую эффективность его применения при бурении скважин шарошечными долотами и подтвердили правильность основных теоретических положений настоящей работы.

ბ. ძიძიგური (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ბ. სეპიშვილი

ჭაბურღილების გაყვანის შედეგები ოპტიმალური მახასიათებლის მქონე სანგრების ამორტიზატორის გამოყენებით

რეზიუმე

განხილულია ჭაბურღილების ბურღვისას სანგრების ამორტიზატორის გამოყენებით ქანის რღვევის პროცესების ოპტიმიზაციის საკითხები. მოყვანილია ოპტიმალური მახასიათებლის მქონე ამორტიზატორის სამრეწველო გამოცდების შედეგები და მისი გამოყენების ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები.

EXPLOITATION AND CONCENTRATION OF DEPOSITS

A. A. DZIDZIGURI, A. D. SEPIASHVILI

RESULTS OF BOREHOLE DRILLING USING THE BOTTOM SHOCK-ABSORBER WITH OPTIMAL LOAD CHARACTERISTICS

Summary

Some problems are considered concerning the optimization of the process of rock destruction when drilling borehole using the bottom shock-absorber.

The paper presents the results of commercial tests of the bottom shock-absorber with optimal load characteristics and technical-and-economic indices of its application.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. Д. Сепиашვილი, Г. М. Диланов. Сб. «Горная электромеханика и рудничная аэрология». Тбилиси, 1974.
2. A. Д. Сепиашვილი. Сб. «Марганец». Тбилиси, 1977.
3. A. A. Дзидзигური, A. Д. Сепиашვილი, Т. Ш. Ямანიძე. Сб. «Наука—производству». Тбилиси, 1983.
4. Р. М. Эйгелес, Р. В. Стрекалова. Расчет и оптимизация процессов бурения скважин. М., 1977.
5. A. A. Дзидзигური, A. Д. Сепиашვილი, Г. М. Диланов, Т. Ш. Ямანიძე. ГрузНИИНТИ, Техн. информ., сер. Горноруд. пром., № 2, 1973.
6. A. Д. Сепиашვილი. Сб., «Наука—производству». Тбилиси, 1983.
7. A. A. Дзидзигური, A. Д. Сепиашვილი, Г. М. Диланов, Р. А. Сандухадзе. Горный журнал, № 3, 1973.

И. А. БАПРАМАШВИЛИ, Д. Ш. ДЖОБАВА, Г. И. КАЛАНДАДЗЕ,
Г. В. ЦАГАРЕЙШВИЛИ, А. М. ЭРИСТАВИ

ВЗАИМНАЯ ДИФФУЗИЯ В СИСТЕМЕ БОР—УГЛЕРОД

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 24.6.1986)

Изучение диффузии в системе бор—углерод представляет значительный научный и практический интерес при разработке технологии прямого синтеза карбида бора, нашедшего применение в народном хозяйстве и в атомной технике.

В работе [1] проведено исследование диффузии бора β -ромбоэдрической модификации в графит, установлены основные параметры процесса диффузии, развито представление о механизме диффузии с образованием промежуточных слоев из карбида бора и твердых растворов бор—углерод, найдено, что подвижность атомов бора значительно превышает подвижность атомов углерода.

В настоящей работе исследуется твердофазная гетеродиффузия в системе бор—углерод, с учетом фазового перехода α -ромбоэдрического бора в β -ромбоэдрическую модификацию.

Для исследования применялся металлографический метод. В качестве объектов диффузии использовались горячепрессованные образцы α - и β -ромбоэдрической модификации с плотностью $\sim 90\%$ от теоретической, чистотой $\sim 99,8\%$ и графит спектральной чистоты, плотностью $2,0 \text{ г/см}^3$ (марки ГТМ).

После очистки поверхности образцы запрессовывались в графитовые патроны и нагревались в высокотемпературной вакуумной печи в инертной атмосфере.

Для изучения диффузии в системе бор—углерод для обеих модификаций бора была выбрана температура 1350°C . При этой температуре обе модификации бора фазово стабильны, т. е. не претерпевают фазовых переходов первого рода.

После термической обработки на границе пары β -бор-графит образуются два слоя, которые являются результатом встречных диффузионных потоков углерода и бора. Слои образованы за счет проникновения в графит и бор атомов бора и углерода, соответственно. В одном случае основой образовавшегося слоя (на контактирующей поверхности бора) является бор, а диффундирующим элементом—углерод, а в другом случае — наоборот.

Металлографические исследования пары бор-углерод до и после проведения диффузионного отжига показывают образование слоев на границе данной пары. Измерения средних размеров слоев дали возможность вычислить коэффициенты диффузии по известной формуле:

$$l = \sqrt{2D\tau},$$



где l — толщина слоя, τ — время диффузионного отжига; D — коэффициент диффузии.

Следует отметить, что преобладает слой, образованный за счет углерода (основа) и бора (диффундирующий элемент). Это указывает на большую подвижность атомов бора в графите, чем атомов углерода в боре, что, по-видимому, обусловлено различием энергий активации диффузий этих элементов. Аналогичная картина наблюдалась в случае пары α -ромбоэдрического бора и углерода, только глубины проникновения в этом случае были большими. При наблюдении взаимной диффузии как α - так и β -ромбоэдрического бора с одной стороны и углерода с другой при нагреве до температуры 1400°C картина существенно изменилась. В условиях этой температуры в отличие от β -ромбоэдрического бора произошла значительная (при этом практически односторонняя) диффузия углерода в бор α -ромбоэдрической модификации.

Наблюдаемая практически односторонняя диффузия углерода в бор может произойти, если в боре образуется большое число вакансий. Это может активизировать процесс диффузии вплоть до изменения его направления.

В таблице приведены результаты исследования взаимной диффузии бора и углерода.

Коэффициенты взаимной диффузии бора и углерода

Материал пары	$T^\circ\text{C}$	τ , час	$D_{B \rightarrow C}$	$D_{C \rightarrow B}$
			$D \times 10^8 \text{ см}^2/\text{с}$	$D \times 10^8 \text{ см}^2/\text{с}$
β -Ромб. бор—углерод	1350	10	11,5	2,3
α -Ромб. бор—углерод	1350	10	16,3	4,6
β -Ромб. бор—углерод	1400	10	18,5	5,0
Бор (в состоянии $\alpha \rightarrow \beta$ фазового перехода)—углерод	1400	10	практически отсутствует	590

Известно, что α -ромбоэдрический бор является низкотемпературной модификацией, которая при температуре выше 1350°C претерпевает последовательные фазовые превращения, конечным продуктом которых является β -ромбоэдрический бор [2]. Согласно работе [3] при фазовом переходе $B_\alpha \rightarrow B_\beta$ образуется промежуточная «аморфная» фаза. А аморфное состояние вещества, как известно, характеризуется высокой концентрацией дефектов, в том числе и вакансий.

В заключение следует отметить, что наблюдаемым увеличением коэффициента диффузии могут быть объяснены экспериментальные факты активирования процессов синтеза, спекания и уплотнения в системе ромбоэдрический бор—углерод в области $\alpha \rightarrow \beta$ фазового перехода бора [4].

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

(Поступило 26.6.1986)

ი. ბაირამაშვილი, ჯ. ჯობავა, გ. კალანდაძე, გ. ცაგარეიშვილი,
ა. ერისთავი

შრტიერტდიფუზია ბორი-ნახშირბადის სისტემაში

რეზიუმე

მეტალოგრაფიული მეთოდით შესწავლილია კომპონენტების შრტიერტ-დიფუზია ბინარულ ბორი-ნახშირბადის სისტემაში ბორში პოლიმორფული გარდაქმნების გათვალისწინებით.

ნაჩვენებია ნახშირბადის დიფუზიის კოეფიციენტის ანომალური ზრდა α -ბორის ფაზური გარდაქმნის დროს ($T \approx 1400^{\circ}\text{C}$), რაც გამოწვეულია დეფექტების (ვაკანსიების) კონცენტრაციის ზრდით ბორის პოლიმორფული გარდაქმნისას.

METALLURGY

I. A. BAIRAMASHVILI, J. Sh. JOBAVA, G. I. KALANDADZE,
G. V. TSAGAREISHVILI, A. M. ERISTAVI

MUTUAL DIFFUSION IN THE BORON-CARBON SYSTEM

Summary

Mutual diffusion in the system: boron-carbon has been studied metallographically on different polymorphic modifications of boron.

It is shown that the anomalous increase of the carbon diffusion coefficient in the process of α -boron phase transformations (at $T \approx 1400^{\circ}\text{C}$) is a result of defects (vacancies) concentration increase during polymorphic transformations in boron.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. С. Кислый, Г. В. Самсонов. ФТТ 11, № 8, 1960, 1729.
2. P. Rупов. J. of Materials Science, 7, 1972, 499.
3. A. R. Badzian. Boron, Preparation and Properties, v. 3, Warszawa, 1970, 143.
4. ი. ა. Байрамашვილი, Д. Ш. Джобავа, Г. И. Каландадзе, Ю. И. Солоев, А. М. Эристави. Неорганические материалы, 19, № 2, 1983, 214.



И. С. ЖОРДАНИЯ, А. Н. НИКУЛИН, В. П. БУЛГАКОВ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОШИВКИ НЕПРЕРЫВНОЛИТОГО МЕТАЛЛА НА СТАНЕ ПОПЕРЕЧНО- ВИНТОВОЙ ПРОКАТКИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Н. Оклеем 13.1.1987)

Использование непрерывнолитых заготовок для изготовления труб существенно повышает эффективность производства. При этом обеспечивается не только значительная экономия металла и энергии, но и снижение себестоимости продукции, повышение производительности труда. Применение непрерывнолитых заготовок для производства бесшовных труб постоянно расширяется.

Однако по сравнению с катаными заготовками, полученными по традиционной технологии из слитка, при использовании непрерывнолитых заготовок наблюдается более высокий выход труб пониженного качества из-за поверхностных дефектов в виде плен и трещин. Их появление определяется помимо таких известных причин, как условия разливки на МНЛЗ и деформации при производстве труб, также самой природой непрерывнолитого металла. Так, выполненные авторами исследования по определению плотности металла выявили природное отличие в характере ее распределения по сечению непрерывнолитой и катаной заготовок.

Плотность металла является показателем, с достаточно полнотой характеризующего состояние заготовки, наличия в ней местных нарушений сплошности пор, микротрещин и других дефектов. Для металлов и сплавов они являются одной из важнейших физических характеристик, зависящей от химического состава, структурного состояния материала, дефектов сплошности и для процесса поперечно-винтовой прокатки является важной величиной. При поперечно-винтовой прокатке происходит уменьшение плотности металла из-за появления в нем субмикронарушений сплошности, микроразрушений, которые при накоплении в достаточном количестве могут привести к макроразрушению осевой зоны заготовки. Поэтому значение исходной плотности металла для получения качественной продукции будет иметь существенное значение. Так, различие в плотности металла непрерывнолитой и катаной заготовок одного марочного состава будет объясняться разным количеством нарушений сплошности в структуре и вероятность получения гильзы с пленами и трещинами будет выше для заготовок с меньшей плотностью.

Исследования по распределению плотности проводили на пробах из стали марок 10 и 45, вырезанных из заготовок диам. 200 мм, полученных из непрерывнолитого бляма сечением 220×280 мм с вытяжкой 1,96. Плотность определяли путем тройного гидростатического взвешивания проб на аналитических весах типа ВПА-200, точность взвешивания 10^{-4} [1]. В качестве контрольных использовали пробы из стали марок 10 и 45 от катаных заготовок, полученных по традиционной технологии с 30—32-кратной вытяжкой.

У катаных заготовок плотность по сечению одинакова. В то время как различие в плотности у заготовок из непрерывнолитого металла вблизи поверхности и на оси значительно и составляет для сталей



19 и 45 свыше 3,1 и 4% соответственно. Уменьшение плотности по оси непрерывнолитых заготовок по сравнению с катаными заготовками составляет 2 и 2,5% соответственно для сталей марок 10 и 45. Столь существенное различие в плотности по оси заготовок из непрерывнолитого металла по сравнению с катаными можно объяснить большим нарушением сплошности, которое будет сказываться на пластичности металла и соответственно на качественных показателях при производстве труб. Например, при прошивке заготовок, имеющих по сравнению с контрольными меньшую на 4% плотность, наблюдалось образование осевой полости с рваными краями и все полученные из них трубы были забракованы по внутренним пленам [2].

Изменение механических свойств по сечению непрерывнолитой и катаной заготовок аналогично распределению плотности и хорошо аппроксимируется уравнением вида

$$y = y_0 [1 + m(x - r)]^n,$$

где y_0 — уровень свойств на оси заготовки; m — коэффициент, зависящий от состава стали и степени ликвиции элементов; r — радиус заготовки; x — текущая координата в сечении заготовки; n — коэффициент параболности, равен 1,7—2,1 для непрерывнолитого металла и 1,0—1,3 для слиткового.

Образование дефектов на внутренней и наружной поверхностях труб вызвано действиями различных механизмов, возникающих при прошивке заготовки в гильзу. Возникновение плен и трещин на наружной поверхности труб обусловлено турбулентным течением металла вблизи поверхности заготовки, на внутренней поверхности — разрушением в осевой зоне заготовки при поперечно-винтовой прокатке [3]. Поэтому для получения качественной продукции необходимо создать условия деформации в прошивном стане, устраняющие или сводящие к минимуму воздействие этих механизмов.

В качестве первой меры, улучшающей условия деформации в прошивном стане, можно рекомендовать прокатку заготовок из непрерывнолитого металла при больших углах подачи. С увеличением углов подачи уменьшается турбулентность течения металла вблизи поверхности заготовки вплоть до полного устранения, улучшается схема напряженно-деформированного состояния в центре заготовки, но это будет оказывать большее воздействие на качество наружной поверхности, чем внутренней.

Необходимым условием для получения качественной внутренней поверхности является прошивка заготовок с обжатием перед носком оправки меньше критического, то есть должно соблюдаться неравенство [3]

$$\varepsilon_{кр1} < \varepsilon_{кр2},$$

где $\varepsilon_{кр1}$ — минимальное обжатие, необходимое для осуществления вторичного захвата заготовки; $\varepsilon_{кр2}$ — критическое обжатие, при котором происходит вскрытие полости перед носком оправки.

На практике для обеспечения более надежного захвата заготовок валками прошивку ведут с обжатиями, несколько превышающими величину $\varepsilon_{кр1}$, но менее $\varepsilon_{кр2}$ во избежание преждевременного вскрытия полости. Для определения рациональной величины обжатия заготовки перед носком оправки ε_0 , обычно пользуются эмпирическими зависимостями, установленными для каких-то определенных условий. Так, по результатам наших исследований величину обжатия перед носком оправки в интервале температур 1100—1250°C для углероди-

стых заготовок из непрерывнолитого металла можно определить, пользуясь дифференцируемую функцию

$$\varepsilon_0 = f \left[n, \alpha, \beta, \left(\frac{d_n}{d_3} \right), u, e^i, e^{-c} \right],$$

где $1,41 < n < 1,65$; α — угол переднего конуса бочки валька, рад; β — угол подачи, рад; d_n — диаметр заготовки в пережиме, мм; d_3 — диаметр заготовки, мм; u — частота вращения валков, с; e — число Непера; $i = d_3/D_{в.п.}$; $D_{в.п.}$ — диаметр валька в пережиме, мм; c — содержание углерода, %.

Однако, как показала практика, при прошивке заготовок из непрерывнолитого металла обычная зацентровка переднего торца на глубину равную $(0,2-0,22)d_3$ [6], недостаточна. Минимальное количество плен на концевых участках труб длиной до 300 мм наблюдалось при зацентровочном углублении со следующими размерами: $(0,2-0,22)k_1d_n$ — диаметр основания; $(0,2-0,22)k_2d_n$ — длина; $(0,2-0,22)k_3d_n$ — радиус вершины, где k_1, k_2 — эмпирические коэффициенты, d_n — диаметр носка меньшей оправки из применяемых на прошивном стане.

Таким образом, подбором соответствующих режимов деформации и технологических приемов можно устранить или существенно уменьшить зависимость качественных показателей производства труб от состояния макроструктуры непрерывнолитых заготовок.

Эта формула рассчитана на применение заготовок полученных по отработанным оптимальным режимам разливки. Однако известно, что величина критического обжатия у заготовок из непрерывнолитого металла очень чувствительна к режимам разливки на МНЛЗ. Например, по данным [4] величина критического обжатия для непрерывнолитых заготовок из стали 45 в зависимости от технологических режимов разливки может снижаться до 3,2%, а это уже меньше минимального обжатия, необходимого для осуществления вторичного захвата заготовки вальками. Так как при обжатии перед носком оправки менее 5,5% условия захвата заготовки резко ухудшаются [5]. Таким образом, нельзя исключить случая, когда минимальное обжатие, необходимое по условиям вторичного захвата, может превысить критическое обжатие.

Осуществляемая в обязательном порядке зацентровка заготовок перед прокаткой дает возможность вести процесс прошивки при более благоприятных режимах деформации — с уменьшенным обжатием перед носком оправки.

Руставский металлургический завод

(Поступило 30.1.1987)

მეტალურგია

ი. შორღანიძე, ა. ნიჟელიანი, ვ. ბულბაკოვი

უწყვეტად ჩამოსხმული ლითონის განღრუბრის ტექნოლოგიური
 თავისებურებანი განივხრახნული გლინვის დგანაზე

რეზიუმე

გამოკვლეულია უწყვეტად ჩამოსხმული ნამზადის კვეთზე მექანიკური
 თვისებებისა და სიმკვრივის განაწილების კანონზომიერება. შემოთავაზებუ-

ლია უწყვეტად ჩამოსხმული გლიზვის რეჟიმი მიწოდების დიდი კუთხით. განსახლებულია მოკიშვები ნამზადისა სამართლის ცხვირის წინ და დაცენტრების სიღრმე, რომელიც უზრუნველყოფს მიღების კარგ ხარისხს.

METALLURGY

I. S. ZHORDANIA, A. N. NIKULIN, V. P. BULGAKOV

TECHNOLOGICAL FEATURES OF CONTINUOUSLY CAST METAL PIERCING ON CROSS-ROLLING MILL

Summary

The regularities of density distribution and mechanical properties of continuously cast billet cross-section are investigated. A schedule of continuously cast metal rolling at large feed angles is suggested. Billet draft before mandrel nose is investigated, as well as the depth of centring providing for high-quality tubes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. С. Кивилис. Техника измерения плотности жидкости и твердых тел. М., 1959.
2. В. Д. Хромов. Повышение качества трубной заготовки. М., 1983.
3. И. С. Жордания, А. Н. Никулин. Сообщения АН ГССР, 103, № 2, 1981.
4. И. С. Жордания, В. П. Булгаков, О. А. Лежава. Металлург, № 1, 1979.
5. П. К. Тетерин. Теория поперечной и винтовой прокатки. М., 1983.
6. Ю. Ф. Шевакин, А. З. Глейберг. Производство труб. М., 1968.

Н. Н. САМТЕЛАДЗЕ

ВЛИЯНИЕ ТРЕЩИН НА МОРОЗОСТОЙКОСТЬ БЕТОНА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Нэпетваридзе 5.8.1986)

В соответствии со СНиП П-56-77 в железобетонных конструкциях гидротехнических сооружений допускается образование трещин ограниченного раскрытия, что обуславливает значительную экономию арматуры без снижения надежности, долговечности и эксплуатационных качеств. Однако при этом не учитываются такие существенные факторы, как марка бетона по морозостойкости и температура среды, а количество циклов периодического замораживания-оттаивания дифференцировано недостаточно (приняты два условия: меньше и больше 50 циклов). Кроме того, не учитывается положение отдельных частей сооружения относительно горизонта воды, в то время как степень деструкции бетона в бортах трещин при замораживании в зоне припоя кромки льда и капиллярного подсоса различна. По анализу данных натуральных наблюдений можно установить лишь основные закономерности качественного характера и в некоторой мере относительную значимость отдельных факторов.

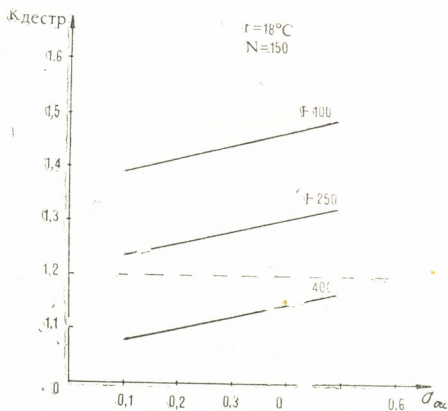


Рис. 1. Зависимость $K_{дестр}$ от $a_{кр}$

Для обоснования количественных величин допускаемой ширины раскрытия трещин с учетом упомянутых факторов в ГрузНИИЭГС выполнены многолетние экспериментальные исследования.



В экспериментах варьировали марку бетона по морозостойкости F , ширину раскрытия трещин $a_{грс}$, расчетную наиболее низкую температуру окружающего воздуха t , расчетное количество циклов замораживания и оттаивания N .

Исследовались бетонные образцы призматической формы $15 \times 15 \times 30$ см, в которых с помощью анкеров и металлических приспособлений фиксировались образованные трещины размером 0,1; 0,3; 0,5 мм. Отдельные серии образцов замораживали в морозильных камерах при температурах -7 ; -18 ; -30°C . Пределы варьирования значений факторов приняты в соответствии с наиболее часто встречающимися на практике значениями. В таблице приведена матрица планирования экспериментов.

