

524
1983



ISSN—0182—1447

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

ამაგბა

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 112 ტომ

№ 3

დეკემბერი 1983 ДЕКАБРЬ

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI

524
1983



საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

გზაგაბე

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

III - სექტორი

199

ტომი 112 ტომ

№ 3

დეკემბერი 1983 ДЕКАБРЬ

ს ა რ ე დ ა ჭ ც ი ო კ ო ლ ე გ ი ა

- ე. ანდრონიკაშვილი, ა. აფაქიძე, ა. ბიჭიძე, ლ. გაბუნია (მთავარი რედაქტორის მოადგილე),
თ. გამყრელიძე, ი. გვერდწითელი, ა. გუნია, ს. ღურშიძე, ა. თავხელიძე, ვ. კუპრაძე
(მთავარი რედაქტორის მოადგილე), ნ. ლანდია, გ. მელიქიშვილი, ვ. ოკუჩავა,
ა. ფრანგიშვილი, ა. ცაგარელი, გ. ციციშვილი, ა. ძიძიგური, შ. ძიძიგური,
გ. ხარატიშვილი, ე. ხარაძე (მთავარი რედაქტორი), ნ. ჯავახიშვილი,
გ. ჯიბლაძე

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

პასუხისმგებელი მდივანი გ. შახარაძე

Ответственный секретарь Г. Е. Махарадзе

გადაეცა ასაწყობად 24.11.1983; ხელმოწერილია დასაბეჭდად 12.3.1984; შიგვ. № 3561; ანაწყობის ზომა $7 \times 12^{3/4}$; ქაღალდის ზომა 70×108 ; ფიზიკური ფურცელი 14; სააღრიცხვო-საგამომცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 19,6; უე 08680; ტირაჟი 1520; ფასი 1 მან 90 კაპ.

Сдано в набор 24.11.1983; подписано к печати 12.3.1984; зак. № 3561; размер набора $7 \times 12^{3/4}$; размер бумаги 70×108 ; физический лист 14; уч. издательский лист 18,5; печатный лист 19 6; УЭ 08680; тираж 1520; цена 1 руб. 90 коп.

* * *

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

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

შ ი ნ ა ა რ ს ი

მათემატიკა

*შ. ხმალაძე. გაზის ფილტრაციის ერთი არაწრფივი ამოცანის შესახებ 468

*ც. დიდიძე. რადიკალები ავტომატებში 472

*ვ. ოპოცივეი, თ. ხუროძე. მდგრადობის დეფორმაციული კრიტერიუმები 476

დ. პატარაია. K-თეორიისა და K-ჰომოლოგიის ორადობა C-ალგებრებისთვის 480

*თ. ლაცაბიძე. სინგულარული ინტეგრალური ოპერატორები კომპლექსური შეუღლებით უბან-უბან გლუვ წირებზე 484

*ა. ხარაზიშვილი. სიმრავლეთა თეორიის ზოგიერთი ამოუხსნადი დამოკიდებულებისადმი ერთი მიდგომის შესახებ 488

*მ. მუსხელიშვილი. პოლმგრენ-გელერსტედტის განტოლებისათვის დირიხლეს ამოცანის ამოხსნის აპროქსიმაციის შესახებ 492

*ტ. ქაბუციანი. ერთი თეორემა ბოლტიანსკის ინვარიანტის შესახებ 495

*გ. ბარელაძე. ჯერადი მწკრივების უპირობო კრებადობის შესახებ 499

მექანიკა

*გ. ბოცვაძე, დ. დონიაშვილი. ღრეკადი ღეროს ძლიერი ღუნვა მიმყოლი დატვირთვით 504

ფიზიკა

*მ. ჩავლეიშვილი. დისპერსიული უტოლობის ოპტიმალობის შესახებ ნუკლონზე კომპტონ-ეფექტისათვის 508

*გ. დიდებულიძე, ა. პატარაია, რ. ქანიშვილი. F-ფენის ყოფაქცევა გრავიტაციული ტალღების სოლიტონის გავლენის ქვეშ 511

*გ. აღამაშვილი. რელაქსაციის გავლენა აკუსტიკურ თვითინდუცირებულ გამჭვირვალობაზე 516

*გ. ქევანიშვილი, ო. კეთილაძე, მ. ჩიხლაძე, ნ. ქურდიანი. დიელექტრიკული ფენიანი ცილინდრული ტალღამტარის დისპერსიული თვისებები 520

*ჯ. ჩიღვინაძე, თ. ჯაფიაშვილი. პინინგის მაქსიმალური ძალის შესწავლა ზეგამტარულ TaNb მონოკრისტალურ შენადნობში 523

ასტრონომია

*რ. ძიგვაშვილი, თ. მძინარიშვილი. სანდო ინტერვალების აგება ვარსკვლავთ ფოტომეტრიული მანძილების განსაზღვრისას 528

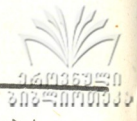
ბიოფიზიკა

*თ. შულაია. გრავიმეტრიის პირდაპირი ამოცანის ამოხსნის მანქანურ-ცხრილური მე-თოდი რეგიონალური ინტერპრეტაციისას 531