Факторы		Уровень варьирования					
в кодовых обозначениях	натуральный	в кодовых обозначениях			натуральный		
x_1	$a_{грс}$, мм	-1	0	+1	0,1	0,3	0,5
x_2	F	-1	0	+1	100	250	400
x_3	t , $^\circ\text{C}$	-1	0	+1	-7	-18	-30
x_4	N	-1	0	+1	50	150	250

Для оценки степени деструкции бетона на узком участке трещины после периодического замораживания и оттаивания был принят относительно простой и информативный способ — измерение сопротивления бетона абразивному воздействию струи песка. Экспериментом определяли относительную деструкцию бетона $K_{г дестр}$ в зоне трещин

$$K_{г дестр} = \frac{Q_m}{Q_{контр.}}, \quad (1)$$

где Q_m и $Q_{контр.}$ — масса бетона, выработанного при принятом одинаковом для всех случаев режиме работы струи абразива на участке трещины в образцах, соответственно подверженных замораживанию и в контрольных (незамораживаемых) образцах. Ширину раскрытия трещины принимали допустимой при условии

$$K_{г дестр} \leq 1, 2. \quad (2)$$

Образцы обрабатывались струей абразива на ротационном ускорителе, разработанном в Институте НИПисиликатбетон г. Таллина. При работе установки струя вольского песка, вылетающая с большой силой из ротационного ускорителя, производила сработку бетона на трещине, образуя канавку шириной 3 см на глубину, зависящую от степени его деструкции. В установке одновременно испытывается 12 образцов.

Зависимость

$$K_{г дестр} = f(a_{грс}, F, t, N) \quad (3)$$

изучали для двух основных участков конструкций гидротехнических сооружений — зоны припоя кромки льда и капиллярного опдоса воды. В первом случае образцы замораживали в ваннах с водой, а во



втором — на воздухе в морозильной камере. В обоих случаях образцы оттаивали в ваннах при температуре воды 16—20°C.

Статистическая обработка результатов испытания образцов, замораживаемых в воде, дали искомую зависимость в виде уравнения регрессии (в натуральных значениях факторов)

$$K_{\text{т дестр}} = 1,142 + 0,23 a_{\text{сгс}} - 1,07 \cdot 10^{-3} F + 0,017 t + 0,22 \cdot 10^{-3} N. \quad (4)$$

Регрессия удовлетворяет критерию Фишера на уровне значимости 0,05. При этом обобщенный коэффициент корреляции $R = 0,83$, а частные коэффициенты корреляции

$$r_{a_{\text{сгс}}} = 0,144; r_F = -0,448; r_t = 0,653; r_N = 0,028.$$

Таким образом, установлена тесная линейная корреляция между степенью деструкции бетона в трещинне и его маркой по морозостойкости, а также температурой среды.

Зависимость (4) графически изображена на рисунке для нескольких конкретных марок бетона по морозостойкости при температуре воздуха минус 18°C и расчетном количестве циклов замораживания $N = 150$.

Все точки на графиках, расположенные ниже ординаты $K_{\text{дестр}} = 1,2$, принадлежат области комплекса допустимых условий.

Использование зависимостей (2) и (4) позволяет определить для заданных условий эксплуатации сооружения (по значениям t и N) необходимые параметры конструкции — расчетную ширину раскрытия трещин $a_{\text{сгс}}$ и марку бетона по морозостойкости F .

Грузинский НИИ энергетики и гидротехнических сооружений

(Поступило 4.9.1986)

ჰიდროტექნიკა

ბ. სამთელაძე

ბზარების ბავლენა ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა ბეტონის
ქინულმედეგობაზე

რეზიუმე

დადგენილია ბზარების ზონაში ბეტონის დესტრუქციის ხარისხის კორელაციური დამოკიდებულება ბზარის სიგანესთან, ბეტონის ყინვამედეგობის მარკასთან, გარემოს ტემპერატურასთან და გაყინვა-დნობის ციკლებს რაოდენობასთან.

მოყვანილია რეგრესიის განტოლების რიცხვითი მნიშვნელობები.

HYDRAULIC ENGINEERING

N. N. SAMTELADZE

THE ACTION OF CRACKS ON FROST RESISTANCE OF CONCRETE
IN HYDROTECHNICAL CONSTRUCTIONS

Summary

Correlative relationship is found between the concrete destruction degree in the crack zone, its frost resistance mark, the width of crack opening, the ambient temperature and the number of freezing-melting cycles.

Numerical values of regression equation are presented.

М. И. ГОГОБЕРИДЗЕ, Э. И. НИЖАРАДЗЕ, Г. М. ДЖАЛАГАНИЯ,
 З. А. ЦИЦКИШВИЛИ

ОПТИМИЗАЦИОННАЯ ЗАДАЧА В ВЕРОЯТНОСТНЫХ РАСЧЕТАХ ОБЪЕМА РЕГУЛИРУЮЩЕГО РЕЗЕРВУАРА ДОЖДЕВОГО СТОКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Нагетваридзе 24.11.1986)

Необходимая емкость регулирующего резервуара определяется по формуле

$$W = kQ_0 t_0; \quad (1)$$

$$Q_0 = \frac{20^n q_{20}(1 + ClgP)}{t_0^n} \psi_{cp} F = \frac{A}{t_0^n} \psi_{cp} F,$$

где q_{20} — интенсивность дождя, отвечающая продолжительности 20 мин и периоду однократного превышения один раз в год, л/сек га; n — параметр, характеризующий темп уменьшения средней интенсивности с увеличением продолжительности; C — параметр, характеризующий вероятность интенсивности в годах; t_0 — расчетная продолжительность дождя в мин; k — коэффициент, зависящий от коэффициента регулирования α ; ψ_{cp} — средний коэффициент стока; F — площадь бассейна в га.

С целью оценки надежности функционирования действующих резервуаров с учетом вероятностного характера параметров k , t_0 , F или обеспечения требуемой надежности их функционирования при проектировании используется метод непревышения [1], широко применяемый в настоящее время при определении надежности технических систем.

Для оценки вероятности достаточности принятого объема резервуара или же для установления объема резервуара с необходимой надежностью используются уравнение связи и один из корней квадратного уравнения:

$$Z = \frac{W \mu_{t_0}^{n-1}}{A \mu_k \mu_F} - \psi_{cp} \mu_F, \quad (2)$$

$$\sqrt{\left[\frac{W \mu_{t_0}^{n-2}(n-1)}{A \mu_k} \right]^2 D_{t_0} + \left[\frac{W \mu_{t_0}^{n-1}}{A \mu_k^2} \right]^2 D_k + \psi_{cp}^2 D_F}$$

где μ_{t_0} , μ_k , μ_F — математические ожидания параметров t_0 , k и F .

D_{t_0} , D_k , D_F — дисперсия параметров t_0 , k и F .

Введем обозначения:

$$M_s = \frac{W \mu_{t_0}^{n-1}}{A \mu_k}; \quad \mu_s = \psi_{cp} \mu_F;$$



$$\Sigma_s = \sqrt{\left[\frac{W \mu_{t_0}^{n-2} (n-1)}{A \mu_k} \right]_{D_{t_0}}^2 + \left[\frac{W \mu_{t_0}^{n-1}}{A \mu_k^2} \right]_{D_k}^2} \quad (3)$$

$$\sigma_s = \psi_{cp} \sigma_F$$

При заданной надежности для значения W получаем два корня:

$$\begin{aligned} \alpha W^2 + \beta W + \gamma &= 0; \\ W_1 &= \frac{-\beta + \sqrt{\beta^2 - 4\alpha\gamma}}{2\alpha}; \\ W_2 &= \frac{-\beta - \sqrt{\beta^2 - 4\alpha\gamma}}{2\alpha}, \end{aligned} \quad (4)$$

где

$$\begin{aligned} \alpha &= Z^2 \sigma_{t_0}^4 \frac{\mu_{t_0}^{2n-4} (n-1)^2}{A^2 \mu_k^2} + Z^4 \sigma_k^4 \frac{\mu_{t_0}^{2n-2}}{A^2 \mu_k^4} - \frac{\mu_{t_0}^{2n-2}}{A^2 \mu_k^2}; \\ \beta &= \frac{2\psi_{cp} \mu_F \mu_{t_0}^{n-1}}{A \mu_k}; \quad \gamma = \psi_{cp}^2 (Z^2 \sigma_F^2 - \mu_F^2). \end{aligned} \quad (5)$$

При минимизации общих затрат с ограничением, согласно которому резервуар должен иметь требуемую надежность функционирования, целевая функция и ограничение имеют вид

$$\begin{aligned} TC &= C_1(M_s) + C_2(\Sigma_s) + C_3(\mu_s) + C_4(\sigma_s); \\ \frac{M_s - \mu_s}{\sqrt{\Sigma_s^2 + \sigma_s^2}} &\geq Z. \end{aligned} \quad (6)$$

Используя полученные зависимости, мы рассчитали практический пример. Функции затрат для приведенных в примере данных имеют следующий вид:

$C_1(M_s) = 14M_s^{1,35}$ — зависимость от стоимости от среднего значения M_s и является монотонно увеличивающейся функцией M_s ;

$C_2(\Sigma_s) = 2000 \Sigma_s^{-1,02}$ — зависимость стоимости от Σ_s и является монотонно убывающей функцией Σ_s ;

$C_3(\mu_s) = 3550 \mu_s^{-0,54}$ и $C_4(\sigma_s) = 2690 \sigma_s^{-0,75}$ — зависимости стоимости соответственно от среднего значения μ_s и σ_s и являются монотонно убывающими.

Для нахождения локальных оптимальных решений применяется функция Лагранжа, а также метод дихотомии.

Решение системы пяти уравнений с пятью неизвестными дает все локальные оптимумы.

Для рассмотренного в работе примера при $Z=2,33$, т. е. при надежности $P=0,99$ оптимальным является решение, когда $M_s=26$; $\mu_s=472$; $\Sigma_s=4,684$; $\sigma_s=5,329$, а общие затраты составляют $TC=3411,43$ тыс. руб.

მ. გოგობერიძე, ე. ნიჟარაძე, გ. ჯალაღანია, ზ. ციციშვილი

ოპტიმიზაციის ამოცანა წვიმის ჩამონადენის სარეგულაციო
რეზერვუარის მოცულობის ალბათურ გამოთვლებში

რეზიუმე

რეკომენდებული მეთოდი საშუალებას იძლევა განსაზღვრულ იქნეს სარეგულაციო რეზერვუარის ოპტიმალური მოცულობა საიმედობის გათვალისწინებით.

ლოკალურ ოპტიმალურ ამონახსნთა მოსაძებნად გამოყენებულია ლაგრანჟის ფუნქცია და დიხოტომიის მეთოდი.

მიღებული შედეგების გამოყენება შეიძლება სარეგულაციო რეზერვუარების დაპროექტებისა და მშენებლობის დროს.

HYDRAULIC ENGINEERING

M. I. GOGOBERIDZE, E. I. NIZHARADZE, G. M. JALAGANIA, Z. A. TSITSKISHVILI

OPTIMIZATION PROBLEM IN PROBABILITY CALCULATIONS OF THE
VOLUME OF RAINFALL RUN-OFF REGULATION RESERVOIR

Summary

The recommended method makes possible the determination of the optimal volume of rainfall regulation reservoir, with its reliability parameters taken into account.

With a view to finding local optimal solutions, Lagrange function and the dichotomy method have been used. The results obtained may be used in designing and constructing regulation reservoirs.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. Капур, Л. Ламберсон. Надежность и проектирование систем. М., 1980.



З. Г. ШАНИДЗЕ

КОРРЕКТНОСТЬ ПОСТАНОВКИ ЗАДАЧ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии З. Е. Круашили 4.9.1986)

Задачу математической физики назовем корректно поставленной, если ее решение существует и единственно при любых данных функциях и правой части уравнения [1]. В свете этого определения смешанные задачи или начально-краевые задачи математической физики являются некорректными, переопределенными.

В данной работе в качестве примера этого утверждения приводим смешанные задачи из [2] с точными решениями и доказываем их переопределенность.

Задача № 469 [2]. В полуполосе $0 < x < l, t > 0$ для уравнения

$$U_{tt} = a^2 U_{xx} \tag{1}$$

решить смешанную задачу

$$U_x(0, t) = U_x(l, t) = 0, \tag{2} \quad U(x, 0) = x, \quad U_t(x, 0) = 1. \tag{3}$$

В качестве решения задачи (1), (2), (3) в [2] приводится

$$U(x, t) = t + \frac{l}{2} - \frac{4l}{\pi^2} \cdot \sum_{k=0}^{\infty} \frac{1}{(2k+1)^2} \cdot \cos \frac{(2k+1)\pi}{l} x \cdot \cos \frac{(2k+1)a\pi}{l} t. \tag{4}$$

В точках (0,0) и (l,0) краевые (2) и начальные условия (3) не согласованы. Из (2) получаем $U_x(0, 0) = 0$, а из (3) — $U_x(0, 0) = 1$. Также из (2) имеем $U_x(l, 0) = 0$, а из (3) — $U_x(l, 0) = 1$.

Посмотрим, как удовлетворяет решение (4) первому условию из (3). Подставим $t=0$ в (4):

$$U(x, 0) = x = \frac{l}{2} - \frac{4l}{\pi^2} \cdot \sum_{k=0}^{\infty} \frac{1}{(2k+1)^2} \cos \frac{(2k+1)\pi}{l} x. \tag{5}$$

Учитывая, что равенство (5) правильное, вместо исследуемой задачи (1), (2), (3) рассмотрим следующую задачу, эквивалентную ей: решить уравнение (1) с краевыми (2) и начальными условиями

$$U(x, 0) = \frac{l}{2} - \frac{4l}{\pi^2} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{1}{(2k+1)^2} \cos \frac{(2k+1)\pi}{l} x; \quad U_t(x, 0) = 1. \tag{6}$$

Нетрудно убедиться, что в задаче (1), (2), (6) начальные и краевые условия согласованы в точках (0,0) и (l,0).

Общее решение уравнения (1) имеет вид [1]

$$U(x, t) = a_{00} + a_{10}x + a_{01}t + \sum_{n=-\infty}^{\infty} \sin nx (a_{n0} \cos ant + a_{n1} \sin ant) + \\ + \cos nx (a_{n2} \cos ant + a_{n3} \sin ant). \quad (7)$$

Здесь a_{00} , a_{10} , a_{01} , a_{ni} , $i=0, 1, 2, 3$ —искомые коэффициенты. Знак $\sum_{n=-\infty}^{\infty}$ означает сумму по $n \in R$. В отличие от суммы $\sum_{j=1}^{\infty}$, в которой j пробегает все натуральные числа, n пробегает любое сочетание чисел с любыми неравными интервалами, т. е. n —искомые числа.

Подставим в (7) $t=0$ и приравним к правой части первого условия из (6):

$$a_{00} = \frac{l}{2}, \quad a_{10} = a_{n0} = 0, \quad a_{n2} = -\frac{4l}{\pi^2} \cdot \frac{1}{(2k+1)^2}, \\ \sum_{n=-\infty}^{\infty} \equiv \sum_{k=0}^{\infty}; \quad n = \frac{1}{l} (2k+1)\pi, \quad k=0, 1, 2, \dots \quad (8)$$

Подставим (8) в (7), рассмотрим его производную по t , подставим значение $t=0$ и полученное приравним к 1, согласно (6):

$$a_{01} = 1, \quad a_{n1} = a_{n3} = 0. \quad (9)$$

Подставив (8) и (9) в (7), получим искомое решение (4), что и требовалось показать. При этом мы не использовали краевые условия (2). Следовательно, задача (1), (2), (6), эквивалентная задаче (1), (2), (3), является переопределенной и по этому некорректной. Краевые условия (2) являются лишними, хотя задача (1), (2), (6) имеет одно единственное решение (4), совпадающее с решением задачи (1), (6).

Задача № 485 из [2]. Решить смешанную задачу

$$U_{tt} = a^2 U_{xx} + Ae^{-t} \sin \frac{\pi}{l} x, \quad (10)$$

$$U(x, 0) = U_x(x, 0) = 0, \quad (11) \quad U(0, t) = U(l, t) = 0. \quad (12)$$

Общее решение уравнения (10) имеет вид

$$U(x, t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} [\sin nx (a_{n0} \cos ant + a_{n1} \sin ant) + \\ + \cos nx (a_{n2} \cos ant + a_{n3} \sin ant)] + \frac{A}{1 + \left(\frac{a\pi}{l}\right)^2} \cdot e^{-t} \cdot \sin \frac{\pi}{l} x. \quad (13)$$

Подставим $t=0$ в (13) и приравним к нулю, согласно (11):

$$a_{n2} = 0, \quad n = \frac{\pi}{l}, \quad a_{n0} = -\frac{A}{1 + \left(\frac{a\pi}{l}\right)^2}. \quad (14)$$

Далее рассмотрим производную по t от (13), подставим в нее $t=0$ и (14) и приравним к нулю, согласно (11):

$$a_{n3} = 0, \quad n = \frac{\pi}{l}, \quad a_{n1} = \frac{A}{1 + \left(\frac{a\pi}{l}\right)^2}. \quad (15)$$

Подставив значения (14) и (15) в (13), получим решение задачи (10), (11), (12), совпадающее с решением задачи № 485 из [2], хотя при этом мы не применяли краевые условия (12):

$$U(x, t) = \frac{A}{1 + \left(\frac{a\pi}{l}\right)^2} \left(e^{-t} + \frac{l}{a\pi} \cdot \sin \frac{a\pi}{l} t - \cos \frac{a\pi}{l} t \right) \sin \frac{\pi}{l} x. \quad (16)$$

Задача № 491 [2]. Решить следующую смешанную задачу:

$$U_{xx} = U_{tt}, \quad 0 < x < \pi, \quad t > 0, \quad (17)$$

$$U(0, t) = t^2, \quad U(\pi, t) = t^3, \quad (18) \quad U(x, 0) = \sin x, \quad U_t(x, 0) = 0. \quad (19)$$

В качестве решения задачи (17), (18), (19) в [2] приводится

$$U(x, t) = \left(1 - \frac{x}{\pi}\right) t^2 + \frac{x}{\pi} t^3 + \sin x \cos t + \\ + \frac{4}{\pi} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k^3} \left[(-1)^k \cdot 3t - 1 + \cos kt - \frac{3 \cdot (-1)^k}{k} \cdot \sin kt \right] \sin kx. \quad (20)$$

Функция (20) удовлетворяет и краевым (18), и начальным (19) условиям. Но подстановка (20) в уравнение (17) дает

$$\frac{4}{\pi} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k} [(-1)^k \cdot 3t - 1] \sin kx + 2 \left(1 - \frac{x}{\pi}\right) + \frac{6x}{\pi} t = 0. \quad (21)$$

В силу равенства (21) вместо исходного уравнения (17) рассмотрим эквивалентное уравнение

$$U_{tt} - U_{xx} = \frac{4}{\pi} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k} [(-1)^k \cdot 3t - 1] \cdot \sin kx + 2 \left(1 - \frac{x}{\pi}\right) + \frac{6x}{\pi} t. \quad (22)$$

Следовательно, вместо задачи (17), (18), (19), будем решать эквивалентную ей в смысле (21) задачу (22), (18), (19) и докажем, что в этой задаче краевые условия (18) являются лишними.

Общее решение неоднородного уравнения (22) имеет вид

$$U(x, t) = \frac{4}{\pi} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k^3} [(-1)^k \cdot 3t - 1] \sin kx + \left(1 - \frac{x}{\pi}\right) t^2 + \frac{x}{\pi} t^3 + \\ + \sum_{n=-\infty}^{\infty} [\sin nx (a_{n0} \cos nt + a_{n1} \sin nt) + \cos nx (a_{n2} \cos nt + a_{n3} \sin nt)]. \quad (23)$$

Подставим $t=0$ в (23) и приравняем к $\sin x$, согласно (19):

$$a_{n2} = 0, \quad n_1 = 1, \quad a_{n10} = 1, \quad n_2 = k, \quad a_{n20} = \frac{4}{\pi k^3}, \quad \sum_{n=-\infty}^{\infty} \equiv \sum_{k=1}^{\infty}. \quad (24)$$

Рассмотрим производную по t от (23), подставим в нее значение $t=0$ и приравняем к нулю согласно (19):

$$a_{n3}=0, \quad n_3=k, \quad a_{n31} \cdot n_3 = -\frac{12 \cdot (-1)^k}{\pi k^3}, \quad \sum_{n=-\infty}^{\infty} Z \equiv \sum_{k=1}^{\infty} \quad (25)$$

Подставив (24) и (25) в (23), получим (20), которое является точным решением задачи Коши (22), (19). Оно совпадает с единственным решением некорректной задачи (22), (18), (19), которая, в свою очередь, эквивалентная в смысле (21) исходной задаче (17), (18), (19).

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 8.1.1987)

ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

ზ. შანიძე

ავტომატური მართვის ამოცანების კორექტულად დასვა

რეზიუმე

დამტკიცებულია, რომ ჰიპერბოლური განტოლებებისათვის შედგენილი შერეული ამოცანები არიან არა კორექტულად დასმული. ამ ამოცანებში ზედმეტია სასაზღვრო პირობები. მოყვანილია მაგალითები.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

Z. G. SHANIDZE

THE EXACT SOLUTIONS OF SOME PROBLEMS OF MECHANICS

Summary

The theorem is proved which shows that a general analytic solution of a homogeneous equation, the differential operator of which may be presented as a product of several operational polynomials, is a sum of all general analytic solutions of the homogeneous equations corresponding to these operational polynomials. Examples are adduced.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. З. Г. Шანიძე. Точные решения корректных задач математической физики. в. Депон. в НИИГТИ. Тбилиси, 1984.
2. А. В. Бицадзе, Д. Ф. Калниченко. Сборник задач по уравнениям математической физики. М., 1977.



Н. Т. ОНИАНИ

ВЛИЯНИЕ ИОННОГО СОСТАВА ГИПЕРТОНИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ НА КОФЕИНОВУЮ КОНТРАКТУРУ СКЕЛЕТНОЙ МЫШЦЫ ЛЯГУШКИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. М. Заалишвили 15.12.1986)

Кофеиновая контрактура скелетной мышцы лягушки в гипертоническом растворе развивается более интенсивно, чем в растворе Рингера [1—3]. В литературе есть данные, что степень потенциации кофеиновой контрактуры мышцы зависит от ионного состава гипертонического раствора [2]. С целью детального изучения этого вопроса мы провели серию экспериментов.

Опыты ставили на целых портняжных мышцах лягушки *Rana ridibunda*. Для регистрации изотонического сокращения мышцы применяли ранее описанную методику [4]. Сокращаясь, мышца передвигала 5 г груз. В опытах использовали растворы, приведенные в таблице.

Раствор	Тоничность относительно раствора Рингера	Содержание, мМ				
		NaCl	KCl	CaCl ₂	TMA-Cl	Сахароза
А	2,44	287,5	2,5	1,8	—	—
В	2,44	115	2,5	1,8	172,5	—
С	2,44	115	2,5	1,8	—	345

Для всех растворов рН 7,0—7,2.

Кофеиновая контрактура скелетных мышц лягушки как в растворе Рингера, так и в гипертоническом растворе имеет двухфазный характер [1, 2, 4, 5]. В наших опытах кофеиновые контрактуры мышцы во всех тестируемых гипертонических растворах (растворы А, В и С, см. табл. 1) также развивались двухфазно (рис. 1). Однако, как видно из рис. 1, первые фазы этих контрактур по величине отличаются друг от друга. Обработав данные этих экспериментов статистически, мы получили следующую картину: первая фаза контрактуры в растворе, гипертоничность которого создавалась добавлением тетраметиламония хлорида (ТМА-Cl) к нормальному раствору Рингера (раствор В), превосходит контрактуру в растворе, где гипертоничность создавалась добавлением NaCl (раствор А), в течение 1 мин от момента инициации сокращения мышцы кофеином ($P < 0,02$), а первая фаза контрактуры в растворе А превосходит контрактуру в растворе, где гипертоничность создавалась добавлением сахарозы (раствор С), в течение первых 2 мин сокращения мышцы ($P < 0,02$, рис. 2). Таким образом, можно заключить, что степень потенциации первой фазы кофеиновой контрактуры мышцы в гипертонических растворах одинаковой тоничности зависит от ионного состава самих растворов.

Известно, что кофеин вызывает сокращение мышцы, высвобождая Ca^{2+} из терминальных цистерн саркоплазматического ретикулума (ТЦ

СР) в миоплазму мышечного волокна [6]. С другой стороны, гипертонический раствор, сам по себе воздействуя на мышечное волокно, также вызывает сокращение [7], видимо, высвобождая Ca^{2+} из ТЦ СР [8]. Поэтому во время одновременного воздействия кофеина и гипертонического раствора на мышечное волокно высвобождение Ca^{2+} из

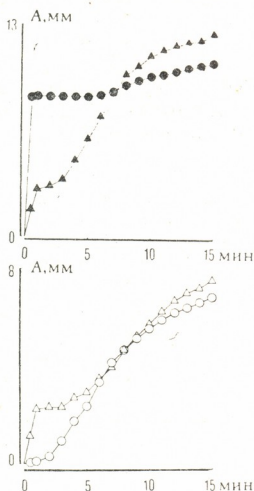


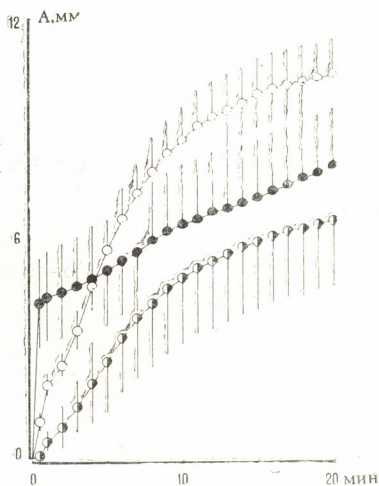
Рис. 1. Кофеиновые контрактуры портяжной мышцы лягушки в гипертонических растворах А (▲, △), В (●) и С (○). Контрактуры инициировались 8 мМ кофеина без преинкубации мышцы в тестируемых растворах. По оси абсцисс — время, мин, по оси ординат — амплитуда сокращения, мм

ТЦ СР происходит более интенсивно и первая фаза кофеиновой контрактуры в растворе А превосходит контрактуру в растворе Рингера [1]. Ионы Na^+ в определенных условиях могут инициировать высвобождение Ca^{2+} из ТЦ СР путем кратковременной деполяризации мембраны ТЦ СР [9]. Известно также, что повышение тоничности инкубационного раствора вызывает изменение ультраструктуры Т-системы мышечного волокна, происходит вакуолизация этой компоненты СР [10]. Если предположить, что мембрана Т-тубулы при этом становится проницаемой для Na^+ , то он, проникая в щель между Т-тубулой и ТЦ СР, может интенсифицировать высвобождение Ca^{2+} из ТЦ СР, вызванное кофеином [1]. Видимо, поэтому первая фаза кофеиновой контрактуры в растворе А, где концентрация Na^+ больше, превосходит контрактуру в растворе С (рис. 1, 2). Вероятно, TMA^+ , подобно Na^+ , интенсифицирует, но в большей степени, высвобождение Ca^{2+} из ТЦ СР мышечного волокна, за счет чего потенцируется первая фаза контрактуры в растворе В относительно контрактуры в растворе А (рис. 1, 2).

Предварительная 30-минутная инкубация портяжной мышцы лягушки в растворе А значительно уменьшает обе фазы кофеиновой контрактуры по сравнению с контрактурой мышцы в данном растворе

без преинкубации ($P < 0,01$, рис. 3) [1]. С другой стороны, после 30-минутной инкубации мышцы в растворе В уменьшается только первая фаза кофениновой контрактуры ($P < 0,05$), а вторая фаза контрак-

Рис. 2. Кофениновые контрактуры портяжной мышцы лягушки в гипертонических растворах А (○), В (●) и С (◐), вызванные 8 мМ кофеина без преинкубации мышцы в тестируемых растворах. По оси координат то же, что и на рис. 1



туры не отличается от контрактуры в этом же растворе, которая инициировалась без преинкубации мышцы (рис. 3). Возможно, TMA^+ имеет и определенное специфическое влияние на высвобождение Ca^{2+} из

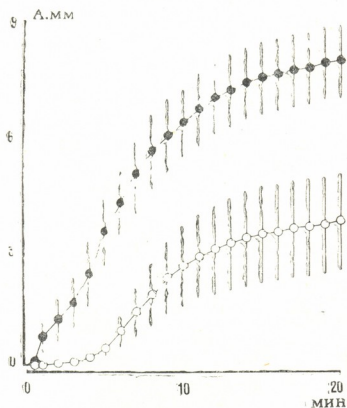


Рис. 3. Кофениновые контрактуры портяжной мышцы лягушки в гипертонических растворах А (○) и В (●), вызванные 8 мМ кофеина после 30-минутной инкубации мышцы в тестируемых растворах. По оси координат то же, что и на рис. 1

СР, так как после 30-минутной инкубации мышцы в растворе В к воздействию кофеина уже не добавляется влияние самого гипертонического раствора. На это указывает и то, что контрактура мышцы в

растворе В после инкубации со 2-й мин сокращения превышает контрактуру в растворе А в подобных условиях ($P < 0,05$, рис. 3).

Академия наук Грузинской ССР
 Институт физиологии
 им. И. С. Бериташвили

(Поступило 19.12.1986)

ბიოფიზიკა

ბ. ონიანი

ჰიპერტონული ხსნარების იონური შემადგენლობის გავლენა
 ბაყაყის ჩონჩხის კუნთის კოფეინის კონტრაქტურაზე

რეზიუმე

ბაყაყის თერძის კუნთის კოფეინის კონტრაქტურას ჰიპერტონულ ხსნარში ორფაზიანი ხასიათი აქვს. კოფეინის კონტრაქტურის პირველი ფაზის სიდიდე დამოკიდებულია ჰიპერტონული ხსნარის იონურ შედგენილობაზე. მიღებული შედეგების ანალიზის საფუძველზე გამოთქმულია მოსაზრება, რომ ნატრიუმისა და ტეტრამეთილამონიუმის კათიონები აძლიერებენ კუნთოვანი ბოჭკოს სარკოპლასმატიკური რეტიკულუმიდან კოფეინის შემოქმედებით გამოწვეულ კალციუმის გამოყოფას.

BIOPHYSICS

N. T. ONIANI

EFFECTS OF THE IONIC COMPOSITION OF HYPERTONIC SOLUTION ON CAFFEINE CONTRACTURE OF FROG SARTORIUS MUSCLE

Summary

Caffeine contracture of frog sartorius muscle is of the biphasic character. The size of the first phase of the contracture depends on the ionic composition of hypertonic solutions of equal tonicity. Based on the analysis of the data obtained, it is assumed that sodium and tetramethylammonium cations increase the caffeine-induced release of Ca^{2+} from the sarcoplasmic reticulum of the muscle fibre.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Т. Ониани. Изв. АН ГССР, сер. биол., 12, № 6, 365—375, 1986.
2. Т. Н. Ониани. Мембранно-миофибрилярные взаимоотношения. Тбилиси, 1970.
3. С. Caruto. J. Gen. Physiol., 50, 129-139, 1966.
4. Н. Т. Ониани. Изв. АН ГССР, сер. биол., 10, 424—426, 1984.
5. G. Gebert. Amer. J. Physiol., 215, 296-299, 1968.
6. T. Yoshioka, A. P. Somlyo. J. Cell Biol., 99, 558-568, 1984.
7. J. Lännergren, J. Noth. J. Gen. Physiol., 61, 158-175, 1973.
8. A. P. Somlyo et al. Ann. N. Y. Acad. Sci., 307, 523-544, 1978.
9. В. П. Нестеров. Физиол. ж. СССР, 71, 1985, 985—991.
10. A. V. Somlyo et al. J. Cell Biol., 74, 828-857, 1977.



Н. С. ЗАХАРОВА, М. С. УЛЬЯНОВА, М. А. БОКУЧАВА (академик АН ГССР)

КИНЕТИКА ИНГИБИРОВАНИЯ СУБСТРАТОМ БЕТАЛАИНОБЕСЦВЕЧИВАЮЩЕГО ФЕРМЕНТА

Бетацанины — красно-фиолетовые пигменты — в значительном количестве накапливаются в корнеплодах столовой свеклы.

Ранее нами было показано, что в корнеплодах имеется фермент, катализирующий окислительное расщепление бетацанинов [1]. Интерес к беталаинобесцвечивающему ферменту носит как научный, так и прикладной характер. При получении свекольного сока в пищевых целях следует учитывать, что содержание красящих веществ может существенно уменьшаться под действием фермента. Важнейшая особенность производства стабильного свекольно-чайного красителя — ингибирование ферментов свекольного сока полифенольными веществами чая [2].

Беталаинобесцвечивающий фермент является интересным объектом исследования благодаря своим характерным свойствам: высокой термостабильности, высокому температурному оптимуму (40°) и низкому рН-оптимуму. В настоящей работе определены некоторые кинетические свойства фермента: константа Михаэлиса, начальная скорость реакции, а также кинетика ингибирования фермента субстратом.

Ферментный препарат выделяли из корнеплодов столовой свеклы сорта Бордо. Небольшие кусочки ткани, вырезанные из центральной части корнеплода, гомогенизировали в среде, состоящей из 0,05 М трис-НСI буфера, рН 7,2, которая содержала 0,5 М сахарозу, 1% полиамидного порошка и 0,5% аскорбата натрия. Соотношение растительного материала и среды 1:4. Из гомогената получили сок, который фильтровали через фланель и центрифугировали при 1000 г для отделения неразрушенных клеток и клеточных стенок. Надосадочную жидкость подвергали гельфильтрации на колонке сефадекса G-50 (грубый), уравновешенной 0,05 М трис-НСI буфером, рН 7,2. Элюирование проводили тем же буфером. Все операции вели при 4° . В результате гельфильтрации получали белковую фракцию, которая служила ферментным препаратом. Содержание белка определяли по Лоури, стандартную кривую строили по бычьему сывороточному альбумину. Для определения кинетических параметров беталаинобесцвечивающего фермента использовали природный субстрат — бетацаниновый пигмент — бетанин, выделенный из корнеплодов столовой свеклы [3]. При определении константы Михаэлиса использовали растворы бетанина с концентрацией от 10^{-6} М до 10^{-5} М, приготовленные на 0,1 М цитратном буфере, рН 3,4. В реакционные пробирки наливали 1 мл раствора бетанина и термостатировали их в течение 3 мин при 37° . Затем приливали 1 мл ферментного раствора с концентрацией $7,5 \cdot 10^{-2}$ мг/мл. Экспозиция 2 мин. Реакцию прекращали быстрым охлаждением, помещая пробирки в лед. Контролем служила реакционная смесь с прокипяченным на водяной бане ферментом. Определение активности фермента проводили колориметрическим способом. За единицу активности фермента принимали такое количество фермента, которое обесцвечивало 1 мкМ бетанина за 1 мин.



Результаты исследования показывают, что при увеличении концентрации бетанина до определенного значения начальная скорость ферментативной реакции возрастает, стремясь к своему предельному значению. Однако при дальнейшем увеличении концентрации бетанина начальная скорость реакции проходит через максимум $V_{\text{макс}}$ и затем уменьшается, что свидетельствует об ингибирующем действии бетанина на фермент. Мультиплетность взаимодействия субстрата с ферментом допускает возможность образования неактивных фермент-субстратных комплексов состава ES_{n+1} , которые, однако, в молярном отношении остаются целночисленными [4—6].

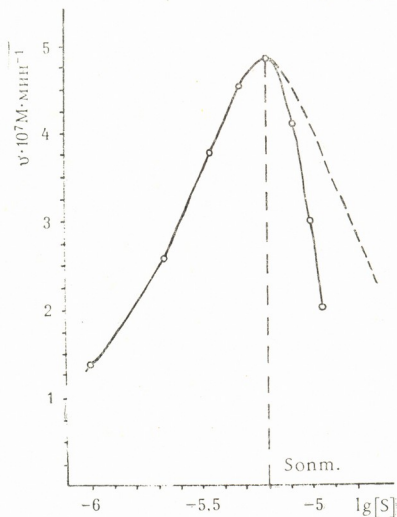


Рис. 1. Ингибирование субстратом беталаинобесцветяющего фермента. Пунктирная линия является теоретически рассчитанной при условии образования неактивного фермент-субстратного комплекса состава ES_4 .

Откладывая экспериментальные данные в координатах $(V, \lg[S]_0)$, находили, что полученная кривая имеет вид несимметричного колокола, правая ветвь которого значительно круче левой (рис. 1). Подобная форма кривой указывает, что ингибирование реакции происходит за счет присоединения нескольких молекул субстрата к активному фермент-субстратному комплексу, перевода его в неактивное состояние. Для определения числа молекул субстрата в неактивном фермент-субстратном комплексе был применен графический способ [4]. Проведенные расчеты показали, что линейный характер зависимостей, определяющих механизм субстратного торможения, соответствует в данном случае числу 3. Это означает, что неактивный фермент-субстратный комплекс имеет состав ES_4 , и, следовательно, можно предположить, что беталаинобесцветяющий фермент имеет возмож-

ность взаимодействовать с бетанином четырьмя акцепторными группировками, образуя четыре связи. Значения константы Михаэлиса K_m и максимальную скорость реакции V_{\max} определяли из отрезков, отсекаемых полученной прямой на координатных осях (рис. 2). K_m для бетанина равна $4,0 \cdot 10^{-6}$ М, V_{\max} — $7,6 \cdot 10^{-7}$ М, мин.

Константу диссоциации неактивного фермент-субстратного комплекса K' рассчитывали из уравнения

$$[S]_{\text{опт}} = \sqrt[n+1]{\frac{K_m K_s'}{n}}$$

K_m для бетанина равна $1,8 \cdot 10^{-15}$ М.

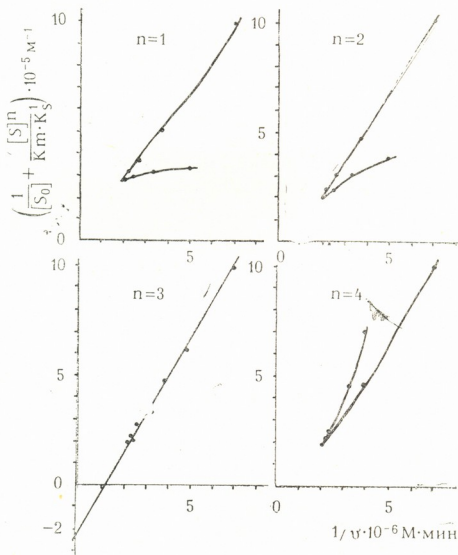


Рис. 2. Итеративная линейаризация экспериментальных данных по кинетике ферментативного обесцвечивания бетанина в условиях ингибирования фермента субстратом с образованием неактивного фермент-субстратного комплекса состава ES_4

Анализируя полученные значения для K_m и V_{\max} , можно предполагать, что в стационарной системе беталаинообесцвечивающий фермент — бетанин образование неактивного комплекса имеет преимущество перед образованием активного комплекса. Подтверждением этому служит то, что уже сравнительно низкие концентрации субстрата способны тормозить ферментативную реакцию.

Академия наук СССР
Институт биохимии
им. А. Н. Баха

(Поступило 9.10.1986)

ბ. ზახაროვა, მ. ულიანოვა, მ. ბოკუჩავა (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი)

ბეტალაინგამაუფერულეებელი ფერმენტის სუბსტრატით ინჰიბირების კინეტიკა

რეზიუმე

განსაზღვრულია სუფრის ჭარხლის ბეტალაინგამაუფერულეებელი ფერმენტის კინეტიკური პარამეტრები ბეტანინის მიმართ. დადგენილია, რომ ბეტანინი აინჰიბირებს ფერმენტს, მასთან ქმნის ფერმენტ-სუბსტრატულ კომპლექსს ES_4 .

BIOCHEMISTRY

N. S. ZAKHAROVA, M. S. ULYANOVA, M. A. BOKUCHAVA

KINETICS OF THE SUBSTRATE INHIBITION OF BETALAIN- DECOLOURIZING ENZYME

Summary

Kinetic indices of betalain-decolourizing enzyme from red beet root crops for betanine have been determined, and the kinetics of enzyme inhibition by the substrate studied. Under inhibition, the enzyme-substrate complex formed was found to have the ES_4 composition.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. А. Соболева, М. С. Ульянова, Н. С. Захарова, М. А. Бокучава. Биохимия, 41, № 6, 1976, 968—974.
2. М. А. Бокучава, Г. Н. Прундзе, М. С. Ульянова. Биохимия производства растительных красителей. Тбилиси, 1976, 95.
3. М. С. Ульянова, Г. А. Соболева, Н. С. Захарова, М. А. Бокучава. Прикладная биохимия и микробиология. 21, 1975, 102—106.
4. И. В. Березин, А. А. Клесов. Практический курс химической и ферментной кинетики. М., 1976, 320.
5. В. Л. Кретович. Введение в энзимологию. М., 1974, 352.
6. В. А. Яковлев. Кинетика ферментативного катализа. М., 1965, 248.

Н. Р. МИГИНЕИШВИЛИ, Н. Б. КОБАХИДЗЕ, М. А. ЦАРЦИДZE,
Б. А. ЛОМСАДZE

ЭКЗОГЕННЫЕ ЛИПИДЫ—МОДУЛЯТОРЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ МЕМБРАНОСВЯЗАННЫХ ФЕРМЕНТОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. Н. Нуцубидзе 30.9.1986)

Нормальное функционирование биологических мембран во многом определяется структурой и организацией липидов. Для мембран разных типов свойственны четко определенный состав, индекс ненасыщенности жирнокислотных цепей, количество холестерина, фосфолипидов и т. д.

Истощение или обогащение мембран липидами характерно для нарушения функции клеток и различных заболеваний. Так, одним из ключевых моментов в патогенезе атеросклероза и его осложнений считается увеличение содержания холестерина в плазматических мембранах клеток, а при злокачественном лейкозе — уменьшение содержания последнего [1]. Существуют литературные данные, указывающие на изменение формы клеток [2], проницаемости [3], вязкости [4] и функциональной активности мембран [5] при включении экзогенных липидов в мембраны клеток.

Особенно чувствительны к изменению липидного состава белки-ферменты. Они по-разному реагируют на эти изменения и поэтому их часто используют для характеристики белок-липидных взаимодействий. Активность ряда ферментов в первую очередь зависит от липидного микроокружения, обеспечивающего конформационную стабильность. Липиды играют роль буфера по конформационным сдвигам для конформационных лабильных белков, например для АТФаз.

Нами была предпринята попытка установить, как влияет увеличение содержания ряда липидов на активность мембраносвязанных ферментов 5'-нуклеотидазы и кислой фосфатазы.

Опыты проводили на нелинейных белых крысах-самцах. После декапитации быстро извлекали селезенку, размельчали и гомогенизировали в среде, содержащей 50 мМ трис-НСl и 153 мМ NaCl (рН 7,4). Лимфоциты получали использованием фикал-изопаковой методики [6].