17.508

* ვარსკვლავთ აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

კ. შირქის სახ. საქ. სსრ
საბე.ოპწიფო რესპუბლიკა
ბიბლიოთეკა



*გ. ჯაშო, ნ. ლეკიშვილი, მ. სიჭინავა. ბუნებრივი ელექტრული ველების ტრანსფორმაცია

536

ანალიზური ძივია

*ბ. ჩერნიაგა, ი. შათირიშვილი. მეღვინეობის პროდუქციის ხარისხის შეფასების კვალიმეტრიული მოდელები გაზური ქრომატოგრაფიული ანალიზის მონაცემების საფუძველზე

539

ზოგადი და არაორბანული ძივია

პ. ჯაფარიძე, ნ. კალანდაძე. ნახშირის განვითარების საკითხისათვის

544

ორბანული ძივია

*ვ. ვდოვინი, მ. ერემეიშვილი, დ. გაბრიძაძე, ე. ფინკელშტეინი, ა. კოშევენიკი. მეთილენციკლობუტანის ურთიერთმოქმედება ფენოლთან

547

*გ. ჩაჩავა, რ. გიგაური, მ. უგულავა, ნ. გურგენიძე. დიფენილმეთილაკილ(არილ) და დიფენილალილაკილარსონიუმის ტეტრაიოდოკადმატების სინთეზი

551

ფიზიკური ძივია

*ე. ახალკაცი, მ. ბორინეცი, გ. დარჩიანი, ვ. დოლიძე, ლ. ჯაკობია, ი. კორინი, ზ. ტალიაშვილი, ბ. ჩიჩუა. წყალბადის ფუნქციის მქონე იონსელექტიური ველის ეფექტური ტრანსისტორი ნიტრიდული მემბრანების საფუძველზე

555

ელემენტარული ძივია

*გ. ცაგარელი, ლ. ჯაფარიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), შ. მახათაძე. Mn²⁺ იონების დაქანგვა მბრუნავი დისკოს ელექტროდებზე ნატრიუმის სულფატის ხსნარებში

560

*ე. შავგულიძე, პ. გოგოლაძე, ჯ. ჯაფარიძე. ტყვიის ქლორისა და ბრომის კომპლექსების პოლაროგრაფიული შესწავლა ეთილენგლიკოლში

564

ზარმაზარული ძივია

*ც. დალაქიშვილი. კავასიური ხარისძირას ლიბიდების ცხიმოვანი მჟავების შედგენილობა

567

ეკონომიკური გეობრაფია

*თ. სანებლიძე. საქართველოს აგრორეკრეციული კომპლექსების ფორმირების ზოგიერთი კანონზომიერება

571

ბეოძივია

*ნ. ვარძელაშვილი, მ. კვინიკაძე, ბ. ალიბეგაშვილი, გ. ბენიძე, ჯ. ნადარეიშვილი, ა. ხუცაიძე. ურანის, თორიუმისა და თანამგზავრი ელემენტების გეოქიმია კავასიონის სამხრეთ ფერდის ქვედაიურულ ნალექებში

575

სამშენალო მუშაობა

*გ. ტურაშვილი. ნაგებობების სივრცული ანგარიში სეისმურ ზემოქმედებაზე სივრცულ-დროითი სასრულო-სხვაობანი სქემით

580

- *თ. შუკაკიძე. ცვლადი სიხისტის წრიული რგოლური ფილების ანგარიშისათვის 584
- *ი. ტიმჩენკო. მსხვილბლოკური შენობის საიმედოობა სეისმური ზემოქმედების დროს 587

საბადოთა დამუშავება და გამდიდრება

- *ტ. ელიზბარაშვილი. ორი გარემოს გამყოფი საზღვრის გასწვრივ დაცემული ტალღის ფრონტის ცოცვისას დარტყმითი ტალღის არეკვლა და გარდატეხა 592

მიტალურბია

- *ო. ნიკოლაევი, ა. გიგინეიშვილი. გრანულირებული მაგნიუმის გამოყენება თუჩის რეაქტორული დამუშავებისას 596

მანქანათმშენობა

- *ბ. ნინოშვილი. წვრილდისპერსიული მასალების ვიბრაციული ტრანსპორტირების კვლევის ზოგიერთი შედეგი 600
- *ვ. ბაკაშვილი, ვ. კოვროვი. ქაოტურად არმირებული მინაპლასტების ხანგრძლივი სიმტკიცის პროგნოზირება 604

ჰიდროტექნიკა

- *თ. თოლორაია, გ. ქუმბურიძე. ჰიდროელექტროსადგურის მიწისქვეშა სადენო მილსადენის მოსახვის ანგარიში ბეტონის გაქიმვაზე მხედველობაში მიღებით 608

აბროჰიმია

- *ნ. ეგორაშვილი, მ. მინდელი, ნ. აზაურაშვილი. საქართველოს კარბონატულ ნიადაგებში მოძრავი კობალტის განსაზღვრის მეთოდისათვის 611

მეცენარეობა

- *ა. გორგიძე, თ. გირგვლიანი. მარცვლოვნებისა და სამარცვლე-პარკოსანი კულტურების გავრცელების ზონალობა ზემო სვანეთში 615

აღამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

- *ა. ბაკურაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი), ლ. გუგუშვილი, მ. ჯაფარი. კვებითი ქცევის რთულ ფორმათა ზოგიერთი გამოვლინება უდაბლეს მაიმუნებში 620

ბიოქიმია

- *ნუგ. ნუცუბიძე, ა. მიშინი, ტ. როტანოვა. პანკრეატული ლიპაზის ინჰიბირება სპილენძის იონებით 623
- *თ. ჯალიაშვილი, ვ. ზოტოვი, ვ. დიომუშკინი. ვირთაგვას თავის ტვინის უჯრედებში არსებული ალფა-და ბეტა — ადრენერგული რეცეპტორების კატექოლამინებთან შეკავშირების უბნების ქიმიური დახასიათება 628
- *მ. ძიგუა. პარენტერალური აზოტური კვებისათვის განკუთვნილი ცილოვანი ჰიდროლიზატის — ერთრთამინისა ანაბოლიური ეფექტურობის შესწავლა 631

მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

- *ნ. იაშვილი, ი. ბერაძე. მინერალური და ორგანული სასუქების გავლენა დასავლეთ კავკასიონის მთა-მდელოს ნიადაგების ბიოლოგიურ პროცესებზე 636

ენტომოლოგია

- *შ. სიჭინავა, გ. შენგელია. *Anopheles m. subalpinus* Hackett and Lewis, 1935, კოდოს თაობათა რიცხვი და სიცოცხლის ხანგრძლივობა კოლხეთის დაბლობში 638

ციტოლოგია

- *რ. კაპანაძე, ლ. ხოფერია, ლ. გეგენავა, ა. გუგეშაშვილი, ლ. ხაბაზი. სინუსის კვანძის ნეირონებისა და მათი მორჩების ნეირო-პისტოლოგიური ცვლილებები და მისი მკვებავი არტერიის სტრუქტურული მდგომარეობა უეცარი კარდიული სიკვდილის დროს 643

ამსპერიმენტული მედიცინა

- *ჯ. ჩანგელია. წითელი მგლურას ნევროლოგიური ფორმების კლინიკურ-იმუნოლოგიური დახასიათება 647
- *მ. კოკიჩაშვილი, ე. ქუთათელაძე. ფიზიკური დატვირთვებისადმი არა-ადაპტირებული და ადაპტირებული ვირთაგვების გულის კუნთში მყავე ჰიდროლაზების აქტივობაზე ერთჯერადი ინტენსიური ფიზიკური დატვირთვის გავლენა 651

პალეობიოლოგია

- *ვ. ჩხიკვაძე, გ. ზეროვა. ზოგიერთი გველგესლას სისტემატიკური ადგილი და მათი ტანის მალეების მორფოლოგია 655

ენათმეცნიერება

- ვ. შენგელია. ადიღურ ენათა ვოკალიზმის ისტორიისათვის 657

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

Ш. Э. Хмаладзе. Об одной нелинейной задаче фильтрации газа	465
Ц. Е. Дидидзе. Радикалы в автоматах	469
В. И. Опойцев, Т. А. Хуродзе. Деформационные критерии устойчивости	473
Д. А. Патарая. Двойственность K -теории с K -гомологией для C^* -алгебр	477
Т. И. Лацабидзе. Сингулярные интегральные операторы с комплексным сопряжением на кусочно-гладких линиях	481
А. Б. Харацишвили. Об одном подходе к некоторым неразрешимым соотношениям теории множеств	485
М. Г. Мухелишвили. Об аппроксимации решения задачи Дирихле для уравнения Холмгрена—Геллерстедта	489
Т. А. Чабукиани. Одна теорема об инварианте Болтянского	493
Г. П. Бареладзе. О безусловной сходимости кратных рядов	497

МЕХАНИКА

Г. И. Боцвадзе, Д. Э. Гониашвили. Сильный изгиб упругих стержней следящей нагрузкой	501
---	-----

ФИЗИКА

М. П. Чавлейшвили. Об оптимальности дисперсионного неравенства для комптон-эффекта на нуклоне	505
Г. Г. Дидебулидзе, А. Д. Патарая, Р. Г. Чанишвили. Поведение F -слоя под воздействием солитона гравитационных волн	509
Г. Т. Адамашвили. Влияние релаксации на акустическую самоиндуцированную прозрачность	513
Г. Ш. Кеванишвили, О. Г. Кетиладзе, М. Н. Чихладзе, Н. М. Курдиани. Дисперсионные свойства цилиндрического волновода с диэлектрическим слоем	517
Дж. Г. Чигвинадзе, Т. А. Джапиашвили. Исследование максимальной силы пиннинга в сверхпроводящих монокристаллах сплавов TaNb	521

* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме статьи.

АСТРОНОМИЯ

- Р. М. Дзигвашвили, Т. Г. Мдзинаришвили. Построение доверительных интервалов при определении фотометрических расстояний звезд 525

ГЕОФИЗИКА

- Т. В. Шуляя. Машинно-табличный метод решения прямых задач гравиметрии при региональной интерпретации 529
- Г. Г. Джаши, Н. Л. Лекишвили, М. М. Сичинава. Трансформация естественных электрических полей 533

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Б. С. Черняга, И. Ш. Шатиришвили. Квалиметрические модели оценки качества винодельческой продукции на основе данных газохроматографического анализа 537

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- П. Н. Джапаридзе, Н. Д. Каландадзе. К вопросу обессеривания угля 541