Обогащение мембран клеток липидами осуществляли путем инкубации лимфоцитов с возрастающей концентрацией липидов (6—95 мкг/мг белка) в среде, содержащей 2 мл суспензии лимфоцитов (содержание белка, мг/мл), 15 мкл сыворотки крови крыс (3,5 мг белка/мл для внесения в систему липидпереносящих белков) и 0,25 мл липида, растворенного в 96%-ном этиловом спирте, в течение 30 мин при 37°C. Активность 5'-нуклеотидазы [7] и кислой фосфатазы [8] определяли по накоплению неорганического фосфата. Оптическую плотность измеряли при 635 нм.

Включение экзогенных липидов в плазматические мембраны лимфоцитов показало неодинаковое действие на активность мембранных ферментов. Как видно из таблицы, возрастание содержания холестерина в мембране вызывает снижение 5'-нуклеотидазной активности на 25%. При этом увеличение степени поляризации флуоресценции зонда



1,8-АНС [9] свидетельствует об увеличении микровязкости фосфолипидного бислоя. Взаимозависимость между возрастанием содержания холестерина в мембране, падением активности ферментов и увеличением вязкости липидного бислоя известны и для мембран других типов клеток [10]. Однако извлечение холестерина из мембран приводило к повышенной активности мембраносвязанных ферментов до первоначального уровня [11].

Влияние экзогенных липидов на ферментативную активность 5'-нуклеотидазы плазматических мембран лимфоцитов (Р мкмоль/мин/мг белка)

Пробы	Ф о с ф о л и п и д ы			Холестерин
	Фосфатидил- холин	Фосфатидил- серин	Лизофосфатидил- холин	
Спирт	$0,0266 \pm 5,57 \cdot 10^{-4}$	$0,0266 \pm 4,87 \cdot 10^{-4}$	$0,0277 \pm 4,87 \cdot 10^{-4}$	$0,0266 \pm 5,57 \cdot 10^{-4}$
6	$0,0257 \pm 7,38 \cdot 10^{-4}$	$0,0171 \pm 3,38 \cdot 10^{-4}$	$0,0274 \pm 6,53 \cdot 10^{-4}$	$0,0191 \pm 6,37 \cdot 10^{-4}$
12	$0,0254 \pm 8,29 \cdot 10^{-4}$	$0,0180 \pm 4,98 \cdot 10^{-4}$	$0,0276 \pm 5,69 \cdot 10^{-4}$	$0,0207 \pm 4,04 \cdot 10^{-4}$
24	$0,0260 \pm 7,34 \cdot 10^{-4}$	$0,0187 \pm 4,98 \cdot 10^{-4}$	$0,0277 \pm 4,69 \cdot 10^{-4}$	$0,0193 \pm 4,12 \cdot 10^{-4}$
48	$0,0251 \pm 7,50 \cdot 10^{-4}$	$0,0182 \pm 5,79 \cdot 10^{-4}$	$0,0278 \pm 6,14 \cdot 10^{-4}$	$0,0200 \pm 3,84 \cdot 10^{-4}$
96	$0,0275 \pm 8,22 \cdot 10^{-4}$	$0,0182 \pm 6,22 \cdot 10^{-4}$	$0,0286 \pm 3,96 \cdot 10^{-4}$	$0,0194 \pm 4,00 \cdot 10^{-4}$

Экзогенный фосфатидилхолин не влияет на активность 5'-нуклеотидазы, тогда как фосфатидилсерин, который более тесно ассоциируется с белками, уменьшает активность фермента (см. таблицу).

5'-нуклеотидаза является трансмембранным белком гликопротеиновой природы, ее гидролизующая активность расположена на наружной стороне лимфоцитов [12]. Для мембраносвязанных ферментов эритроцитов чувствительность к холестерину зависит от локализации фермента в мембране. Активность изменяется только в том случае, если производят нагрузку холестерином с той стороны мембраны, на которой расположен фермент. Такая зависимость, по-видимому, связана в первую очередь с тем, что холестерин, включаясь в мембрану, вызывает растяжение бислоя (увеличение площади поверхности клетки) и увеличение содержания шиффовых оснований. Немаловажна конкуренция 3-ОН-группы холестерина с карбонильной группой жирнокислотных цепей фосфолипидов за молекулы воды.

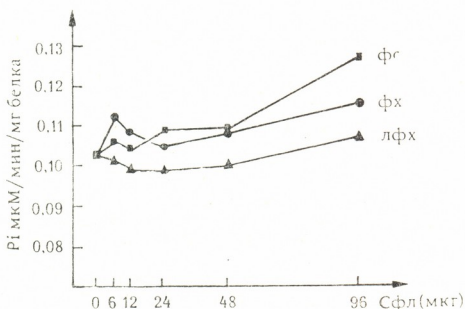


Рис. 1. Влияние экзогенных фосфатидилсерина (фс), фосфатидилхолина (фх) и лизофосфатидилхолина (лфх) на ферментативную активность кислой фосфатазы плазматических мембран лимфоцитов

Но ключевую роль, по-видимому, играют возрастание соотношения холестерин/фосфолипид, упорядоченность упаковки фосфолипидов

ი, следовательно, снижение жидкости мембраны. Это предотвращает конформационные сдвиги и взаимодействие больших субъединиц фермента.

Различное воздействие экзогенных фосфолипидов на активность ферментов может быть обусловлено неравномерным распределением включенных липидов между монослоями, причем асимметричность распределения зависит от радиуса кривизны мембраны [13]. По данным ряда авторов, 90% экзогенного лецитина и лизолецитина локализуется во внешнем монослое, а 80% фосфатидилэтаноламина и весь фосфатидилсерин — во внутреннем слое мембраны. Неравномерно распределенные липиды изменяют в разной степени химический состав и вязкость микроокружения ферментов [14] и, следовательно, имеют разный эффект на белковые компоненты мембраны.

Эффектным модулятором ферментативной активности оказался экзогенный лизофосфатидилхолин. С возрастанием количества включенного липида пропорционально возрастает активность 5'-нуклеотидазы (см. таблицу). Эффективность можно объяснить деградацией липидов, вызванной активированием липаз под действием экзогенного лизофосфатидилхолина и высвобождением свободных жирных кислот, что благоприятно действует на состояние фермента, активность которого зависит от содержания линоленовой кислоты.

На деградацию фосфолипидов в мембране иначе реагирует другой мембранный фермент — кислая фосфатаза. Она ингибируется (рис. 1) под влиянием лизофосфатидилхолина, и такая чувствительность вполне объяснима, если учесть, что фермент является мембрано-связанным, легко солибилизирующим, а активность зависит от общей фракции липидов [15]. Такая зависимость способствует и возрастанию активности фермента под влиянием экзогенных фосфатидилхолина и фосфатидилсерина (реактивация на 6,2 и 8,2% соответственно).

Что касается реактивирующего влияния высоких концентраций лизофосфатидилхолина на кислую фосфатазу, то это является следствием разрушающего действия использованных нами концентраций липида на плазматические мембраны клеток и выхода фермента в среду. Такое предположение подтверждается и микроскопическими снимками [16].

Таким образом, экзогенные липиды, включаясь в плазматические мембраны лимфоцитов, значительно изменяют функциональную активность последних, а эффективность воздействия носит индивидуальный характер.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 10.10.1986)

ბიოქიმიკა

ბ. მიხეილავილი, ნ. კობახიძე, ა. ცაგინიძე, ზ. ლომსაძე

მედიკალური ლიპიდები როგორც ფორმირების
მომხრანად კავშირებულ ფერმენტის ფუნქციონალური აქტივობის
მოდულატორები

რეზიუმე

შესწავლილია ზოგიერთი ლიპიდის (ფოსფატიდილქოლინის, ფოსფატიდილსერინის, ლიზოფოსფატიდილქოლინის) რაოდენობის ცვლილების გავ-

ლენა მემბრანადაკავშირებული ფერმენტის 5' ნუკლეოტიდაზისა და მკევა ფოსფატაზის აქტივობაზე.

ნაჩვენებია, რომ ეგზოგენური ლიპიდები, ერთვებიან რა ლიმფოციტის პლაზმურ მემბრანაში, სხვადასხვაგვარ ზეგავლენას ახდენენ მემბრანადაკავშირებული, ლიპიდდამოკიდებული ფერმენტების აქტივობაზე. ახსნილია განსხვავებული ზემოქმედების შესაძლო მიზეზები.

BIOCHEMISTRY

N. R. MIGINESHVILI, N. B. KOBAKHIDZE, M. A. TSARTSIDZE, B. A. LOMSDZE

EXOGENOUS LIPIDS MODULATORS OF FUNCTIONAL ACTIVITY OF CERTAIN MEMBRANE-DEPENDENT ENZYMES

Summary

A study has been made of the influence of quantitative changes of some lipids (cholesterol, phosphatidylcholine, phosphatidylserine, lysophosphatidylcholine) on the activity of membrane-dependent enzymes—5'-nucleotidase and acid phosphatase.

It is shown that exogenous lipids incorporated into lymphocyte plasma membranes have different effects on membrane-bound, lipid-dependent enzyme function.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ю. М. Лопухин, А. И. Арчаков, Ю. А. Владимиров, Э. М. Каган. Холестериноз. М., 1983.
2. T. Fuyii, T. Akira. Cell Biochem. and Funct. 1984, v. 2, № 3, 171—176.
3. И. Л. Кузьмина, А. А. Тимофеев, С. Б. Германов. Булл. эксп. биол. и мед., № 2, 1986, 163.
4. Ю. Д. Холодова, О. П. Бондарь. Укр. биохим. ж., т. 53, № 4, 1981, 80—87.
5. И. Л. Кузьмина, В. Б. Ритов. Булл. эксп. биол. и мед., № 4, 1986, 419—422.
6. A. Voum. Tissue Antigens, 1974, № 4, 269—274.
7. T. Galliard. R. N. Michell, I. N. Hawthorne. Biochim. Biophys. Acta. 1965, in the press. № 4, 333—338.
8. De Duve C, V. C. Pressman, R. Gianette, R. Wattiaux, F. Appelman. Biochem. J. 1955, v. 60, 604—617.
9. Н. Р. Мигинеишвили, Н. Б. Кобахидзе, М. А. Царцидзе, Б. А. Ломсадзе. Деп. в ВИНТИ, № 5620—83.
10. А. И. Иванова, Э. М. Халилов, А. И. Арчаков, Ю. М. Лопухин. Булл. эксп. биол. и мед., № 4, 1984, 450.
11. А. Д. Таганович, Э. И. Олецкий, В. К. Кухта. Вопр. мед. химии, № 5, 1985, 75.
12. I. H. Israelaschvili. Biochem. et Bioph. Acta. 1973, v. 323, № 4, 659.
13. D. Billington, R. Cofeman, I. A. Zusak. Biochem. et Biophys. Acta. 1977, 446, 526—530.
4. A. I. Verkleif, R. F. Zwaal. Biochem. et Biophys. Acta. 1973, v. 323, № 2.
15. Т. К. Дарчия, М. А. Царцидзе, Б. А. Ломсадзе. Изв. АН ГССР, сер. биол., т. 3, № 3, 83.
16. Н. Р. Мигинеишвили, Н. Б. Кобахидзе, М. А. Царцидзе, Б. А. Ломсадзе. Всесоюз. междуниверсит. конф. по биологии клетки. Тбилиси, 1985.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Э. И. ХИШТОВАНИ

ИЗУЧЕНИЕ ИММУННОЙ РЕАКТИВНОСТИ У БОЛЬНЫХ
ЗУДЯЩИМИ ДЕРМАТОЗАМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Деканосидзе 12.9.1987)

Биологические свойства простагландинов весьма разнообразны, в основном их действие опосредуется через циклические нуклеотиды. Простагландины при разных условиях могут как стимулировать, так и подавлять синтез цАМФ [1]. Основным стимулятором синтеза цАМФ являются простагландины Е, в то время как ПГФ_{2α} не оказывает никакого действия на синтез цАМФ. ПГФ_{2α} активирует в тканях синтез цГМФ, а соотношение ПГЕ и ПГФ_{2α} составляет основу регуляторного механизма клетки.

Циклические нуклеотиды являются универсальными посредниками действия различных как экзогенных, так и эндогенных факторов на клетки организма, они реализуют нормальные и патологические реакции организма [2]. При этом между цАМФ и цГМФ существует антагонизм в регуляции функции клеток [3].

Нарушение образования простагландинов может быть причиной развития целого ряда патологических процессов, прежде всего в связи с нарушением синтеза циклических нуклеотидов. Роль простагландинов в патогенезе дерматозов еще не нашла окончательного решения.

В литературе имеются лишь единичные сообщения о взаимосвязи кожи и простагландинов, в основном такие сообщения имеют обзорный характер [4—6].

Основные работы, посвященные простагландинам и дерматозам, касаются псориаза, угревой сыпи, экземы, невродермита у детей.

Простагландины значительно уменьшают порог зуда [7].

У детей, страдающих невродермитом, концентрация простагландинов в плазме крови значительно снижена, в то время как у детей, больных экземой, уровень ПГФ_{2α} увеличен в 5,8 раза, ПГЕ — в 4,4 раза, а ПГА — в 3,2 раза. Такая разница в содержании простагландинов у больных невродермитом и экземой объясняется своеобразием иммунологических механизмов, лежащих в основе их развития.

У детей, больных невродермитом, содержание плазменного ПГЕ резко снижено, а ПГФ_{2α} имеет тенденцию к снижению или остается в пределах нормы. Одновременно отмечается у этих больных некоторое увеличение в плазме циклических нуклеотидов. С другой стороны, определяется значительное увеличение содержания в плазме крови циклических нуклеотидов у детей больных как экземой, так и невродермитом.

В литературе имеются данные об изменениях содержания цАМФ у больных крапивницей, atopическим дерматитом и др. Их исследование свидетельствует о нарушении в системе аденилциклаза-цАМФ у этих больных.



За последнее десятилетие довольно много работ посвящено изучению содержания в сыворотке крови IgE, в том числе при различных дерматозах. Концентрация сывороточных IgE значительно повышена при многих заболеваниях, в том числе атопическом дерматите, крапивнице, пруриго и др. Однако примерно у 20% больных атопическим дерматитом обнаруживается нормальное содержание сывороточного IgE. Таким образом, до настоящего времени вопрос о содержании в сыворотке крови больных зудящими дерматозами ПГЕ, ПГФ_{2α}, циклических нуклеотидов и отчасти IgE остается неизученным.

Нами проведено изучение содержания ПГЕ, ПГФ_{2α}, цАМФ, цГМФ и IgE в сыворотке крови больных зудящими заболеваниями (106 чел.), такими как атопический дерматит или диффузный невродермит (35 больных), ограниченный невродермит (20 больных), красный плоский лишай (20 больных), хроническая крапивница (20 больных), пруриго (11 больных). Содержание циклических АМФ и ГМФ в плазме крови определялось радиоиммунологическим методом с помощью наборов реактивов фирмы «Amersham» (Англия).

Содержание ПГЕ и ПГФ_{2α} определялось в плазме крови радиоиммунологическим методом с помощью стандартных наборов реактивов фирмы «Clinical Assays» (США).

Для определения общего иммуноглобулина Е применялся метод радиоиммуносорбента (RIST) с помощью кит-набора шведской фирмы «Parnacia Diagnostics» — phradebas IgE RIST.

Исследованиями установлено, что у больных атопическим дерматитом, красным плоским лишаем, хронической крапивницей и пруриго имеется в среднем значительное, примерно в 4 раза по сравнению со здоровыми лицами, увеличение концентрации ПГЕ, в то время как при ограниченном невродермите содержание этого простагландина увеличено всего вдвое.

Концентрация сывороточного простагландина Ф_{2α} в среднем у больных диффузным невродермитом, красным плоским лишаем и пруриго почти не увеличена, но она увеличена в 7 раз у больных хронической крапивницей. Значительные отклонения выявлены у всех обследованных больных при подсчете индекса ПГЕ/ПГФ_{2α}. Он оказался увеличенным в 3 раза в среднем у больных атопическим дерматитом, красным плоским лишаем и пруриго и вдвое сниженным у больных ограниченным невродермитом и хронической крапивницей, по сравнению с группой здоровых лиц.

Концентрация в сыворотке крови цАМФ у обследованных нами больных оказалась в среднем на верхней границе нормы у больных ограниченным невродермитом и красным плоским лишаем, у остальных больных она несколько превышает таковую у лиц контрольной группы. Концентрация цГМФ в 2 раза по сравнению с контролем повышена у больных диффузным невродермитом, красным плоским лишаем и пруриго, почти не отличается от нормы у больных ограниченным невродермитом и почти вдвое снижена у больных хронической крапивницей. Индекс цАМФ/цГМФ значительно снижен у больных атопическим дерматитом (1,6), красным плоским лишаем (1,8), пруриго (1,9) при $3,08 \pm 0,46$ у лиц контрольной группы. У больных огра-

ნიჩენივ ნევროდერივთ იონ სოსვილ 2,6, ა უ ბოიიხი ხრონიჩესკი კრავივნიცი 7,3.

У всех боиьих, кроме боиьих ограниჩенив невродермитом, значительнo увелиჩено в сыворотке крови содержание IgE.

Подсчет указанных выше показателей в зависимости от наличия сопутствующих заболеваний, длительности заболевания, его распространенности установил определенное их влияние на содержание простагландинов E и Φ_{2a} , циклических нуклеотидов и IgE.

Полученные нами данные убедительно свидетельствуют об определенной роли простагландинов, циклических нуклеотидов и IgE в патогенезе атопического дерматита, красного плоского лишая, хронической крапивницы и пруриго и указывают на необходимость коррекции ПГЕ, ПГ Φ_{2a} , циклических нуклеотидов и IgE при проведении патогенетической терапии зудящих заболеваний кожи.

Тбилисский государственный
медицинский институт

(Поступило 16.10.1987)

მეცაპერიმენტული მადეცინა

ე. ხიშტოვანი

იმუნური რეაქტიულოგის უმსჯავლა ქავანა დერმატოზებით
დაავადებულებში

რეზიუმე

ჩვენ შევისწავლეთ ქავანა დერმატოზებით დაავადებული 106 ავადმყოფის სისხლის შრატის. მათგან ატოპური დერმატიტით დაავადებული იყო 35, შემოფარგლული ნევროდერმიტით — 20, წითელი ბრტყელი ლიქენით — 20, ქრონიკული ქინჭრის ციებით — 20, პრურეოთი — 11 ავადმყოფი.

ჩვენი მონაცემები ცხადყოფს, რომ პროსტაგლანდინები და ციკლური ნუკლეოტიდები გარკვეულ როლს ასრულებს ატოპური დერმატიდის; წითელი ბრტყელი ლიქენის, ქრონიკული ქინჭრის ციების და პრურეოს პათოგენეზში და მიუთითებს ПГЕ-ს, ПГ Φ_{2a} -ს, ციკლური ნუკლეოტიდებისა და IgE-ს კორექციის აუცილებლობაზე კანის ქავანა დაავადებების პათოგენეზურ თერაპიაში.

EXPERIMENTAL MEDICINE

E. I. KHISHTOVANI

A STUDY OF IMMUNE REACTION IN PATIENTS WITH ITCHING DERMATOSIS

Summary

The content of blood E₁ F₂ prostaglandines, cyclic nucleotids, immunoglobulin E was studied in 106 patients with itching dermatosis.

Radioimmunologic findings have revealed the principal role of PGE, PGF₂, cyclic AMP GMP, IgE in the pathogenesis of atopic dermatitis, prurigo ch. urticaria, lichen ruben planus, and shown the necessity of correcting their levels in the pathogenetical treatment of dermatological diseases.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. А. Юдаев. Простагландины. Бисхимия гормонов и гормональной регуляции. М., 1976, 300—325.
2. Н. А. Федоров. Сб. «Циклические нуклеотиды», IV. Минск, 1982, 154—155.
3. И. Б. Резник, И. Н. Беспалько. Вопр. охр. мат. и дет., 28, № 65, 1983, 26—28.
4. А. Я. Браиловский. Вест. дермат., № 10, 1975, 21—30.
5. В. Н. Мордовцев, В. А. Самсонов, Ю. Н. Завадская. Сов. мед., № 6, 1975, 74—77.
6. J. E. Akiro. Rev. Med. Militaire, 40, № 36, 1980, 1384—1402.
7. C. R. Loveli. — But. J. Dermatol. 1076, 94, 273—276.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Д. И. АБЕЛАШВИЛИ, Г. И. НИЖАРАДЗЕ

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ПЕЧЕНИ ПРИ
ГИПОКСИЧЕСКИХ ПОРАЖЕНИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ
НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ У НОВОРОЖДЕННЫХ ДЕТЕЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. К. Пагава 5.2.1987)

Вопрос о степени нарушения и значении изменений функционального состояния печени при гипоксических поражениях центральной нервной системы у новорожденных детей остается дискуссионным. Нами проведены клинические и лабораторные исследования 43 доношенных новорожденных с гипоксическим поражением ЦНС. Определялись активность ферментов γ -глутамилтранспептидазы (ГГТП) набором «Лахема» (ЧССР), сорбитдегидрогеназы (СДГ) — оптическим методом Варбурга в модификации Л. М. Пиркова, Т. А. Соколовой, И. И. Мальвиной [1], холинэстеразы (ХЭ) — колориметрическим методом по гидролизу ацетилхолинхлорида [2], трансаминаз (АЛТ, АСТ), а также концентрации общего белка в сыворотке крови, тимоловая проба.

Полученные результаты сравнивались с показателями группы сравнения, в которую вошли 30 здоровых доношенных новорожденных.