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- В. М. Вдовин, М. Г. Еременшвили, Д. М. Габриадзе, Е. Ш. Финкельштейн, А. Ю. Кошевник. Взаимодействие метилениклогубтана с фенолом 545
- Г. Н. Чачава, Р. Д. Гигаури, М. М. Угулава, Н. И. Гургенидзе. Синтез тетраиодокадмоатов дифенилметилалкил-(арил)- и дифенилаллилалкиларсониев 549

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Э. Г. Ахалкаци, И. Д. Боринец, Г. И. Дарчиани, В. А. Долидзе, Л. И. Джакобия, И. Л. Коринь, З. И. Талиашвили, Г. П. Чичуа. Ионоселективный полевой транзистор с водородной функцией на основе нитридных мембран 553

ЭЛЕКТРОХИМИЯ

- Г. А. Цагарели, Л. Н. Джапаридзе (член-корреспондент АН ГССР), Ш. М. Махатадзе. Окисление ионов Mn^{2+} на вращающемся дисковом электроде в растворах сульфата натрия 557
- В. В. Шавгулидзе, П. Г. Гоголадзе, Дж. И. Джапаридзе. Полярографическое исследование хлористых и бромистых комплексов свинца в этиленгликоле 561

ФАРМАКОХИМИЯ

- Ц. М. Далакишвили. Жирнокислотный состав липидов корней и корневищ морозника кавказского 565

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

- Т. В. Санеблдзе. Некоторые закономерности формирования агрорекреационных комплексов Грузинской ССР 569

ГЕОХИМИЯ

- Н. С. Вардзелашвили, М. С. Квиникадзе, Б. А. Алибегашвили, Г. М. Бенидзе, Д. Г. Надарейшвили, А. Л. Хуцаидзе. Геохимия урана, тория и элементов спутников в Нижнеюрских отложениях южного склона Большого Кавказа 573

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

- Г. М. Турашвили. Пространственный расчет сооружений на сейсмические воздействия с использованием пространственно-временной конечно-разностной схемы 577
- Т. Д. Шукакидзе. К расчету круглых кольцевых плит переменной жесткости 581
- И. Э. Тимченко. Надежность крупноблочного здания при сейсмическом воздействии 585

РАЗРАБОТКА И ОБОГАЩЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

- Т. Ш. Элизбарашвили. Отражение и преломление ударных волн при скольжении фронта падающей волны вдоль границы раздела двух сред 589

МЕТАЛЛУРГИЯ

- О. Б. Николаев, А. А. Гигинейшвили. Использование гранулированного магния при реакторной обработке чугуна 593

МАШИНОВЕДЕНИЕ

- Б. И. Ниношвили. Некоторые результаты исследования вибрационного транспортирования мелкодисперсных материалов 597
- В. С. Баакашвили, В. Н. Ковров. Прогнозирование длительной прочности хаотически армированных стеклопластиков 601

ГИДРОТЕХНИКА

- Т. И. Толорая, Г. К. Чумбуридзе. Расчет обделки высоконапорного подземного турбинного водовода гидроэлектростанции в упругой среде с учетом работы бетона на растяжение 605

АГРОХИМИЯ

- Н. В. Егорашвили, М. Г. Миндели, Н. Е. Азаурашвили. К методике определения подвижного кобальта в карбонатных почвах Грузии 609

РАСТЕНИЕВОДСТВО

- А. Д. Горгидзе, Т. С. Гиргвлиани. Зональность распространения зерновых и зернобобовых культур в верхней Сванети 613

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- А. Н. Бакурдзе (член-корреспондент АН ГССР), Л. Н. Гугушвили, М. Т. Джафарли. О некоторых проявлениях сложных форм пищевого поведения у низших обезьян 617

БИОХИМИЯ

- Нуг. Н. Нуцубидзе, А. А. Мишин, Т. В. Ротанова. Ингибирование панкреатической липазы ионами меди 621

- Т. А. Джалишвили, В. М. Зотов, В. П. Демущкин. Химическая характеристика участков связывания альфа- и бета-адренергических рецепторов в клетках головного мозга крыс 625

- М. Д. Дзигуа. Изучение анаболической эффективности белкового гидролизата — эритроамнина как средства парентерального азотистого питания 629

МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

- Н. Н. Яшвили, И. А. Берадзе. Влияние минеральных и органических удобрений на биологические процессы в горно-луговых почвах западного Кавказиони 633

ЭНТОМОЛОГИЯ

- Ш. Г. Сичинава, Г. Ю. Шенгелия. Число поколений и продолжительность жизни комаров *Anopheles m. subalpinus* Hackett and Lewis, 1935 в Колхидской низменности 637

ЦИТОЛОГИЯ

- Р. В. Капанадзе, Л. А. Хоперия, Л. С. Гегенава, А. И. Гугешашвили, Л. А. Хабази. Изучение нейрогистологических изменений нейронов и их отростков в синусовом узле и состоянии структуры питающей артерии при внезапной сердечной смерти 641

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- Д. Ш. Чангелия. Клинико-иммунологическая характеристика больных нейролюпусом 645

- М. С. Кокичашвили, Е. А. Кутателадзе. Влияние однократной интенсивной физической нагрузки на активность кислых гидралаз в сердечной мышце крыс, не адаптированных и адаптированных к физическим нагрузкам

649

ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

- В. М. Чхиквадзе, Г. А. Зерова. Морфология туловищных позвонков и систематическое положение некоторых гадюковых змей

653

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

- * В. Г. Шенгелиа. К истории вокализма адыгских языков

659

C O N T E N T S

MATHEMATICS

Sh. E. Khmaladze. On one nonlinear problem of gas filtration	468
Ts. E. Dididze. Radicals in automata	472
V. I. Opoitsev, T. A. Khurodze. On the deformational criterion of stability	476
D. A. Pataraya. Duality of K -theory and K -homology for C^* -algebras	480
T. I. Latsabidze. Singular integral operators with complex conjugation on piecewise smooth lines	484
A. B. Kharazishvili. On one approach to some unsolvable relations of the set theory	488
M. G. Muskhelishvili. On the approximation of the solution of the dirichlet problem for the Holmgren-Gellerstedt equation	492
T. A. Chabukiani. One theorem on Boltyanski's invariant	495
G. P. Bareladze. On unconditional convergence of multiple series	499

MECHANICS

G. I. Botsvadze, D. E. Goniashvili. Strong bend of elastic bar with tracking load	504
---	-----

PHYSICS

M. P. Chavleishvili. On the optimality of dispersion inequality for a nucleon Compton-effect	508
G. G. Didebulidze, A. D. Pataraya, R. G. Chanishvili. On the behaviour of the F -layer under the influence of the gravity waves soliton	512
G. T. Adamashvili. The influence of relaxation on acoustic self-induced transparency	516
G. Sh. Kevanishvili, O. G. Ketiladze, M. N. Chikhladze, N. M. Kurdiani. Dispersion properties of a cylindrical waveguide with a dielectric layer	520
J. G. Chigvinadze, T. A. Japiashvili. Investigation of the maximal pinning force in superconducting $NbTa$ alloy monocrystals	524

ASTRONOMY

R. M. Dzigvashvili, T. G. Mdzinarishvili. The construction of confidence intervals in estimation of stellar distances by photometric method	528
---	-----

GEOPHYSICS

T. V. Shulaia. Computer-table method of solving direct problems of gravimetry in regional interpretation	532
G. G. Jashi, N. L. Lekishvili, M. M. Sichinava. Transformation of natural electric fields	535

ANALYTICAL CHEMISTRY

- B. S. Chernyaga, I. Sh. Shatirishvili. Qualimetric models of estimation of the quality of wine production on the basis of data of gas chromatographic analysis 540

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

- P. N. Japaridze, N. D. Kalandadze. Concerning the desulphurization of coal 544

ORGANIC CHEMISTRY

- V. M. Vdovin, M. G. Eremeishvili, D. M. Gabriadze, E. Sh. Finkelshtein, A. Yu. Koshevnik. Interaction of methylenecyclobutane with phenol 548
- G. N. Chachava, R. D. Gigauri, M. M. Ugulava, N. I. Gurgeniidze. Synthesis of diphenylmethylalkyl(aryl) and arsonium diphenylalkyl tetraiodocadmoates 551

PHYSICAL CHEMISTRY

- E. G. Akhalkatsi, I. D. Borinets, G. I. Darchiani, V. A. Dolidze, L. I. Jakobia, I. L. Korin, Z. I. Taliashvili, G. P. Chichua. Ion-selective field-effect transistor with hydrogen function based on nitride membranes 555

ELECTROCHEMISTRY

- G. A. Tsagareli, L. N. Japaridze, Sh. M. Makhataidze. Oxidation of manganese (II) ions on a rotating disk electrode in sodium sulfate solution 560
- V. V. Shavgulidze, P. G. Gogoladze, D. I. Japaridze. Polarographic investigation of chloride and bromide complexes of lead in ethylene glycol 564

PHARMACEUTICAL CHEMISTRY

- Ts. M. Dalakishvili. Fatty acidic composition of lipids from the roots and rhizomes of *Helleborus caucasicus* 567

ECONOMIC GEOGRAPHY

- T. V. Saneblidze. Some regularities in the formation of agrotechnical complexes of the Georgian SSR 571

GEOCHEMISTRY

- N. S. Vardzelashvili, M. S. Kvinikadze, B. A. Alibegashvili, G. M. Benidze, D. G. Nadareishvili, A. L. Khutsaidze. Geochemistry of U, Th, and associated elements of the Lower Jurassic deposits of the southern slope of the Greater Caucasus 576

STRUCTURAL MECHANICS

- G. M. Turashvili. Spatial design of structures for seismic influences using spatial-temporal finite differences scheme 580

- T. D. Shukakidze. Towards the analysis of annular plates with variable stiffness 584
- I. E. Timchenko. Reliability of a large-block building under seismic impact 588

EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

- T. Sh. Elizbarashvili. The initial parameters of reflected and refracted waves arising at a normal incidence of a shock wave front at the interface of two media 592

METALLURGY

- O. B. Nikolaev, A. A. Giginishvili. Use of granulated magnesium in reactor processing of cast iron 596

MACHINE BUILDING SCIENCE

- B. I. Ninoshvili. Some results of an investigation of vibrational transportation of fine-dispersive materials 600
- V. S. Baakashvili, V. N. Kovrov. Prediction of the long-term strength of chaotically reinforced glass-plastics 604

HYDRAULIC ENGINEERING

- T. I. Toloraia, G. K. Chumburidze. Calculation of the lining of the underground pressure conduit of an hydroelectric station, with account of concrete tension 608

AGRICULTURAL CHEMISTRY

- N. V. Egorashvili, M. G. Mindeli, N. E. Azaurashvili. Towards the determination of mobile cobalt in the carbonate soils of Georgia 612