Диагноз гипоксического поражения ЦНС ставился на основании клинико-anamnestических данных. У всех 43 больных отмечалось патологическое течение беременности (токсикозы беременности, угроза прерывания беременности, острые инфекции, нефропатии и др.). 12 детей родились с обвитием пуповины вокруг шеи, 2 — с помощью кесарева сечения, 2 — в ягодичном предлежании. Состояние детей при рождении оценивалось в 1—6 баллов по шкале Апгар.

Во всех наблюдениях исключалась Rh- и групповая несовместимость между матерью и плодом, которая могла дать определенные сдвиги в ферментативной системе печени. На основании анамнестических, объективных и лабораторных данных исключались заболевания матери, которые могли бы обусловить сдвиги ферментативной системы, в частности инфекционный гепатит, гепатохолецистит, токсоплазмоз, ревматизм и др.

По тяжести гипоксического поражения ЦНС исследуемые новорожденные были разделены на две группы: I группа — 19 новорожденных (средней тяжести), II группа — 24 новорожденных (тяжелая форма).

У новорожденных наблюдались глазодвигательные нарушения (косоглазие, горизонтальный и вертикальный нистагм, симптом Грефе), синдром глубокого угнетения нервной системы (снижение или отсутствие большинства сухожильных и безусловных рефлексов, гиподинамия), синдром вегетативно-висцеральных расстройств (поверхностное нерегулярное дыхание, тахикардия или брадикардия, вздутие живота), симптомы нарушения общего кровообращения, признаки внутричерепной гипертензии, судороги, выраженные метаболические нарушения. При исследовании ликвора были получены низкие концентрации сахара и общего белка.

Исследования во всех группах проводились в динамике болезни в возрасте 3—10 дней.



Полученные биохимические данные обрабатывались методом математической статистики и приведены в таблице.

Как видно из таблицы, активность ферментов СДГ и ГГТП повышалась, а активность ХЭ менялась незначительно в I группе по сравнению с контрольной.

Активность ферментов СДГ, ГГТП и ХЭ в норме и при гипоксических поражениях ЦНС у новорожденных детей

Группы новорожденных	СДГ M±m	ГГТП M±m	ХЭ M±m
Контрольная группа (30)	0,4±0,1	7,32±0,45	210±12,9
I группа (19)	3,25±0,85	8,60±0,35	230±15,5
Р	P<0,001	P<0,5	P>0,6
II группа (24)	5,15±0,90	10,25±0,34	412±16,8
Р	P<0,001	P<0,001	P<0,001
Р ₁	P ₁ <0,01	P ₁ <0,001	P ₂ <0,001

Примечание: Р—вероятность различия с контрольной группой;
Р₁—вероятность различия с I группой.

У новорожденных с тяжелой формой гипоксического поражения ЦНС повышались активности всех ферментов по сравнению с I и контрольной группами.

Закономерные связи между изменениями активности ферментов и увеличением печени нами не обнаружены. В большинстве наблюдаемых случаев печень оставалась в пределах возрастных норм. Другие биохимические тесты (АЛТ, АСТ, тимоловая проба) не указывали на угнетение функциональной способности печени в I группе.

Отчетливое повышение уровня ГГТП, ХЭ и появление активности СДГ в сыворотке крови у новорожденных с гипоксическим поражением ЦНС свидетельствуют о том, что патологическое течение беременности и родов создает неблагоприятные условия для жизнедеятельности печеночных клеток, которые отличаются повышенной чувствительностью к недостатку кислорода. Возникает циркуляторная гипоксия, которая вызывает нарушение энергетического метаболизма в гепатоцитах, повышение клеточной проницаемости мембран с изменением активности ферментных систем печени, что выражается в повышении уровня ГГТП и СДГ в крови. Вышеотмеченные изменения со стороны этих ферментов указывают на функциональную незрелость гепатоцитов уже в первые дни внеутробной жизни новорожденных с гипоксическим поражением ЦНС.

В результате биохимических исследований и их сопоставления с клинической картиной гипоксического поражения ЦНС у новорожденных детей выявлено, что резкое повышение активности ГГТП, ХЭ и СДГ в крови имеет место при тяжелой форме данной патологии, свидетельствуя о развитии сдвигов функционального характера в печени. Во II группе у 14 больных из 24 отмечалось развитие септического процесса, в то время как в I группе — у 5 и 19.

Таким образом, определение активности органоспецифических ферментов ГГТП и СДГ, а также ХЭ может служить, с одной стороны, одним из ранних и дополнительных тестов для выявления дисфункции печени при данной патологии у новорожденных, а с другой — критерием оценки тяжести поражения ЦНС.

Полученные результаты указывают на патогенетическое значение функционального состояния печени в сложных патогенетических механизмах развития септического процесса у новорожденных с гипоксическим поражением ЦНС и на необходимость выделения данно-

го контингента больных в группу риска по развитию сепсиса, а также включения в комплексное лечение гипоксического поражения ЦНС средств, способствующих нормализации функционального состояния печени.

Тбилисский институт
усовершенствования врачей
МЗ СССР

(Поступило 6.3.1987)

მაკაბრიმენტული მედიცინა

დ. აბელაშვილი, გ. ნიჟარაძე

ღვიძლის ფუნქციური მდგომარეობა ახალშობილ ბავშვებში
ცენტრალური ნერვული სისტემის დაზიანების დროს

რეზიუმე

შესწავლილია ღვიძლის ფუნქციური მდგომარეობა 3—10 დღის ასაკის ახალშობილებში ცენტრალური ნერვული სისტემის ჰიპოქსიური დაზიანების დროს.

აღნიშნული პათოლოგიის დროს ბავშვებში აღინიშნება ღვიძლის ფუნქციური მდგომარეობის დათრგუნვა, რაც ვლინდება ორგანოსპეციფიური ფერმენტების — სორბიტდეჰიდროგენაზის და გამა-გლუტამილტრანსპეპტიდაზის, აგრეთვე ქოლინესთერაზის აქტივობის მომატებით სისხლის შრატში, განსაკუთრებით დაავადების მძიმე ფორმების დროს. ამ ფერმენტების აქტივობის მომატება აღინიშნება იმ შემთხვევებშიც, როცა სხვა ბიოქიმიური მაჩვენებლები არ მიუთითებენ ღვიძლის ფუნქციური მდგომარეობის დათრგუნვაზე. ამასთან, რაც უფრო მაღალია ამ ფერმენტთა აქტივობა სისხლის შრატში აღნიშნული პათოლოგიის დროს, მით უფრო ხშირად აღინიშნება სეპტიური პროცესის განვითარება.

EXPERIMENTAL MEDICINE

D. I. ABELASHVILI, G. I. NIZHARADZE

FUNCTIONAL HEPATIC STATE IN NEWBORN CHILDREN WITH
HYPOXIA LESION OF THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM

Summary

The functional hepatic state has been studied in newborn children aged 3-10 days with hypoxia lesion of the central nervous system.

Suppression of functional hepatic state has been noted, manifested via the increased activity of gamma-glutamyltrans-peptidase, cholinesterase and sorbitdehidrogenase in blood serum, particularly in severe cases of the disease.

The increased activity of these enzymes is also noted in cases when other biochemical indices do not indicate any suppression of hepatic state.



At the same time, the higher the activity of these enzymes in blood serum, the more often the indicated pathology is aggravated with common septic process.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. М. Пирков, Т. А. Соколова, И. И. Мальвина. Лаб. дело, № 1, 1971, 30—31.
2. Методические указания по применению унифицированных клинических лабораторных методов исследования. М., 1977, 81—83.



М. А. ЦИСКАРИДЗЕ, Э. Н. БУЧУКУРИ, Л. Г. КЕВЛИШВИЛИ

ОБНАРУЖЕНИЕ СИГНАЛА НА ФОНЕ ШУМА ИНДИВИДОМ, РАБОТАЮЩИМ В ГРУППЕ

(Представлено академиком А. С. Прагишвили 26.6.1986)

Современные сложные системы требуют введения групповой деятельности операторов. В связи с этим возникают новые проблемы, связанные с исследованием психо-социальных переменных, определяющих работу оператора в группе. Одной из таких переменных является конформность, исследование которой берет начало с работ Аша [1].

Целью нашей работы было исследование конформности индивидов в ситуации обнаружения сигналов на фоне шума.

Испытуемым через наушники предъявлялась последовательность отрезков шума и шум+сигнала, записанная на магнитофонную ленту. Шумовым стимулом служил белый шум, а тональный — тон з 400 гц. Длительность предъявления шума и шум+сигнала равнялась 1 сек, интервалы между предъявлениями — 8 сек, длина последовательности 100 предъявлениям. При каждом предъявлении испытуемый должен был ответить, слушал ли он только шум или шум+сигнал. Инструкция предписывала делать это как можно лучше. Проводились опыты с отдельными испытуемыми и с группой. В групповых опытах участвовали 4 испытуемых: 3 подставных и 1 наивный. Порядок ответов был следующий: I подставной, II подставной, наивный и III подставной испытуемые. Им объяснялось, что одновременное участие нескольких испытуемых имеет целью лишь экономию времени.

В опытах участвовало 20 испытуемых в возрасте 27—45 лет. Были проведены 2 группы опытов с использованием равновероятных и неравновероятных последовательностей стимулов. В последовательности с неравновероятными стимулами частым был шумовой стимул ($P_1=0,82$), редким — сигнальный ($P_2=0,18$).

Для выявления влияния последовательности подставных испытуемых составлялись специальным образом.

Каждая группа экспериментов проводилась в 3 ситуациях: 1) нейтральная ситуация, когда все испытуемые действительно пытаются угадать последовательность (серии A_0 и B_0), 2) последовательности подставных статистически не отличаются от последовательности экспериментатора (серии A_1 и B_1), 3) последовательности подставных статистически отличаются от последовательности экспериментатора (серии A_2 и B_2).

Для выявления влияния группы на поведение индивида сравнивались результаты его работы в индивидуальных опытах с результатами работы в группе, а также с ответными последовательностями подставных испытуемых. При обработке данных использовалась модель обнаружения сигналов Светса и Таннера [2]. Для этого вычислялись матрицы следующего вида:



Частота ответов испытуемого о наличии сигнала при его наличии в последовательности: 1) экспериментатора (обнаружение) $P(S/S)$; 2) подставного испытуемого $P'(S/S)$

Частота ответов испытуемого о наличии сигнала при его отсутствии в последовательности: 1) экспериментатора (ложная тревога) $P(S/N)$; 2) подставного испытуемого $P'(S/N)$

Частота ответов об отсутствии сигнала при его наличии в последовательности: 1) экспериментатора $P(N/S)$ (пропуск); 2) подставного испытуемого $P'(N/S)$

Частота ответов об отсутствии сигнала при его отсутствии в последовательности: 1) экспериментатора $P(N/N)$ (покой); 2) подставного испытуемого $P'(N/N)$

Из этих матриц получались значения соотношения частот в последовательностях наивных испытуемых и число их выигрышей, частота совпадений ответов наивных испытуемых с ответами подставных.

Вычислялся также коэффициент корреляции между последовательностями наивных испытуемых и последовательностями экспериментатора и подставных по формуле корреляции для дискретных случайных величин [3].

Результаты серий опытов А показали, что поведение индивида в группе отлично от поведения в индивидуальных опытах. Соотношение частот и число выигрышей равны в индивидуальных опытах 44:56 и 51, а в опытах с группой 42:58 и 60, 30:70 и 70, 39:61 и 66 для серий A_0 , A_1 и A_2 соответственно. Однако степень сходства поведения наивных и подставных испытуемых различна и все испытуемые разделяются на 2 группы. Для разбиения на группы были подсчитаны частоты совпадений ответов наивных испытуемых с ответами подставных. В I группу (8 человек) были включены испытуемые, у которых суммарная по всем сериям опытов и двух подставных испытуемых частота совпадений превосходит среднее число совпадений для группы, а во II (12 человек) — испытуемые, у которых соответствующее число совпадений ниже среднего для всей группы. Оказалось, что соотношение числа совпадений-несовпадений для I группы равно 429—171, а для II — 369—231.

Поскольку известно, что в ситуации обнаружения сигналов работа испытуемого характеризуется критерием принятия решения, было подсчитано его значение для всех испытуемых во всех сериях опытов. Критерий оценивался отношением вероятности обнаружений к вероятности ложных тревог. Оказалось, что для всех серий опытов у испытуемых I группы критерий выше, чем у испытуемых II группы.

Чтобы увидеть, как меняются отдельные параметры обнаружения сигнала у разных испытуемых, рассмотрим таблицу, в которой приводится число обнаружений и ложных тревог для всех серий опытов, усредненные по группам.

Группы	I				II			
	инд.	A_0	A_1	A_2	инд.	A_0	A_1	A_2
Серии опытов								
Число обнаружений	6	12	9	24	9	10	11	10
Число ложных тревог	30	24	17	18	45	28	36	34

В I группе испытуемых число обнаружений увеличивается, число же ложных тревог несколько уменьшается. Во II группе картина отлична. Число обнаружений при работе в группе не отличается от числа обнаружений в индивидуальных опытах. Число же ложных тревог при работе в группе несколько снижается, но, как и при работе отдельно, остается довольно высоким.

Таким образом, основные различия между группами проявились в увеличении числа правильных опознаний в I группе испытуемых, что, наряду с большим числом совпадений их ответов с ответами подставных испытуемых, является подтверждением зависимости испытуемых этой группы. Судя по таблице, мы можем полагать, что фактически влияние группы сказывается на обеих группах, но в разной степени и по-разному.

Если у испытуемых I группы влияние проявляется в увеличении у них числа обнаружений и уменьшении числа ложных тревог, то у испытуемых II группы — лишь в уменьшении числа ложных тревог. Это значит, что если испытуемые I группы следуют за подставными, изменяя все параметры, то испытуемые II группы обращаются к помощи подставных лишь тогда, когда сомневаются в наличии сигнала. Ответ подставных как бы является толчком к тому решению, к которому они сами склонялись, но не было полной уверенности.

Поскольку испытуемые уже замечают некоторые различия в вероятностях стимулов, т. е. что сигнальный стимул появляется реже, чем шумовой, то они скорее склонны следовать ответу испытуемого об отсуствии, чем о присутствии сигнала.

Проведенное деление на группы по указанным выше параметрам подтверждается и подсчетами коэффициента корреляции между последовательностями наивных и подставных испытуемых.

Анализ результатов серии В выявил отличия от серии опытов А. Если в серии опытов А изменения параметров обнаружения у испытуемых I и II групп не соответствовали теоретическим предсказаниям, здесь изменяются не отдельные параметры, а критерий обнаружения.

Таким образом, в рассматриваемой группе опытов, как и в наших исследованиях поведения индивида в группе в ситуации выбора, оказалось, что ситуация с разнoverоятными стимулами четко отличается от ситуации с равнoverоятными стимулами.

Если в ситуации с разнoverоятными стимулами основной упор делается на то, был ли сигнал в данной пробе (уже при склонности выделять сигнал как реже появляющийся, чем шум), то в ситуации с равнoverоятным появлением шумового и сигнального стимулов ясно, что они равноправны и с одинаковой вероятностью есть смысл следовать или не следовать ответам подставных испытуемых при появлении любого из стимулов. Отсюда и различия в поведении в сериях А и В у обеих групп испытуемых.

Интересно, что в индивидуальных опытах группа зависимых в обеих сериях опытов (и А, и В) показала одинаковое соотношение частот и в то же время резко отличное от соотношения частот в последовательностях независимых, у которых соотношение частот для обеих серий также не различается.

Таким образом, если, на первый взгляд, соотношение частот в последовательностях наивных испытуемых в серии А может показаться результатом более правильного отражения ими статистической структуры предъявляемой последовательности, результаты серии В опровергают это. Этот факт объяснить трудно.

Опыты с группой показали, что у испытуемых I группы в серии А частота редкого (в последовательности экспериментатора) стимула уменьшается, в серии же В, наоборот, частоты стимулов в сериях V_0 и V_1 несколько сближаются, а в серии V_2 вновь уменьшается ча-

стота того стимула, который в индивидуальных опытах прогнозировался редко.

У испытуемых же II группы в обеих сериях опытов частоты прогнозов статистически не различаются (кроме серии A_1). Все это и означает, что, каковы бы ни были причины различий испытуемых I и II групп в индивидуальных опытах, различия между ними в групповых опытах являются следствием конформности испытуемых I группы и независимости II группы.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт кибернетики

(Поступило 26.6.1986)

ფსიქოლოგია

ა. ცისკარიძე, ე. ბუჩუკური, ლ. კევილიშვილი

ხმაურის ფონზე სიგნალის გამოვლენა ინდივიდის მიერ ჯგუფში
 მუშაობისას

რეზიუმე

შესწავლილია ჯგუფის გავლენა ინდივიდის ქცევაზე ხმაურის ფონზე სიგნალის გამოვლენის სიტუაციაში. ცდების შედეგად გამოვლენილია ორი ერთმანეთისაგან განსხვავებული ჯგუფი. I ჯგუფის ცდის პირებში გავლენა მქადვნიდება სიგნალების გამოვლენის რაოდენობის გაზრდაში და ცრუ განგაშის რეაქციების რაოდენობის შემცირებაში. II ჯგუფის ცდის პირებში კი მხოლოდ ცრუ განგაშის რეაქციების რაოდენობის შემცირებაში.

PSYCHOLOGY

M. A. TSISKARIDZE, E. N. BUCHUKURI, L. G. KEVLISHVILI

SIGNAL DETECTION BY INDIVIDUALS WORKING WITH GROUP
 AGAINST THE BACKGROUND OF NOISE

Summary

The influence of group on individuals behaviour in signal detection situation has been studied with "white noise" and tone signals of 400 Hz used for stimuli. The experiment, in which three confederates and one naive subject took part, revealed an increase in the number of detections and a decrease in the number of false alarms for the I and II groups, accordingly.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. S. E. Asch. Psychological monographs. v. 70, № 9, 1956.
2. Дж. Светс, В. Таннер, Т. Бердсолл. Сб. «Инженерная психология». М., 1964.
2. В. Ю. Урбах. Математическая статистика для биологов и медиков. М., 1963.



ა. ზიგინიშვილი

ინგლისური არტიკლის სინტაგმატური ველი

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა მ. ანდრონიკაშვილმა '12.11.1987)

წინამდებარე სტატია წარმოადგენს არტიკლის სინტაგმატური ველის აგების ცდას. ასეთი ველის აგების შესაძლებლობა გვეძლევა არტიკლის ფუნქციური კვლევის საფუძველზე, რაც შორდება ამ კატეგორიის საკუთრივ გრამატიკული აღწერის ფარგლებს.

სინტაგმატური ველის ცნება გულისხმობს ტექსტში მიმდევარ ერთეულთა ერთობლივ სტრუქტურად შეკვრას გარკვეული საერთო სემანტიკური ნიშნის საფუძველზე. სინტაგმატური ველის ასეთი გაგება ემყარება ვ. პორციგის ე. წ. „სინტაქსური ველების“ კონცეფციას, რომლის მიხედვითაც სიტყვებს შორის არსებობს იმპლიციტურად თანმოცემული კავშირებიც, რომელთაც იგი „არსით სემანტიკურ მიმართებებს“ უწოდებს. ასეთი მიმართებები იფუძნება ნავარაუდევ მნიშვნელობათა თვით არსს [1, 2].

არტიკლი არსებითი სახელის მუდმივი, ობლიგატორული თვისებაა, რომელიც არსებითი სახელის იმპლიციტურ დეტერმინაციას ახდენს (არსებითი სახელი შინაგანად მოითხოვს არტიკლს). არტიკლი არის არსებითი სახელის სემანტიკური აქტუალიზატორი ტექსტში, მისი საშუალებით იღებს არსებითი სახელი განსხვავებულ სემანტიკურ დატვირთვას გამონათქვამის სინტაქსურ სტრუქტურაში. იგი, ერთის მხრივ, ასახელებს, მიუთითებს საგანზე, ე. ი. ახდენს მის იდენტიფიკაციას (რეფერენტული ფუნქციით), მეორე მხრივ, აღნიშნავს საგნის ამა თუ იმ თვისებას (პრედიკატული ფუნქციით).

სწორედ არტიკლის სემანტიკური ფუნქცია — მოახდინოს არსებითი სახელის განსხვავებული მნიშვნელობების აქტუალიზება — ედება საფუძვლად არტიკლის სინტაგმატური ველის აგებას, რომელიც შეიძლება ასევე დავახასიათოთ, როგორც არტიკლის ფუნქციურ-სემანტიკური ველი.

ფუნქციურ-სემანტიკური ველების აგება ფუნქციური გრამატიკის სფეროს მიეკუთვნება. ასეთი ველები საერთო სემანტიკური ნიშნის საფუძველზე გაერთიანებულ ენის სხვადასხვა დონის ელემენტთა ერთიანობით იქმნება. ამ ველების სპეციფიკა იმაში მდგომარეობს, რომ ველის საყრდენს, მის ძირითად გამაერთიანებელ საშუალებას წარმოადგენს გრამატიკული კატეგორია, რომლის მიერ ამა თუ იმ ენობრივი მნიშვნელობის რეალიზება ენის სისტემის სხვა ერთეულებთან მისი ურთიერთმოქმედებით ხორციელდება [3, 4].