PLANT GROWING

- A. D. Gorgidze, T. S. Girgvliani. Zonal distribution of cereals and leguminous plants in Upper Svaneti 615

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- A. N. Bakuradze, L. N. Gugushvili, M. T. Jafarli. On some complex forms of alimentary behaviour performance in lower monkeys 620

BIOCHEMISTRY

- Nug. N. Nutsubidze, A. A. Mishin, T. V. Rotanova. Inhibition of pancreatic lipase by copper ions 624
- T. A. Jaliashvili, V. M. Zotov, V. P. Demushkin. Chemical characterization of the binding of alpha-and beta-adrenergic receptor areas in rat brain cells 628
- M. D. Dzigua. Study of the anabolic effectiveness of erythroamine- a protein hydrolysate- as a parenteral nitrogen nutrition agent 631

MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

- N. N. Iashvili, I. A. Beradze. The effect of mineral and organic fertilizers of the microbiological regime of the West Caucasian mountain-meadow soil 636

ENTOMOLOGY

- Sh. G. Sichinava, G. Yu. Shengelia. The number of generations and length of life of *Anopheles m. subalpinus* Hackett and Lewis, 1935 in the Kolkheti Lowland 639

CYTOLOGY

- R. V. Kapanadze, L. A. Khoperia, L. S. Gegenava, A. I. Gugeshashvili, L. A. Khabazi. Study of neurohistological changes of neurons and their processes in the sinus node and the structural state of the supplying artery at sudden cardiac death 644

EXPERIMENTAL MEDICINE

- D. Sh. Changelia. Clinico-immunological characteristics of neurolyupus patients 647
 M. S. Kokichashvili, E. A. Kutateladze. Effect of intensive physical exercise on acid hydrolase activity in the heart muscle of rats adapted and non-adapted to physical loads 651

PALAEOBIOLOGY

- V. M. Chkhikvadze, G. A. Zerova. The morphology of thoracal vertebrae and systematic position of some Viperine snakes 656

LINGUISTICS

- V. G. Shengelia. Towards the history of the vocalism of the Adyghe languages 659



Ш. Э. ХМАЛАДЗЕ

ОБ ОДНОЙ НЕЛИНЕЙНОЙ ЗАДАЧЕ ФИЛЬТРАЦИИ ГАЗА

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. Т. Кигурадзе 21.10.1982)

В настоящей работе изучается вопрос существования решения краевой задачи для вырождающегося параболического уравнения

$$u_t - \sum_{i=1}^n D_i (|u|^{1/2} |D_i u|^{-1/2} D_i u) = h(x, t), \quad (1)$$

которое возникает в некоторых процессах фильтрации газа [1].

Уравнения фильтрации газа для более простой модели, когда в коэффициентах при старших производных отсутствует множитель $|D_i u|^{-1/2}$, изучены в [2], где доказывается специальная теорема компактности, позволяющая осуществлять компактное вложение нелинейных множеств в банаховы пространства. Появление в нелинейной эллиптической части уравнения (1) коэффициента, зависящего от производной $D_i u$, не позволяет использовать развитую в [2] технику для доказательства разрешимости. Однако, применяя наряду со специальной теоремой компактности, предложенной в [2], и идею метода монотонности, в работе устанавливается существование обобщенного решения краевой задачи для уравнения (1).

Другой подход для изучения уравнений типа (1), основанный на методе конечных разностей, можно найти в [3].

Постановка задачи. Ограничимся рассмотрением одномерного случая. Пусть $Q = \Omega \times (0, T)$ — цилиндр в пространстве переменных (x, t) с областью $\Omega \in R$; без ограничения общности можно принять $\Omega = (0, 1)$.

Рассмотрим краевую задачу

$$L(u) = u_t - D(A(x, t, u, Du) Du) = h(x, t), \quad (2)$$

$$u(t, 0) = u(t, 1) = 0, \quad (3)$$

$$u(0, x) = 0, \quad x \in \Omega, \quad (4)$$

где $A(x, t, u, Du) = a(x, t) |u|^{1/2} |Du|^{1/2}$, при этом предполагается, что $0 < a_0 \leq a(x, t) \leq a_1$.

Функцию $u(x, t)$ будем называть обобщенным решением (2) — (4), если

1) $D(|u|^{4/3} \text{sign } u) \in L_{3/2}(Q)$,

2) $u|_{\Gamma} = 0$ в среднем.

3) Для любой функции $v(x, t) \in C^1(Q)$ такой, что $v|_{\Gamma} = 0$, $v(0, x) = 0$ справедливо интегральное равенство

895.41

პ. შარაშენიძის ს. ბ. სპ. სსრ
 მეცნიერებათა აკადემიის ბიბლიოთეკა

$$\begin{aligned}
 L(u, v) &= \iint_Q v \frac{\partial u}{\partial t} dx dt + \iint_Q A(x, t, u, Du) Du Dv dx dt = \\
 &= \iint_Q h v dx dt.
 \end{aligned} \tag{5}$$

Замечание. Так как производная Du , вообще говоря, может не существовать, поясним, в каком смысле понимается в (5) член, содержащий производную Du .

Записываем выражение $A(x, t, u, Du) Du$ в виде

$$a(x, t) |u|^{1/2} |Du|^{-1/2} Du = a(x, t) u^{1/3} |u^{1/3} Du|^{-1/2} u^{1/3} Du,$$

с учетом 1), член, содержащий Du , в уравнении (5) можно понимать в смысле

$$A(x, t, u, Du) = \sqrt{\frac{3}{4}} a(x, t) |u|^{1/2} |D(u^{4/3} \text{sign } u)|^{-1/2} D(u^{4/3} \text{sign } u).$$

Имеет место

Теорема 1. Краевая задача (2)—(4) имеет по крайней мере одно обобщенное решение $u(x, t) \in L_2(0, T; C(\Omega))$, $u_t(x, t) \in L_2(Q)$, $D(|u|^{4/3} \text{sign } u) \in L_{3/2}(Q)$.

Доказательство проводится методом эллиптической регуляризации. Рассматривается вспомогательная эллиптическая задача, содержащая малый параметр $\varepsilon > 0$:

$$-\varepsilon \frac{\partial^2 u^\varepsilon}{\partial t^2} + \frac{\partial u^\varepsilon}{\partial t} - D(A(x, t, u^\varepsilon, Du^\varepsilon) Du^\varepsilon) = h(x, t), \tag{6}$$

$$u^\varepsilon(t, 0) = u^\varepsilon(t, 1) = 0, \tag{7}$$

$$u^\varepsilon(x, 0) = 0, \quad \frac{\partial u^\varepsilon}{\partial t}(x, T) = 0. \tag{8}$$

Теорема 2. Существует обобщенное решение задачи (6)—(8)

$$u^\varepsilon(x, t) \in L(0, T; C), \quad u_t^\varepsilon \in L_2(Q), \quad D(|u^\varepsilon|^{4/3} \text{sign } u^\varepsilon) \in L_{3/2}(Q).$$

Обобщенное решение (6)—(8) понимается в том же смысле, что и решение основной задачи с соответствующим изменением в интегральном равенстве (5).

Теорема 2 доказывается методом Галеркина. Разрешимость системы для галеркинских приближений u_k^ε и необходимая априорная оценка

$$\varepsilon \iint_Q \left(\frac{\partial u_k^\varepsilon}{\partial t} \right)^2 dx dt + a_0 \iint_Q |u_k^\varepsilon|^{1/2} |Du_k^\varepsilon|^{3/2} dx dt \leq K \tag{9}$$

следуют из энергетического неравенства

$$\begin{aligned}
 \varepsilon \iint_Q \left(\frac{\partial u_k^\varepsilon}{\partial t} \right)^2 dx dt + \iint_Q \frac{\partial u_k^\varepsilon}{\partial t} u_k^\varepsilon dx dt + \iint_Q A(x, t, u_k^\varepsilon, Du_k^\varepsilon) (Du_k^\varepsilon)^2 dx dt &\geq \\
 &\geq \frac{\varepsilon}{2} \iint_Q \left(\frac{\partial u_k^\varepsilon}{\partial t} \right)^2 dx dt + \frac{a_0}{2} \iint_Q |u_k^\varepsilon|^{1/2} |Du_k^\varepsilon|^{3/2} dx dt.
 \end{aligned}$$

Применяя априорную оценку (9) и теорему о компактном вложении нелинейных множеств [2], устанавливается существование подпоследовательности $u_k^\varepsilon(x, t)$, сходящейся в $L_2(0, T; C)$ к некоторой функции $u^\varepsilon(x, t)$, которая и является решением (6) — (8). Для предельного перехода в интегральном тождестве используется модификация метода монотонности, выделяя в нелинейном члене монотонную часть. Чтобы осуществить предельный переход в регуляризованном уравнении при $\varepsilon \rightarrow 0$, наряду с априорной оценкой

$$\varepsilon \|u_i^\varepsilon\|_{L_2(Q)} + \alpha_0 \iint_Q |u^\varepsilon|^{1/2} |Du^\varepsilon|^{3/2} dx dt < K$$

требуется и равномерная оценка производных u_i^ε . Для этого (6) — (8) рассматривается как абстрактная задача в банаховом пространстве [4]

$$-\varepsilon \frac{d^2 u^\varepsilon}{dt^2} + \frac{du^\varepsilon}{dt} = g^\varepsilon(t), \quad (10)$$

$$u^\varepsilon = 0, \quad u_i^\varepsilon(T) = 0,$$

где $g^\varepsilon(t) \in L_2(0, T; W_2^{(-1)}(\Omega))$, существование следа $u_i^\varepsilon(T)$ следует из справедливости включения

$$\frac{\partial^2 u^\varepsilon}{\partial t^2} \in L_2(Q) + L_2(0, T; W_2^{(-1)}(\Omega)).$$

Из задачи (10) можно установить [4], что $u_i^\varepsilon \in L_2(0, T; W_2^{(-1)}(\Omega))$ и пробегает в нем ограниченное множество при $\varepsilon \rightarrow 0$, т. е.

$$\|u_i^\varepsilon\|_{L_2(0, T; W_2^{(-1)}(\Omega))} \leq K.$$

Далее, с помощью теоремы компактности доказывается существование подпоследовательности $u^n(x, t)$, сходящейся в $L_2(0, T; C)$ к искомого решению $u(x, t)$.