გრამატიკული მნიშვნელობები, ლექსიკური მნიშვნელობებისაგან განსხვავებით, სინამდვილის „ენობრივი მოაზრების“ უფრო ზოგად, აბსტრაქტულ საშუალებებს წარმოადგენენ. სწორედ ასეთი ზოგადი კატეგორიების საფუძველზე იქმნება ამა თუ იმ გრამატიკული ერთეულის ველი. ფუნქციურ-სემანტიკურ ველში გრამატიკული ერთეული წარმოგვიდგება დინამიკურ ასპექტში. მასში აისახება ამ ერთეულის სემანტიკური პოტენციალი და მისი ფუნქციობის მექანიზმი მეტყველებაში. ველში ასევე ნათლად აისახება გრამატიკული კატეგორიების (ერთეულების) ოპოზიციური ბუნება, გამოიყოფა

ობოზიციური რიგები, რომლებიც ერთიანდებიან საერთო სემანტიკურ ნიშნით და უპირისპირდებიან ერთმანეთს ერთი ან რამდენიმე განმასხვავებელი ნიშნით.

არტიკლის ველი აერთიანებს ორ ქვეველს, რომელთა მიკრონიშნებად გამოიყოფა არტიკლის მიერ არსებითი სახელის რეფერენტული მნიშვნელობის აქტუალიზება და არტიკლის მიერ არსებითი სახელის პრედიკატული მნიშვნელობის აქტუალიზება. არსებითი სახელი რეფერენტული ფუნქციით ახდენს ამა თუ იმ ობიექტის იდენტიფიკაციას, ანუ მიუთითებს ამ ობიექტის ერთადერთობაზე გარკვეულ სიტუაციურ თუ ტექსტობრივ კონტექსტში. ხოლო პრედიკატული ფუნქციით წახმარი არსებითი სახელი ახდენს რეფერენტის დახასიათებას, ე. ი. მიუთითებს მნიშვნელობის ზოგად ხასიათზე. მოცემული ორი ქვეველის დამოკიდებულებას განვიხილავთ როგორც ერთეულებრივის და ზოგადის დაპირისპირებას.

პირველი ქვეველის სემანტიკურ მახასიათებლებად გამოიყოფა ერთეულებრივობა, განსაზღვრულობა, მოცემულობა, ანუ ნაცნობობა (ანაფორულობა), ხოლო მეორე ქვეველის ნიშნებად — ყველა საწინააღმდეგო თვისება — ზოგადობა, განუსაზღვრელობა, სიახლე, ანუ უცნობობა. პირველი ქვეველი აერთიანებს ორ პორიზონტალურ ფენას: 1. **Θ+** საკუთარი სახელი, 2. **the+** საზოგადო სახელი. ორივე ხასიათდება რეფერენტულობის გამოხატვის ყველა ზემოაღნიშნული ნიშნით, მაგრამ უპირისპირდება ერთმანეთს აბსტრაქტულობისა და კონკრეტულობის გამოხატვის სხვადასხვა სტატუსით. „**Θ+** საკუთარი სახელი“ ჩვენს მიერ განიხილება როგორც საგნის ტოტალური ნიშანი, რომელიც კონკრეტულ-საგნობრივისა და განზოგადებულ, აბსტრაქტული მნიშვნელობების ინტეგრაციით იქმნება. „**The+** საზოგადო სახელი“ ყოველთვის მიუთითებს ერთადერთ კონკრეტულ საგანზე მოცემულ სიტუაციაში.

პირველ ქვეველში პირველი და მეორე ფენის ვერტიკალურ რიგებად გამოიყოფა შემდეგი კომბინატორული ტიპები: 1. **Θ+** საზოგადო სახელი (თვლადი და არათვლადი, კონკრეტული და აბსტრაქტული), 2. **the+** საკუთარი სახელი. ეს კომბინაციები მოცემული ქვეველის პერიფერიებს ქმნიან, რამდენადაც მათი ამგვარი ხმარება მეორად, არარეგულარულ ხასიათს ატარებს.

საზოგადო სახელები ნულოვანი არტიკლით რეფერენტულ ფუნქციაში იღებენ საკუთარი სახელის სტატუსს. მათი ასეთი სემანტიკური ნიუანსის გამოსავლენად ძირითადად საჭირო ხდება იზოლირებული წინადადების ფარგლებს გარეთ გასვლა და უფრო ვრცელი კონტექსტის მოშველიება:

I did not see him go, nor the police enter the room. I was on my knees, eyes full of tears, with waves of nausea sweeping over me. Heart and mind and body were totally engaged with the man who had just gone.

მოცემული მაგალითიდან წათლად ჩანს, რომ heart, mind, body-ის რეფერენტული სტატუსის დასადგენად აუცილებელია წინა კონტექსტის ცოდნა. ამ სახელთა ხმარება ასოციაციური ანაფორული რეფერენციის ნიმუშია, რომელთა ანტეცედენტს მთლიანად წინაკონტექსტი წარმოადგენს. საზოგადო სახელების ასეთ არაკატეგორიულ, არარეგულარულ ხმარებაში უფრო მკვეთრად ვლინდება სინამდვილის ობიექტთა მოაზრების სუბიექტურ-შეფასებითი ხასიათი.

მეორე ფენის პირველი ვერტიკალური რიგი წარმოდგენილია პერიფერიული ვარიანტით „**the+** საკუთარი სახელი“. ასეთ ხმარებაში საკუთარი

სახელი იდენს საზოგადო სახელის სტატუსს და თვლადობას (ხშირად მოჩვენებით):

The Joe in our house is not the one you are talking about.

The New York of story books is not the New York of reality.

პირველ მაგალითში იგულისხმება ორი სხვადასხვა ჯოს არსებობა, მეორეში კი ხდება ობიექტის თითქოსდა გაორება, მასში ორი სხვადასხვა ასპექტის გაცალკევება.

მეორე ქვეველში გამოიყოფა ორი პორიზონტალური ფენა: 1. $\Theta+$ აბსტრაქტული არათვლადი სახელი, 2. $a+$ თვლადი სახელი (კონკრეტული და აბსტრაქტული). ორივე ფენა ერთიანდება პრედიკატული მნიშვნელობის გამოხატვის ყველა ზემოხსენებული ნიშნით, მაგრამ ორივე ფენაში მიკრონიშანს დაერთვის დამატებითი სემანტიკური მახასიათებლები. პირველი ფენის დამატებით ნიშნად გამოიყოფა არათვლადობა, მეორის ნიშნად კი თვლადობა.

მეორე ქვეველში პირველი ფენის ვერტიკალურ რიგად გამოიყოფა “ $\Theta+$ კონკრეტული თვლადი სახელი“. ნულოვანი არტიკლის ხმარება თვლად კონკრეტულ არსებით სახელთან პრედიკატული ფუნქციით ხაზს უსვამს საგნის, ინდივიდის თვისებრივ პრეზენტაციას (თვისება ჭარბობს სუბსტანციას):

What sort of person are you in this situation? Is your role friend, stranger, employee, customer?

აღსანიშნავია, რომ ნულოვანი არტიკლი პირველ და მეორე ქვეველებში განსხვავებული სემანტიკური დატვირთვის აქტუალიზებას ახდენს; რეფერენტული მნიშვნელობის აქტუალიზებისას იგი წარმოადგენს საგანს როგორც ტოტალურ ნიშანს, პრედიკატული მნიშვნელობის რეალიზებისას კი მიუთითებს აბსტრაქციის მაღალ ხარისხზე, იძლევა რა საგნის თვისებრივ დახასიათებას. ნულოვანი არტიკლის ეს ორგვარი ხმარება ომანიშნურ ფორმებად მიგვაჩნია.

მეორე ფენის ვერტიკალურ რიგებად გამოიყოფიან „ $a+$ საკუთარი სახელი“ და „ $a+$ აბსტრაქტული არათვლადი სახელი“. განუსაზღვრელი არტიკლის ხმარება საკუთარ სახელთან განაპირობებს მის გადასვლას თვლად საზოგადო სახელთა რიგში, კომუნიკანტების ფონისეული ცოდნის საფუძველზე. ასეთი გადასვლა ძირითადად შეიწინებება გამოჩენილ ადამიანთა სახელებთან:

He would never be a Darwin or a Dickens, a great artist or scientist.

მეორე ფენის მეორე ვერტიკალური რიგის ($a+$ აბსტრაქტული არათვლადი სახელი) დამატებით მახასიათებლად გამოვეყოფთ მოლაპარაკის (თუ მწერლის) სუბიექტურ-შეფასებით (სტილისტურ-ემოციურ) დამოკიდებულებას იმ ობიექტის მიმართ, რომელსაც იგი აღწერს. ასეთ ხმარებაში იკვეთება ამა თუ იმ საგნის, ობიექტის ინდივიდისმიერი ინტერპრეტაცია, ახლებური (სიტუაციური) მოაზრება, მოლაპარაკის მიერ ობიექტის ამა თუ იმ ასპექტის გამოყოფა:



What had Simeon Lee to bequeath to his sons and daughter? Pride, to begin with - a pride which in the old man was frustrated in his disappointment over his children.

ამგვარად, არტიკლის სინტაგმატურ ველში ნათლად ვლინდება არსებითი სახელის მნიშვნელობის მრავალფეროვანი ნიუანსები, რომელთა რეალიზაციაც არტიკლის საშუალებით ხდება. ერთი და იგივე არსებითი სახელი შეიძლება იხმარებოდეს ნებისმიერი არტიკლით და გამოხატავდეს სხვადასხვა სემანტიკურ ნიუანსს, რაც იმის მაჩვენებელია, რომ ტექსტში არსებითი სახელების დაყოფა თვლად და არათვლად, კონკრეტულ და აბსტრაქტულ, საკუთარ და საზოგადო სახელებად, ირელევანტური ხდება.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 13.11.1987)

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

М. А. ГИГИНЕИШВИЛИ

СИНТАГМАТИЧЕСКОЕ ПОЛЕ АРТИКЛЯ В АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ

Резюме

В работе предпринята попытка создания синтагматического поля артикля в английском языке. Возможность построения такого поля дается в результате функционального анализа артиклей в тексте.

LINGUISTICS

M. A. GIGINEISHVILI

THE SYNTAGMATIC FIELD OF ARTICLE IN ENGLISH

Summary

Functional approach to the problem of article has made it possible to state general regularities of article usage on the text level and to construct a syntagmatic field of article in English.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. მ. ჟღენტო. სემანტიკური ველი როგორც ლექსიკურ მნიშვნელობათა კვლევის პრინციპი. თბილისი, 1983, 34.
2. W. Porzig. Das Wunder der Sprache, Bern, 1962, 228.
3. А. В. Бондарко. Принципы функциональной грамматики и вопросы аспектологии. Л., 1983.



УДК 7(08)

ლიტერატურის ისტორია

წ. ვახანი

კავკასიის ხალხთა მეგობრობის იდეა ალექსანდრე ორბელიანის შემოქმედებაში

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა გ. ჯიბლაძემ 4.2.1987)

ალექსანდრე ვახტანგის ძე ორბელიანი (1802—1869 წწ.) მე-19 საუკუნის ქართული მწერლობისა და საზოგადოებრივი აზროვნების საინტერესო წარმომადგენელია. იგი წლების მანძილზე აქტიურად თანამშრომლობდა ყურხალ „ცისკარში“, წერდა ლექსებს, მოთხრობებს, დრამებს, კრიტიკულ-პუბლიცისტურ წერილებს... დრამათაგან საყურადღებოა „დავით აღმაშენებელი ან უკანასკნელი ყამი საქართველოსი“ (1846 წ.), რომელშიც ნაჩვენებია მე-12 საუკუნის 20-იანი წლების ისტორიული ამბები, კერძოდ, მიფე დავით IV აღმაშენებლის ბრძოლა თურქ დამპყრობთა წინააღმდეგ. ამ ნაწარმოებში დასმულია მრავალი საინტერესო საკითხი. ამჟამად გვინდა ყურადღება შევაჩეროთ ერთ მათგანზე — კავკასიის ხალხთა მეგობრობის თემაზე.

ნაწარმოებში მწერალი ქადაგებს კავკასიის ხალხთა მეგობრობის იდეას. თურქთა ბატონობისაგან იტანჯებიან არა მარტო ქართველები, არამედ სომხებიც, აზერბაიჯანელებიც და კავკასიის სხვა ერებიც. ამიტომაცაა, რომ დამპყრობთა წინააღმდეგ ბრძოლაში ფეხზე დამდგარა მთელი კავკასია. კასპის ზღვიდან შავ ზღვამდე ყველა ერთი ფიქრითა და მისწრაფებითაა გამსჭვალული: გაერთიანდნენ, ერთმანეთს მხარში ამოუდგნენ და საერთო ძალით დამარცხება აეციონ მტერს. მიუხედავად იმისა, რომ კავკასიის მკვიდრნი სხვადასხვა სარწმუნოების აღმსარებელი არიან, თურქების წინააღმდეგ ბრძოლის ველზე ისინი ერთიანი ძალით, შეკავშირებულად გამოდიან. მთავარია არა სარწმუნოება, არამედ ნათესაობა, ერთნაირი მისწრაფებაო, — გვასწავლის მწერალი. ალ. ორბელიანმა მე-19 საუკუნის ქართულ ლიტერატურაში ერთ-ერთმა პირველმა იქადაგა ის აზრი, რომ შეიძლება სხვადასხვა სარწმუნოების ადამიანთა ძმობა-მეგობრობა. ერთი მოქმედი პირი (კათალიკოსი) ამბობს: „დიდო კავკაზიელნო! გულ-მტკივნეულად გვეყდრებით სულიერი მამა თქვენი; ერთნი იყვნეთ და ერთმანეთი გიყვარდეთ გულით. ამაზე უკეთესი მე რაღა უნდა გიოხრათ თქვენ კავკაზიელნო! რასაც გეუბნებით, საქმიანად შეუდგეთ ამას. ნუ მივხედავთ ჩვენს სხვადასხვა სარწმუნოებასა, ერთი მამის შვილები ვართ და ერთი სისხლი გვიცემს ძარღვში. შევეთვისდეთ და გავერთდეთ, ვითარცა შედუღებულნი რკინანი მაგარნი! — დაიჯრეთ ჩემი ეს სიტყვა, თორემ კიდევ წარგვიტაცებენ უცხო თესლნი და მაშინ საგლოველი გავვიხდება თავი [1, გ. ვ. 211].“

ეს საერთო მამა არის თარგამოსი, რომელიც ნაწარმოებში ხშირად იხსენიება. ლეონტი მროველს (XI საუკუნის ცნობილ ქართველ ისტორიკოსს) თავის წიგნში „ცხოვრება ქართველთა მეფეთა და პირველთაგანთა მამათა და ნათესავთა“ მოთხრობილი აქვს, რომ „სომეხთა და ქართველთა, რანთა და მოვკანელთა, ჰერთა და ლეკთა, მეგრელთა და კავკასიანთა — ამათ თვისთა ერთი იყო მამა, სახელით თარგამოს“ [2, გვ. 3]. ე. ი. თარგამოსი იყო



კავკასიის ხალხთა საერთო წინაპარი. მას ჰყავდა რვა ვაჟი: ჰაოს, ქართლოსის, ბარდოს, მოვაკან, ლეკოს, ჰეროს, კავკასოს და ეგროს. მამამ თითოეულ ამთგანს თავთავისი საცხოვრებელი ადგილი მიუჩინა. აი, ესენი არიან კავკასიაში მცხოვრები ხალხების მამამთავრები (სახელდობრ: ჰაოსი — სომხების, ქართლოსი — ქართველების, ბარდოს და მოვაკან — აზერბაიჯანელების, ლეკოს — ლეკების, ჰეროს — ჰერების, კავკასოს — კავკასიის მთიელების, ეგროს — მეგრელ-ჭანების). ლეონტი მროველის მონათხრობში საგულისხმოა მტკიცება იმისა, რომ ქართველები და სხვა კავკასიელი ხალხები სისხლით ნათესავეები და ძმები არიან. რაც მთავარია, მტრის თავდასხმის შემთხვევაში ისინი დაუყოვნებლივ აერთიანებენ თავიანთ ძალებს, ერთი დროშის ქვეშ დგებიან და მხარდამხარ იბრძვიან მომხდურთა წინააღმდეგ. ასე, მაგალითად, ნებროთი (კაცობრიობის პირველი ლეგენდარული მეფე) უთვალავი ჯარით შემოიჭრა აზერბაიჯანში. თარგამოსის შვილები თავთავიანთი ლაშქრით მაშინვე გაერთიანდნენ და სასტიკად დაამარცხეს მტერი არარატის მთის მისადგომებთან. ასე მომხდარა მაშინაც, როდესაც ხაზარებმა შოინდომეს ლეკებისა და კავკასიელი მთიელების დამორჩილება. ყველაფერი ეს, რა თქმა უნდა, წმინდა წყლის ფანტაზიაა, ზღაპარია. ეს კარგად იცის ალ. ორბელიანმა, მაგრამ მისთვის, როგორც მწერლისთვის, ამას, ცხადია, მნიშვნელობა არა აქვს. ალ. ორბელიანი ლეონტი მროველის მონათხრობს მარჯვედ იყენებს კავკასიის ხალხთა მეგობრობის საქადაგებლად. „დავით აღმაშენებელს“ წითელ ზოლად გასდევს ის აზრი, რომ კავკასიის მკვიდრნი ერთი სისხლხორცისანი არიან და ჭირსა და ღვინვით განუყრელად, მუდამ ერთად უნდა იყვნენ. დავით აღმაშენებლის მოწოდებამ — ერთად ებრძოლათ თურქების წინააღმდეგ, ფეხზე დააყენა მთელი კავკასია, აღმოსავლეთი და დასავლეთი, მთა და ბარი... „ორასი ათასი კაცი მოდის აღმოსავლეთის კავკასიის მთებიდანა, სულ მათებურად ჩაცმული, თავიანთი ორი თვის საცალით. განთქმულის და სახელოვანი ჩვენი მეფის დავითის სიტყვით: გავერთდეთ, ძმებო კავკასიელნო, დრო მოვიდაო! ეს იმისი ხუთი სიტყვა მიუტანეთ იმათ, რომელზედაც ელვასავით გადირბინა მთელს კავკასზე ამ სიტყვებმა. ამის გამო დიდი ყრილობა შეიქმნა მთებში და დიდი მომზადება, შავი ზღვიდან კასპამდისინი ყველანი იმას იძახიან: დიდი ჩვენი მამის თარგამოსის მამული უნდა გამოვიხსნათ თურქებისაგანო და ახლა დროა, სულ ერთიან გავერთდეთო“ [1, გვ. 169].

და მართლაც, ნაწარმოებში ქართველებთან ერთად გამოყვანილი არიან კავკასიის სხვა ხალხთა შვილებიც: სომხები (აბესალომ, ანასტასია, ოპანეზა, გიორგი — სომხების პატრიარქი), აზერბაიჯანელები და კავკასიის მთის მკვიდრნი (მაჰმადიანთა ახუნდი, ბეშქენ, მანზა, არდიშ, დავლე, სავარ, ბეგუმ, ბაზიყა და სხვა). აღსანიშნავია, რომ სხვადასხვა ერის შვილები მწერალმა ნათესაურადაც დაუკავშირა ერთმანეთს. ასე, მაგალითად, თბილისის მამასახლისის ქართველ აბულელს ცოლად ჰყავს ანასტასია — „პირველი სახლის ქალი სომხისა“. მისი ასული ელენე დანიშნულია ქართველ ლიპარიდზე. ლიპარიდის ძიძიშვილია აბესალომ — „პირველი სახლის შვილი სომხისა“, და ა. შ. ერთგან მწერალი დავით აღმაშენებელს ათქმევინებს: „შავი ზღვიდამ მოკიდებული კასპამდინ, მთა და ბარი ეფრატის მდინარემდისინ, სულ ერთიანი ვართ და ერთი მამის თარგამოსის ჩამომავლობა. მაშასადამე, ძმანი ვყოფილვართ და ამას იქით ერთად უნდა ვიყენეთ ყველანი. ნულარავის ნულარ გვეშინიან თურქებისა“ [1, გვ. 11]. ასეთი უძლეველი ძალა აქვს ხალხთა მეგობრობას. ამ ძალამ მუსრი გაავლო მტერს და მომხდურთაგან გაწმინდა სამშობლოს მიწა-წყალი. „ვინც ამას იქით ჩვენი კავშირი დაარღვიოს, წყეულნი იყოს“, — ამბობს დავით აღმაშენებელი.

ნაწარმოები მთავრდება კავკასიის ხალხთა დიდი ზემოთ მცხეთაში, სადაც შეკრებილან თარგამოსის რვავე შვილის შთამომავალი. აქ არიან, ცხადია, სასულიერო პირებიც: ქართველთა კათალიკოსი, სომეხთა პატრიარქი და მამადიანთა ახუნდი. იმართება „თარგამოსიელთ თავისუფლების დღე-სასწაული“, რომელიც კავკასიის ერთა საერთო-სახალხო ზემის ხასიათს ღებულობს. ყურადღების ცენტრშია მოქცეული განმთავისუფლებელი ბრძოლის ორგანიზატორი და წაცადი ხელმძღვანელი დავით აღმაშენებელი, რომელიც „თარგამოსიელთა ხელმწიფედაა“ აღიარებული. კავკასიის ყველა ერის შვილნი — ქალი და კაცი, დიდი და პატარა, მოხუცი და ახალგაზრდა — ყველა, ვისთვისაც თავისუფლება უმადლესი იდეალია, აღმერთებს და ეთაყვანება ამ თავისუფლების მომპოვებელ სახელოვან მეფეს. თავის მხრივ დავით აღმაშენებელიც ამტკიცებს დიდ სიყვარულს და პატივისცემას კავკასიის ყველა ერისადმი მაღლობას უტყბადებს ყველას, ვინც წვლილი შეიტანა თურქთაგან კავკასიის გაწმენდის საქმეში. მოკლედ, მწერალი გვიჩვენებს მეფისა და კავკასიის ხალხთა ურთიერთსიყვარულსა და პატივისცემას.

საბოლოო სიტყვას ამბობს დავით აღმაშენებელი. იგი ასე მიმართავს მცხეთის ეკლესიის კედელზე მიხატულ თეორწვერა თარგამოსს: „ჩვენო მამო თარგამოს! აჰა, დაინახე, დღეს შენი შვილები, რა ამბავში არიან, რა დღეს გადინდნან! ერთობ თარგამოსის დიდო კავკაზიელნო! ძენო და ქალნო! აგერ ამ ეკლესიის გარშემო შეკრებოდეთ თარგამოსის მამისა ჩვენისა წინაშე და... აქ იგემოვნებდეთ, მთლად რა არის კაცობრიობისათვის თავისუფლება“ [1, გვ. 214].

დავით აღმაშენებელი ჭეშმარიტად იყო კავკასიის ხალხთა განმათავისუფლებელი, თურქების მიერ დაპყრობილი ერების უანგარო დამხმარე, დიდი პატრიოტი და ინტერნაციონალისტი, რომლის დროშის ქვეშ გაერთიანდა თითქმის მთელი კავკასია. დავით აღმაშენებელს მიაჩნდა, რომ ძმობა-მეგობრობა იქნებოდა საწინდარი კავკასიის ხალხთა ბედნიერებისა და სიკეთისა. ბუნებრივია, ასეთი ბრძენი პოლიტიკოსი და შორსმჭვრეტელი დიპლომატი ამასთან ერთად იყო ადამიანი, რომელიც დიდ შემწყნარებლობას იჩენდა სხვა სარწმუნოებათა მიმართაც. ასე იყო ისტორიულად, ასეა ნაჩვენები ალ. ორბელიანის „დავით აღმაშენებელშიც“. ამგვარად მწერალს ჰქონდა საფუძველი, ექადაგნა კავკასიის ხალხთა მეგობრობის იდეა და ყველაფერი ეს დავით აღმაშენებლის სახელთან დაეკავშირებინა.

კავკასიის ხალხთა მეგობრობის ქადაგება ალ. ორბელიანისათვის შემთხვევითი რომ არ იყო, ამას ადასტურებს მისი სხვა ნაწერებიც. მაგალითად, ერთ გამოუქვეყნებელ წერილში „რაც რუსები მოსულან საქართველოში...“ ვკითხულობთ: „ეს შეთქმა (საუბარია 30-იანი წლების შეთქმულებაზე — ნ. ვ.) უნდა ყოფილიყო, რომ მთელი კავკასია შავი ზღვიდან მოკიდებული კასპის ზღვამდისინ სრულიად მთებისა და ბარისა ხალხი უნდა გავერთებულიყავით და აღრეულობა მოგვეხდინა“ [3].

სხვა საკითხია, თუ რამდენად სწორია ალ. ორბელიანის ნათქვამი ისტორიულად. მთავარია, რომ ასე ფიქრობს მწერალი. ე. ი. მას ადრეც (30-იან წლებშიც) ჰქონია და ახლაც აქვს კავკასიის ხალხთა ერთიანობის იდეა (სხვათა შორის, ამ იდეას იცავს ი. ჭავჭავაძე დრამატულ პოემაში „ქართველის დედა“, რომელიც 60-იან წლებშია დაწერილი [4, გვ. 151].

ხალხთა ძმობა-მეგობრობის იდეა, რომელსაც ალ. ორბელიანი ქადაგებს, დღესაც აქტუალურია და ამდენად მწერალი ჩვენს თანამედროვეობას ეხმაურება.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 19.2.1987)

Н. В. ВАХАНИЯ

ИДЕЯ ДРУЖБЫ НАРОДОВ КАВКАЗА В ТВОРЧЕСТВЕ
Ал. ОРБЕЛИАНИ

Резюме

Александр Вахтангович Орбелиани (1802—1869 гг.) проповедует идею дружбы народов Кавказа. В исторической драме «Давид Строитель» писатель показывает дружбу и братство грузин, армян, азербайджанцев и представителей других национальностей Кавказа. Эта дружба скреплена их совместной борьбой против турецких завоевателей.

PHILOLOGY

N. V. VAKHANIA

THE IDEA OF FRIENDSHIP OF THE CAUCASIAN PEOPLES IN THE
WORKS OF A. V. ORBELIANI

Summary

A. V. Orbeliani (1802—1869) advocates the idea of friendship among the peoples of the Caucasus. In his historical drama "David the Builder" the writer shows the friendship and brotherhood of the Georgians, Armenians, Azerbaijanians as well as the representatives of other nationalities of the Caucasus. This friendship is sealed with the joint struggle against the Turkish invaders.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ალ. ორბელიანი. კრებ. „ახალი ქართული ლიტერატურა“, ქრესტომათია, 1. თბილისი, 1979.
2. ლეონტი შროველი. „ქართლის ცხოვრება“, ს. ყაუხჩიშვილის რედაქციით, ტ. 1. თბილისი, 1955.
3. აკად. კ. კეკელიძის სახელობის ხელნაწერთა ინსტიტუტის ფონდი S: 1655/ბ.
4. ი. ჭავჭავაძე. თხზულებათა სრული კრებული, ტ. 1. თბილისი, 1951.

М. В. ДЖАОШВИЛИ

ВЛИЯНИЕ ПОЭЗИИ ВЕРЛЕНА И МАЛЛАРМЕ НА СИМВОЛИСТИЧЕСКУЮ МУЗЫКУ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. С. Каухчишвили 5.8.1987)

В статье рассматривается музыкальная эстетика Верлена и Малларме и ее влияние на развитие символистической музыки.

Французская символистическая поэзия отличается своей музыкальностью. Приближение стиха к музыке готовилось в течение всего XIX в. Можно выделить две основные линии — поэтическую и литературно-эстетическую. Под влиянием романтической поэзии усиливается эвфония стиха. Поэзия Виктора Гюго, Жерара де Нерваля становится особенно звучной; немало было сделано и «Парнасцами». Изучение теории музыки стало одной из главных задач немецких философов Гегеля, Канта и особенно Шопенгауэра.

Французские писатели Дидро, Руссо, Жермен де Сталь, Стендаль в своем творчестве уделяют большое место различным аспектам музыкальной культуры, значению роли музыкального мышления в становлении нравов, личности, общества.

Бодлер сыграл двойную роль в развитии символистической поэзии. Продолжая романтические традиции, он обогащает французскую версификацию ритмом стиха, музыкальной мелодией; одновременно открывает для французов творчество Эдгара По, теория стиха которого заняла немаловажное место в дальнейшем развитии символистической поэзии. К тому же, Бодлер способствовал укоренению вагнеризма своей статьей «Рихард Вагнер и «Тангейзер» в Париже» [1], в которой он защищает тотальное искусство немецкого музыканта. Вагнеризм, так же как и поиски музыкальности стиха и утверждение музыкальной эстетики, создавал определенные предпосылки формирования эстетических принципов символизма.

Таким образом, поэтическая и эстетическая жизнь всего XIX в. подготовила музыкальность символизма.

Стремление придать музыкальность стиху особенно ярко выразилось в творчестве Верлена и Малларме. Оба поэта приближают стих к музыкальному произведению, но совершенно разными путями. Верлен нарушением канонов французского стихосложения, усилением эвфонических средств выражения достигает цели — его поэзия звучна и напоминает музыкальное произведение. Малларме в своем творчестве переносит некоторые принципы музыкальной композиции. Стремление обоих поэтов разными путями максимально приблизить словесное искусство к музыкальному дает нам возможность сопоставить эстетику двух поэтов и лучше раскрыть музыкальную суть символизма, начиная от интуитивных находок Верлена до глубоко теоретических поисков Малларме.

Верлен не создавал теоретических произведений. Свое поэтическое кредо им частично передано в программном стихотворении «Поэтическое искусство» [2], где автор провозглашает свои требования к омузыкалению словесного текста.

Верлен возрождает традиции средневекового французского стихосложения и в противовес классическому александрийскому стиху вводит «...მეზღე», С. 129, № 2, 1988



сит нечетное количество слогов. Непарносложность метрики, непарное чередование внутреннего ритмического рисунка подчеркивают легкость стиха. Музыкально-мелодическая линия создается анжамбеменом. Стих не делится по строфам, а соединяется попарно, чем происходит смещение акцентов и непрерывность в интонации. Вертикальный и горизонтальный рефрен усиливается аллитерацией ассонансов и юансами, частым употреблением назальных звуков, повтором одинаковых звуковых групп. Неопределенность высказывания вполголоса подчеркивают суггестию стиха. Верлен дематериализует слово, чем стирает грань между словесным и музыкальным.

Малларме не увлекается звучанием стиха, не подражает музыкальным инструментам, как Верлен. Его интересует музыкальная организация звуков. В своих теоретических произведениях «Музыка и литература», «Рихард Вагнер — мечта французского поэта» [3] он определяет свое поэтическое кредо: поэзия должна существовать вне пространства и времени, только тогда она может стать чистой и абсолютной; она должна быть абстрактна, как и музыка, а музыкальность создает магию слова — суггестию. Посредством суггестии можно достичь «чистой поэзии», которая открывает путь к поэзии без слов — к графике. Именно к этому он стремился в своем неоконченном произведении «Книги». Подражая тотальному искусству Вагнера, Малларме только в поэзии хочет достичь синтеза музыки, театра, танца. Достижение максимального выражения слова происходит путем усиления аллитерации, ассонансов, внутренней рифмы, фигурации, символики. Малларме вносит новое понятие в поэзию — тишины, которая позже была выделена как эстетическая категория, наряду с другими изученными Малларме эстетическими категориями — бытие, прекрасное, чистота. Тишина мало соответствует поэзии, она ближе к музыке, где посредством пауз и сонористики раскрывается суть феномена. В графическом изображении Малларме тишину передает белым цветом, который требует во время чтения паузу. Тишина в стихе привлекает поэта своей музыкальностью, она стала одним из путей достижения «чистой поэзии». Для приближения стиха к музыкальной форме Малларме, сохраняя традиционный александрийский стих, нарушает его анжамбеменом, инверсией, дематериализацией слова и предмета. Упразднение пунктуации, создает «бесконечную музыку», которая его привлекает в творчестве Вагнера; также часто используется зеркальная техника (эта техника позже употребляется Шёнбергом как разновидность «ряда»).

Малларме максимально расширяет семантическое поле слова; поиск места глагола — главное в абсолютной, чистой поэзии. Ритм и мелодия стиха создают линию арабески. Все эти средства им используются для создания «оркестровки» слов. Поэтому сонет он воспринимал как симфонию, эклогу «Послеполуденный отдых Фавна» [3] считал самой чудесной симфонией, а «Бросок игральных костей» — полифоническим произведением.

Французская символическая поэзия не только сама обогатилась музыкальной эстетикой и ее характерными чертами, но и стала основой для нового музыкального течения — символистической. В частности, Дебюсси отказывается от укоренившегося вагнеризма, обогащает свои произведения эстетическими принципами символистов (поэтому современные исследователи творчества Дебюсси называют его символистом, а не импрессионистом). Дебюсси переносит музыкально-стилистические достижения Верлена и Малларме в свои произведения. Создавая романсы на их стихи, для сохранения звучания слова он усиливает речитатив, который не заглушается ни оркестром, как у Вагнера, и ни мелодией, как у романтиков.

Парное соединение строк у Верлена, упразднение пунктуации у Малларме, анжамбемен, ослабление стихотворного ритма, которыми



вызывалось бесконечное словесное звучание, продиктовали Дебюсси свободные ритмические контуры. Ритм из-за усиления агогики и полиритмии становится трудноуловимым, функция тактовой линии ослабляется, такты существуют не самостоятельно, а попарно. Такой ритмический рисунок создает свободную, сплошную мелодическую линию — линию арабески, которая так ярко расцветает в поэзии Бодлера и Малларме.

Под влиянием феномена тишины Малларме Дебюсси до минимума сокращает количество инструментов в оркестре, до конца используя возможности каждого из них. Артикуляционными и динамическими средствами ослабляет четкость выражения, духовые инструменты засурдинены, часто прибегает к трем-четырем пиано, к паузам. Тишина для Дебюсси становится средством передачи экспрессии.

Уход от четкости выражения поэты использовали для усиления суггестии. Дебюсси тоже предпочитает раскрывать замысел полутонами. Он часто прибегает к модуляциям, хроматизмам, употребляет лады, меняет тона. Такие гармонические изменения делают тональность произведения нечеткой, неясной, вызывают потерю главного тона, чем сглаживается тональное притяжение.

Лучшим примером единства эстетических и стилистических принципов Малларме и Дебюсси является прелюд композитора «Послеполуденный отдых Фавна», созданный по одноименной эклоге Малларме. Поэтическое произведение отличается герметизмом, реальное и нереальное теряют грани. Дебюсси в симфоническом произведении полностью воспроизводит мечтательность Фавна. Он прибегает к хроматическим движениям флейты и струнных инструментов.

Таким образом, «новый язык» Малларме способствовал укоренению стилистических новаций в творчестве Дебюсси.

Тбилисский государственный
педагогический институт
иностранных языков
им. И. Чавчавадзе

(Поступило 3.9.1987)

ფილოლოგია

ა. ჯაოშვილი

ვერლენისა და მალარმეს პოეზიის გავლენა სიმბოლისტურ მუსიკაზე

რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია ფრანგული სიმბოლისტური პოეზიის გავლენა სიმბოლისტური მუსიკის თავისებურებათა ჩამოყალიბებაზე, ვერლენის ლექსის ევფონიურმა მხარემ და მალარმეს პოეზიის მიახლოებამ მუსიკალურ ნაწარმოებთან გამოიწვია სიმბოლისტური მუსიკის ესთეტიკის ჩამოყალიბება, ხოლო მალარმეს „ახალი ენის“ ძიებამ განსაზღვრა დებიუსის ნაწარმოებთა სტილისტური ნოვაციები.

PHILOLOGY

M. V. JAOSHVILI

INFLUENCE OF THE POETRY OF VERLAINE AND MALLARMÉ ON
THE SYMBOLISTIC MUSIC

Summary

The article studies the influence of French symbolistic poetry on the development of symbolistic music. The euphonic side of Verlaine's poetry



and the proximity of Mallarmé's verse to a musical piece inspired the development of the esthetics of symbolistic music; the similar process can be traced in Mallarmé's search of "a new language" which prompted the stylistic innovations of Debussy.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ch. Baudelaire. *L'Art Romantique, Litterature et Musique*, Paris, 1968, 267—294.
2. P. Verlaine. *Oeuvres poétiques*, Paris, 1969.
3. S. Mallarmé. *Oeuvres complètes*, Paris, 1956.



УДК 894.631 (09)

ფილოლოგია

ი. ასათიანი

სპარსული ხალხური ღასთანნი ბაჰრამ-გურის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ს. ჯიქიამ 12.11.1987)

კ. კეკელიძის სახ. ხელნაწერთა ინსტიტუტის სპარსულ ხელნაწერთა ფონდის № 284 ხელნაწერ კრებულში დაცულია სპარსული ხალხური ღასთანნი ბაჰრამ-გურის შესახებ [1, გვ. 14]. ბაჰრამ-გური, სასანიანთა დინასტიის ლეგენდად ქცეული მეფე ვარაჰრან V (420—438 წწ.) გაგრცელებული სახეა სპარსულ ლიტერატურაში. შუა საუკუნეების აღმოსავლურ მწერლობაში ბაჰრამ-გურის შესახებ 40-ზე მეტი ნაწარმოები შეიქმნა. მათ შორისაა ისეთი სახელგანთქმული პოეტების თხზულებები, როგორცაა ფირდოუსი, ნიზამი, დეჰლევი, ნავოი და სხვ. სპარსული პოემების გავლენით ქართველმა პოეტმა ნოდარ ციციშვილმა დაწერა „ბარამგურიანი“ [2]. აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ მრავალრიცხოვან ფოლკლორულ კრებულებში გაბნეულია ანონიმური პროზაული ვერსიები და ნაწყვეტები თხზულებებიდან ბაჰრამის შესახებ. AC 284 ხელნაწერიც ერთ-ერთი ასეთი კრებულია; მასში ბაჰრამის ამბავი ავტორისა და წყაროს დაუსახელებლად არის ჩართული.

პირველად ამ ხელნაწერს გაეცნო პროფ. დ. კობიძე და გამოაქვეყნა დასთაშის შინაარსი [3, გვ. 150—152]. დ. კობიძის აზრით „ეს ანონიმური პროზაული ვერსია „ბარამგურიანისა“ ერთ-ერთი ლექსითი ვერსიის შემოკლებულ სახეს უნდა წარმოადგენდეს, მისი დამოკიდებულება ნიზამისა და დეჰლევის ნაწარმოებთან აშკარაა“ [3, გვ. 152].

ჩვენ შევადარეთ დასთაშის ნიზამის, დეჰლევის, ნავოისა და სხვათა თხზულებებს და დაბეჯითებით შეგვიძლია ვთქვათ, რომ ანონიმური დასთაშის აბდალაჰ ჰათეფის „ჰათე მანზარის“ („შვიდი სურათის“) პროზაულ ვერსიას წარმოადგენს [4].

ჰათეფი სეფიანთა ეპოქის ცნობილი პოეტია. დაიბადა ჰერათის მახლობლად, ხარჯირდში 1453 წ. და იქვე გარდაიცვალა 1520 წ. განათლება მიიღო ჰერათის ცნობილ ლიტერატურულ სკოლაში, სახელგანთქმულ პოეტთან — ჯამისთან, რომელიც მისი დედის ძმა იყო.

ჯამის პლეადის ერთ-ერთ კაშკაშა ვარსკვლავს უწოდებს ჰათეფის ა. კ რ ი მ ს კ ი [5, გვ. 130].

ნიზამის მიბაძვით ჰათეფიმ დაწერა „ხამე“ („ხუთეული“), რომელშიაც გააერთიანა „ლეილი და მჯუნჰი“, „ხოსროვი და შირინი“, „შვიდი სურათი“, „თემურ-ნამე“ და „შარაფ-ნამე“. „შვიდი სურათის“ წერა ჯამის რჩევით დაიწყო. ჰათეფი წერს, რომ ნიმუშად ნიზამის და დეჰლევის თხზულებები გამოუყენებია, მაგრამ მისი პოემა საგრძნობლად განსხვავდება ამ ნაწარმოებებისაგან.

ბაჰრამ-გურის შესახებ დასთაშის და ჰათეფის „შვიდი სურათის“ შედარებამ ნათელყო, რომ პროზაული ვერსია ზუსტად იმეორებს ჰათეფის პოემის შინაარსს. უმნიშვნელო განსხვავებები ვერ ჩრდილავენ იმ მსგავსებას, რომელსაც ცხადად ავლენს ეს ორი თხზულება სიუჟეტის, კომპოზიციის, მოქმედების განვითარების, ამბავთა თანმიმდევრობის, გმირთა და გეოგრაფიული



სახელების, დეტალების თვალსაზრისით. ერთადერთ მაიმუნელოვან ბას წარმოადგენს ის რომ „შვიდ სურათში“ ზღაპრებს ყვება შვიდი ბრძენი, დასთანში კი — აშუბი, ბაპრამ-გურის სატრფო.

საგანგებოდ უნდა ითქვას, რომ დასთანში ჩართულია პოეტური ტექსტის ვრცელი და მოკლე ნაწყვეტები — სულ 110 ბეითი. აქედან 62 ბეითის ზუსტ ან დაახლოებით შესატყვისს ვპოულობთ ჰათეფის „შვიდ სურათში“. საერთო ბეითებში ძირითადად ვარიანტული ხასიათის განსხვავებები შემოიხნევა. მაგ.

ლაგად ო მოშთ მიზადამ ბიჰად [6, გვ. 196a]

ლაგად ო მოშთა მიზად ბიჰადამ [4, გვ. 114].

ან:

რამქე ინ ჰათე ქეშვარდე დონია [6, გვ. 151a]

რამქე ინ ჰათე გუმბადე მინა [4, გვ. 20]

ზოგიერთი ჩანართი ყურადღებას იპყრობს უფრო რთული სახის სხვაობით. მაგ. ხელნაწერის 194a გვერდზე ვკითხულობთ:

ჰერსე ფარზანდ დაშთ ზან მორდე ბუდ
მორდ ფარიდ ვა ყაფას ბარ ჰამ ხორდ
მასალ ინ ქე ხერს ჰამ შავად მასთ
ინქე ხერს ო ხარის მაპრუმ ასთ.

„შვიდი სურათის“ 109 გვერდზე კი ამ სტრიქონებს შესატყვისება:

მორდ ფარიდ ო შოდ ყაფას ჰამ ხორდ,
ფესარე ზად მორდე, ზან ჰამ მორდ,
ჰერსე ფარზანდ დაშთ ზან ჰამ რაფთ,
მასალ ასთ ინქე: „ხერს ბას შუმ ასთ,
ჰერს შუმ ო ჰარის მაპრუმ ასთ.

დასთანში პოეტური ტექსტის შეკვეცის რამდენიმე შემთხვევა აღინიშნება. საერთოდ, „დასთანი ბაპრამ-გურის შესახებ“ ჰათეფის „შვიდი სურათის“ ძლიერ შემოკლებული ვერსიაა, ოღონდ შემოკლება მოხდა არა სიუჟეტის ხარჯზე, არამედ სხვადასხვა წიაღსვლებისა (შესავლების, ვრცელი აღწერების, ფერთა ქებების, უმნიშვნელო დიალოგების და სხვ.).

დასთანის ბეითების ნაწილს „შვიდ სურათში“ ვერ მივაკვლიეთ. ვფიქრობთ, ეს აიხსნება შემდეგი გარემოებით: ჩვეუში და საზღვარგარეთ „ჰათე მანზარის“ 11 ხელნაწერია აღნუსხული (უმეტესად XVIII—XIX საუკუნეების). პოემის მოცულობა ხელნაწერებში ერთნაირი არ არის. ბეითების რაოდენობა მერყეობს 2000-დან 15000-მდე. ჯ. დოდალიშოვემა ოთხი შედარებით სრული და სანდო ხელნაწერის მიხედვით დაადგინა 2224 ბეითი. როგორც ჩანს, ამ რიცხვში ჩვეუთვის საინტერესო ბეითები ვერ მოხვდა, მაგრამ, ადვილი შესაძლებელია, ისინი აღმოჩნდეს „შვიდი სურათის“ რომელიმე ხელნაწერ ნუსხაში.

და ბოლოს, საინტერესოა, რომ ქ. ტაშვენტის ხ. ს. სულეიმანოვის სახ. ხელნაწერთა ინსტიტუტის სპარსულ ხელნაწერთა შორის გვხვდება ხელნაწერი № 771, 444 II, რომლის 436—706 გვერდებზე შემონახულია ჩვეუნი ხელნაწერის იდენტური ანონიმური დასთანი.

დასთანს ასეთი სათაური აქვს: „დასთანე ჰათე მანზარ“ („დასთანი შვიდი სურათის შესახებ“), რაც კიდევ ერთხელ ამტკიცებს ამ ორი ხელნაწერის კავშირს ჰათეფის „შვიდ სურათთან“.

ტაშვენტის ხელნაწერი უკეთესად არის გაფორმებული, თავები გამოყოფილია ერთმანეთისგან ვრცელი სათაურებით; თბილისში დაცული ხელნა-



წერის მსგავსად აქაც ჩართულია ბეითები, მაგრამ უფრო მცირე რაოდენობით. ზოგი ბეითი ემთხვევა თბილისის ხელნაწერის ტექსტსაც და ჰაფეთის ტექსტსაც.

საყურადღებოა, რომ აქაც ზღაპრებს შაჰრ-აბუბი ყვება და არა შვიდი ბრძენი, რაც მნიშვნელოვანი მსგავსებაა თბილისის ხელნაწერთან ერთის მხრივ, მაგრამ მეორე მხრივ, გაუგებარი რჩება, თუ სად იღებს სათავეს ასეთი გადაზრა „ჰაფეთ მანზარისგან“.

ყოველივე ზემოთქმულის საფუძველზე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ თბილისის „დასთან ბაჰრამ-გურის შესახებ“, ისევე როგორც ტაშკენტის „დასთან შვიდი სურათის შესახებ“, აბდალაჰ ჰათეფის „შედი სურათის“ პროზაული ვერსიაა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

გ. წერეთლის სახ.

აღმოსავლეთმცოდნეობის ინსტიტუტი

(შემოვიღა 26.11.1986)

ФИЛОЛОГИЯ

И. В. АСАТИАНИ

ПЕРСИДСКИЙ НАРОДНЫЙ ДАСТАН О БАХРАМ-ГУРЕ

Резюме

Два персидских народных дастана — «Дастан о Бахрам-гуре» (рукопись АС 284 тбилисского Института рукописей) и «Дастан о семи картинах» (рукопись № 771, 444 II ташкентского Института рукописей) являются прозаической версией поэмы Абдаллаха Хатифи «Семь картин», о чем свидетельствуют идентичность сюжета и включенные в текст поэтические отрывки из поэмы.

PHILOLOGY

I. V. ASATIANI

PERSIAN FOLKLORIC DASTAN ABOUT BAKHRAM-GUR

Summary

Two Persian folkloric dastans — “Dastan about Bakhrām-Gur” (manuscript AC 284 of the Tbilisi Institute of Manuscripts) and “Dastan About Seven Pictures” (manuscript № 771, 444 II of the Tashkent Institute of Manuscripts) represent prosaic versions of Abdallah Khatifi poem “Seven pictures”, which is attested by similarity of the plots as well as by poetic fragments included in the text

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. კ. კეკელიძის სახ. ხელნაწერთა ინსტიტუტის სპარსულ ხელნაწერთა კატალოგი (АС კოლექცია), შეადგინა მ. მამაცაშვილმა. თბილისი, 1977.
2. ნ. ციციშვილი. შვიდი მთიები, ბაჰრამ-გური. თბილისი, 1930.
3. დ. კობიძე. კრ. „ჩართულ-სპარსული ლიტერატურული ურთიერთობანი“, II. თბილისი, 1969, 136—164.
4. А. Хатифи. Хафт Манзар. Душанбе, 1975.
5. А. Крымский. История Персии и ея литературы и дервишской философии, т. III. М., 1914—1917.
6. კ. კეკელიძის სახ. ხელნაწერთა ინსტიტუტის ხელნაწერი АС 284.



М. М. СИОРИДЗЕ

БАТУМСКИЙ ВОПРОС В АНГЛИЙСКОМ КАБИНЕТЕ В ФЕВРАЛЕ 1920 ГОДА

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. М. Качарава 3.9.1986)

В конце декабря 1918 г. английские империалисты оккупировали Батумскую область, что вызвало сильное недовольство и противодействие союзников (США, Франции и Италии). Несмотря на это, на всем протяжении 1919 г. английское правительство упорно отстаивало свое единоличное господство в Батумской области. Однако с февраля 1920 г., после эвакуации войск из остальных районов Закавказья, вопрос о продолжении оккупации Батуми остро встал в самом английском кабинете и в парламенте.

Дело было в следующем.

В начале февраля 1920 г. английское правительство опубликовало заявление об эвакуации войск из Батуми. По мнению Г. Л. Гамбашидзе, этот шаг британского правительства был предопределен тем, что «демократические круги Англии усматривали в военной оккупации Батуми интервенцию и настоятельно требовали эвакуации войск из города» [1, с. 43]. Конечно, это являлось одним из решающих факторов, но не главным. Значительное расхождение мнений в вопросе о том, следует ли вывести войска из Батуми или оставить их там, наблюдалось и в английском правительстве, в котором эта проблема рассматривалась в связи с «русским вопросом».

Одна часть членов английского правительства во главе с Ллойд Джорджем еще к концу 1919 г. убедилась в том, что свержение Советской власти в России было невозможно. Вот почему они, учитывая экономические трудности послевоенной Англии, с целью выхода из кризиса, требовали отказа от открытой интервенции в России и установления с ней торговых отношений. Именно исходя из этих соображений, Ллойд Джордж на заседании Парижской мирной конференции 16 января 1920 г. провел выгодную для Англии резолюцию о снятии блокады и установлении торговых отношений с Советской Россией. А другая часть крупной английской буржуазии, во главе которой стояли Черчилль и Керзон, была против установления экономических связей с Советской Россией и требовала продолжения интервенции [2, с. 165—167]. «Керзон особенно был поглощен заботой о том, — пишет Ллойд Джордж, — чтобы уберечь Грузию от заражения большевизмом... и (поэтому. — М. С.) он до конца боролся за то, чтобы английские войска остались в Грузии» [3, с. 282].

План Ллойд Джорджа не исключал и необходимости вывода войск из Батуми, тем более что еще 18 декабря 1919 г. Ллойд Джордж заявил в палате общин, что имеется намерение эвакуировать войска из Батуми [4, с. 198].

Вышеуказанное решение английского правительства эвакуировать войска из Батуми в значительной степени было предопределено и выводом в конце января 1920 г. генералом Франше д'Эспере части французских войск из Константинополя, что значительно ослабило межсоюзнические силы в этом районе, поэтому генерал Милл, который высказывал большую озабоченность в связи с возможным наступлени-



ем кемалистских войск, поставил вопрос об эвакуации войск из Батуми и их переброске в Константинополь [5, с. 559], что и началось незамедлительно.

Против эвакуации войск из Батуми выступили Керзон и его сторонники. Такую же позицию заняли военные и политические представители Англии на Востоке. 6 февраля 1920 г. О. Уордроп телеграфировал из Тбилиси Керзону: «Требую со всей серьезностью, чтобы приказ об эвакуации был немедленно аннулирован», ибо, согласно его мнению, оккупация Батуми была единственным стабилизирующим фактором, с помощью которого англичане удерживали порядок в Закавказье [5, с. 559]. По мнению адмирала де Робека, оставление англичанами Батуми привело бы к утере русской контрреволюцией боевого духа, «тогда как мечта о возвращении Батуми дала бы новый стимул панисламской и пантюркистской активизации». Адмирал Уэбб же заявил Керзону лично, что результат вывода войска из Батуми «был бы губительным» [5, с. 560].

Обнадеженный вышеуказанными аргументами 9 февраля 1920 г. Керзон внес в правительство меморандум, в котором, приведя мнения де Робека, Уордропа и Уэбба о нежелательных последствиях вывода войск из Батуми, давал свое заключение, что «политические результаты такого шага будут катастрофическими, ибо вывод войск из Батуми был бы воспринят уже признанными независимыми республиками Закавказья в «качестве акта предательства и разрушил бы то здание, которое мы и они старались возвести с таким трудом». Здесь же Керзон учитывал, что предложение о прекращении эвакуации войск из Батуми натолкнется в английском кабинете на большое сопротивление (Керзон также принимал во внимание и претензии союзников на Батуми). Поэтому он предложил членам кабинета новый план решения батумского вопроса, который фактически предусматривал продолжение оккупации Батуми и его окончательное отторжение от Грузии. «Мы, — писал Керзон, — хотим выдвинуть на приближающейся мирной конференции⁽¹⁾ предложение о провозглашении Батуми свободным портом, а окружающую его территорию передать под мандат Лиги Наций. Такое решение видится единственной гарантией того, что Батуми не превратится в арену борьбы не только между государствами Кавказа, но и в объект соперничества более крупных и опасных держав: Турции, Германии, России. В тот момент, — продолжал Керзон, — когда наши войска уйдут, грузины нападут на Батуми, и та энергия, которую необходимо использовать против вступления большевиков на Кавказ, израсходуется на внутреннюю борьбу с соседями, которые не примирятся с тем, что такая добыча достанется [только. — М. С.] одному государству» [5, с. 560]. В заключение Керзон просил правительство пересмотреть свое ранее принятое решение и воздержаться от эвакуации войск из Батуми.

Рассмотрение батумского вопроса в английском кабинете затягивалось. Поэтому О. Уордроп вновь несколько раз обращался к Керзону и напоминал, что эвакуация из Батуми была бы для Англии весьма ущербной. Уордроп 16 февраля телеграфировал Керзону: «С моей точки зрения, эвакуация порта, города и его окрестностей будет вызывать сожаление и сразу приведет к падению престижа Англии на Востоке. Оба конца железной дороги (подразумеваются Баку и Батуми. — М. С.) должны быть в наших руках. Без этого ничего не будет под нашим контролем. При этом наше присутствие в Закавказье является моральным фактором для трех республик Закавказья и далее к югу и востоку» [5, с. 566].

(¹ Здесь подразумевается первая Лондонская конференция Верховного Совета Антанты (12 февраля — 10 апреля 1920 г.).



Того же 16 февраля консул Великобритании в Батуми Стивенс в телеграмме к Керзону отмечал, что с эвакуацией войск из Батуми «теряется прекрасная торговля с Закавказьем и Северной Персией. Тем самым мы лишаемся хлопка, шелка, леса и нефти» [5, с. 565].

Направленная против вывода английских войск кампания началась и в английской прессе. Газеты писали, что целью пребывания английских войск в Батуми было поддержание там порядка, иначе «закавказские республики перегрызлись бы между собой» [6]. Целью буржуазной прессы было то, чтобы представить в глазах английской общественности пребывание войск в Батуми как гуманную миссию и этим ослабить антиоккупационные настроения широких масс.

В этих условиях Керзон и его сторонники смогли добиться своего. 20 февраля Английское правительство приняло решение о приостановке эвакуации войск из Батуми до той поры, пока на Лондонской конференции не была бы решена его судьба [5, с. 568]. Указанное решение британского правительства было официально опубликовано 23 февраля [4, с. 198].

Академия наук Грузинской ССР
Институт истории,
археологии и этнографии
им. И. А. Джавахишвили

(Поступило 5.9.1986)

ისტორია

ა. სიორიძე

ბათუმის საკითხი ინგლისის კაბინეტში 1920 წლის თებერვალში

რეზიუმე

1920 წ. დასაწყისში ინგლისის მთავრობაში თავი იჩინა აზრთა სხვადასხვაობამ ბათუმში ოკუპაციის გაგრძელების საკითხში, რომელიც განიხილებოდა „რუსეთის საკითხთან“ კავშირში. მთავრობის წევრთა ერთი ნაწილი ლორდ ჯორჯის მეთაურობით მოითხოვდა ბათუმიდან ჯარების ევაკუაციას, რასაც შეუდგნენ კიდევ თებერვლის დასაწყისში. ამ გადაწყვეტილების წინააღმდეგ გაილაშქრა კაბინეტის წევრთა მეორე ნაწილმა ლორდ კერზონის მეთაურობით. ასეთივე პოზიცია დაიკავა ინგლისის ბურჟუაზიულმა პრესამ, აგრეთვე აღმოსავლეთში ინგლისის სამხედრო და პოლიტიკურმა წარმომადგენლებმა.

დებატები ბათუმის საკითხზე კერზონის მომხრეების დროებითი გამარჯვებით დამთავრდა. 20 თებერვალს ინგლისის მთავრობამ მიიღო გადაწყვეტილება ბათუმიდან ჯარების ევაკუაციის შეწყვეტის შესახებ.

HISTORY

M. M. SIORIDZE

THE BATUMI QUESTION IN THE BRITISH CABINET IN FEBRUARY 1920

Summary

In the early 1920 differences arose in the British Government concerning the duration of Batumi occupation, which was discussed in relation to

„the Russian problem“. A part of the Government under Lloyd George demanded the evacuation of the army from Batumi, which they really started in the early February. Others, under Lord Curzon, were against such a decision. The same stance was taken by the English bourgeois press, as well as by the military and political representatives in the East.

The debates on the Batumi question ended up in a temporary victory of Lord Curzon's supporters. On February 20th the British Government adopted a resolution on stopping the evacuation of the army from Batumi.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. გ. ღამბაშიძე. იმპერიალისტური სახელმწიფოების აგრესიული პოლიტიკა საქართველო-სა და ამიერკავკასიის მიმართ 1920 წელს. თბილისი, 1970.
2. Б. Е. Штейн. «Русский вопрос» в 1920—1921 гг. М., 1958.
3. Ллойд Джордж. Правда о мирных договорах, т. I. М., 1957.
4. ზ. ავალიშვილი. საქართველოს დამოუკიდებლობა 1918—1921 წლების საერთაშორისო პოლიტიკაში. ტფილისი, 1929.
5. Documents on British foreign policy 1919-1939, ser. I, v. XII, London, 1962.
6. გაზ. „ერთობა“, 31 მარტი, № 73; 1920 წ.



ცხრილი, რომელიც ეურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მელნიტ მკაფიოდ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ეგზემპლარში, ბერძნულ ასოებს ქვემოთ დასტავიან უნდა გაეცვას თითო ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს — ქვემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით, ხოლო არამთავრულ ასოებს — ზემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით. ფანქრითვე უნდა შემოიფარგლოს ნახევარწრივ ნიშნაკებიც (ინდექსები და ხარისხის მაჩვენებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე. წერილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფანქრით ან მელნით.

10. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცელზე. საჭიროა დაცულ იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საეურნალო შრომა, ეუჩვენოთ ეურნალის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი. თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ეუჩვენოთ 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 ნაჩვენები უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა. არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც ტექსტში მითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის დამოწმება. დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს სად მუშაობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

11. „მომამბევი“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერატულ ეურნალში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

12. ავტორს წასაკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებზე შეკრული კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (არაუგვიტეს ორი დღისა). თუ დადგენილი ვადისათვის კორექტურა არ იქნა დაბრუნებული, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ეიზის გარეშე.

13. ავტორს უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 25 ამონაბეჭდი.

(დამტკიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1968; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969)

რედაქციის მისამართი: თბილისი 60, კუტუზოვის ქ. № 19; ტელ. 37-22-16, 37-86-42, 37-85-61

საფოსტო ინდექსი 380060

ხ ე ლ მ ო წ ე რ ი ს პ ი რ ო ბ ე ბ ი: ერთი წლით 22 მან. 80 კაბ.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. В журнале «Сообщения АН ГССР» публикуются статьи академиков, членов-корреспондентов, научных работников системы Академии и других ученых, содержащие еще не опубликованные новые значительные результаты исследований. Печатаются статьи лишь из тех областей науки, номенклатурный список которых утвержден Президиумом АН ГССР.

2. В «Сообщениях» не могут публиковаться полемические статьи, а также статьи обзорного или описательного характера по систематике животных, растений и т. п., если в них не представлены особенно интересные научные результаты.

3. Статьи академиков и членов-корреспондентов АН ГССР принимаются непосредственно в редакции «Сообщений», статьи же других авторов представляются академиком или членом-корреспондентом АН ГССР. Как правило, академик или член-корреспондент может представить для опубликования в «Сообщениях» не более 12 статей разных авторов (только по своей специальности) в течение года, т. е. по одной статье в каждый номер, собственные статьи—без ограничения, а с соавторами—не более трех. В исключительных случаях, когда академик или член-корреспондент требует представления более 12 статей, вопрос решает главный редактор. Статьи, поступившие без представления, передаются редакцией академику или члену-корреспонденту для представления. Один и тот же автор (за исключением академиков и членов-корреспондентов) может опубликовать в «Сообщениях» не более трех статей (независимо от того, с соавторами она или нет) в течение года.

4. Статья обязательно должна иметь направление из научного учреждения, где проведена работа автора, на имя редакции «Сообщений АН ГССР».

5. Статья должна быть представлена автором в двух экземплярах, в готовом для печати виде, на грузинском или на русском языке, по желанию автора. К ней должны быть приложены резюме — к грузинскому тексту на русском языке, а к русскому на грузинском, а также краткое резюме на английском языке. Объем статьи, включая иллюстрации, резюме и список цитированной литературы, приводимой в конце статьи, не должен превышать четырех страниц журнала (8000 типографских знаков), или шести стандартных страниц машинописного текста, отпечатанного через два интервала (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, в год — всего три статьи.

6. Представление академика или члена-корреспондента на имя редакции должно быть написано на отдельном листе с указанием даты представления. В нем необходимо указать: новое, что содержится в статье, научную ценность результатов, насколько статья отвечает требованиям пункта 1 настоящего положения.

7. Статья не должна быть перегружена введением, обзором, таблицами, иллюстрациями и цитированной литературой. Основное место в ней должно быть отведено результатам собственных исследований. Если по ходу изложения в статье сформулированы выводы, не следует повторять их в конце статьи.

8. Статья оформляется следующим образом: сверху страницы в середине пишутся инициалы и фамилия автора, затем — название статьи; справа сверху представляющий статью указывает, к какой области науки относится она. В конце основного текста статьи с левой стороны автор указывает полное название и местонахождение учреждения, где выполнена данная работа.

9. Иллюстрации и чертежи должны быть представлены в двух экземплярах в конверте; чертежи должны быть выполнены черной тушью на кальке. Надписи на чертежах должны быть исполнены каллиграфически в таких размерах, чтобы даже в случае уменьшения они оставались отчетливыми. Подписанные подписи, сделанные на языке основного текста, должны быть представлены на отдельном листе. Не следует приклеивать фото и чертежи к листам оригинала. На полях оригинала автор отмечает карандашом, в каком месте должна быть помещена та или

иния иллюстрация. Не должны представляться таблицы, которые не могут уместиться на одной странице журнала. Формулы должны быть четко вписаны черными чернилами в оба экземпляра текста; под греческими буквами проводится одна черта красным карандашом, под прописными — две черты черным карандашом снизу, над строчными — также две черты черным карандашом сверху. Карандашом должны быть обведены полукругом индексы и показатели степени. Резюме представляются на отдельных листах. В статье не должно быть исправлений и дополнений карандашом или чернилами.

10. Список цитированной литературы должен быть отпечатан на отдельном листе в следующем порядке. Вначале пишутся инициалы, а затем — фамилия автора. Если цитирована журнальная работа, указываются сокращенное название журнала, том, номер, год издания. Если автор считает необходимым, он может в конце указать и соответствующие страницы. Список цитированной литературы приводится не по алфавиту, а в порядке цитирования в статье. При ссылке на литературу в тексте или в сносках номер цитируемой работы помещается в квадратные скобки. Не допускается вносить в список цитированной литературы работы, не упомянутые в тексте. Не допускается также цитирование неопубликованных работ. В конце статьи, после списка цитированной литературы, автор должен подписаться и указать место работы, занимаемую должность, точный домашний адрес и номер телефона.

11. Краткое содержание всех опубликованных в «Сообщениях» статей печатается в реферативных журналах. Поэтому автор обязан представить вместе со статьей ее реферат на русском языке (в двух экземплярах).

12. Автору направляется корректура статьи в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или печатать ее без визы автора.

13. Автору выдается бесплатно 25 оттисков статьи.

(Утверждено Президиумом Академии наук Грузинской ССР 10.10.1968; внесены изменения 6.2.1969)

Адрес редакции: Тбилиси 60, ул. Кутузова, 19, телефоны: 37-22-16, 37-86-42, 37-85-61

Почтовый индекс 380060

Условия подписки: на год — 22 руб. 80 коп.