Предельный переход в члене, содержащем $\eta \rightarrow 0$, легко осуществить в силу неравенства

$$\sqrt{\eta} \|u_i^n\|_{L_2(Q)} \leq K.$$

В члене, содержащем нелинейность, предельный переход производится аналогично тому, как это делается для галеркинских приближений регуляризованного уравнения.

Тбилисский государственный университет

Институт прикладной математики

им. И. Н. Векуа

(Поступило 22.10.1982)

შ. ხმალადე

გაზის ფილტრაციის ერთი არაწრფივი ამოცანის შესახებ

რეზიუმე

გაზის ფილტრაციის ერთი არაწრფივი ამოცანის ამოხსნისათვის დამტკიცებულია არსებობის თეორემა.

MATHEMATICS

Sh. E. KHMALADZE

ON ONE NONLINEAR PROBLEM OF GAS FILTRATION

Summary

The existence of a solution of a nonlinear equation of gas flow is proved.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Г. Сухарев, Е. Р. Ставровский. Оптимизация систем транспорта газа. М., 1975.
2. Ю. А. Дубинский. Матем. сб., 67(109), № 4, 1965, 609—642.
3. Р. А. Raviart. J. Functional Analysis. 5 (1970), 299-328.
4. Ю. А. Дубинский. Сб. «Современные проблемы математики», т. 9, 1976, 5—135.

Ц. Е. ДИДИДЗЕ

РАДИКАЛЫ В АВТОМАТАХ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 28.12.1982)

В категории Φ_1 линейных автоматов (а также полугрупповых автоматов Мили) с фиксированной входной полугруппой Γ^* вводятся понятия радикальных функций $R[\Phi_1 \rightarrow \Phi_2]$ относительно подкатегории Φ_2 . Показано, что задание (наследственного) радикала $R[\Phi_1 \rightarrow \Phi_2]$ идентично заданию соответствующего радикального класса в Φ_2 . В случае категории M_0 линейных над коммутативным кольцом K моноидных автоматов выделены две подкатегории в M_0 и описаны произвольные наследственные радикальные классы в этих подкатегориях, а затем—в категории M_0 , радикальными фильтрами кольца K и моноидной алгебры.

Связью классов алгебраических объектов с функциями, определенными на классах, интересовались различные авторы [1—4]. Рассматривались также взаимоотношения между классами модулей над кольцом и множествами идеалов кольца [3, 5, 6].

Пусть (Ω) — категория универсальных алгебр с фиксированной областью операторов, Γ^* — произвольная полугруппа.

$\Gamma^*(\Omega)$ -автомат—это многоосновная алгебра [7] (A, Γ^*, B) с тремя множествами A (состояний), Γ^* (входов), B (выходов) и двумя операциями $\circ: A \times \Gamma^* \rightarrow A$, $*$: $A \times \Gamma^* \rightarrow B$, где $A, B \in \text{Об}(\Omega)$, а отображения $a \rightarrow a \circ \gamma$, $a \rightarrow a * \gamma$ — гомоморфизмы (Ω) -алгебр, удовлетворяющие условиям $a \circ \gamma \gamma' = (a \circ \gamma) \circ \gamma'$, $a * \gamma \gamma' = (a \circ \gamma) * \gamma'$, $\forall a \in A, \forall \gamma, \gamma' \in \Gamma^*$.

Всюду ниже K — коммутативное кольцо с единицей, \mathcal{K} — категория модулей над K , Γ — моноид, $K\Gamma$ — моноидная алгебра моноида Γ над K .

$\Gamma^*(\Omega)$ -автомат (A, Γ^*, B) будем называть линейным или $\Gamma^*(\Delta)$ -автоматом, если $(\Omega) = (\Delta)$ — категория операторных абелевых групп, — Γ^*S -автоматом, если S — категория множеств (в этом случае имеется полугрупповой автомат Мили), линейным над K моноидным автоматом или ΓK -автоматом, если $(\Omega) = \mathcal{K}$, $\Gamma^* = \Gamma$ и $a \circ 1 = a$, $\forall a \in A$ и единичного элемента $1 \in \Gamma^*$.

Пусть Φ — категория всех $\Gamma^*(\Delta)$ -автоматов (Γ^*S -автоматов) с фиксированной полугруппой Γ^* и тождественными на Γ^* гомоморфизмами в качестве морфизмов, X — подкласс в $\text{Об} \Phi$. (Условимся, что все рассматриваемые нами классы абстрактные). Φ -замкнутость или T -замкнутость класса X означают, что X содержит соответственно все Φ -эпиморфные образы автоматов из X и все Φ -автоматы, порожденные некоторыми автоматами из X . Пусть теперь Φ' — некоторая подкатегория в Φ и класс $X \subseteq \text{Об} \Phi'$. $S[\Phi']$ -замкнутость класса X означает, что X содержит все Φ' -подавтоматы автоматов из X .



Мы скажем, что упорядоченная пара (Φ_1, Φ_2) категорий Φ_1 и Φ_2 удовлетворяет условию 1 в Φ , если

1. Φ_1 и Φ_2 —полные подкатегории в Φ , Φ_1 —многообразие, Φ_2 —подкатегория в Φ_1 и Об Φ_2 Q -замкнутый и T -замкнутый класс.

Определение 1. Пусть упорядоченная пара (Φ_1, Φ_2) категорий Φ_1 и Φ_2 удовлетворяет условию 1 в Φ . Функцию R назовем радикалом или наследственным радикалом категории Φ_1 относительно подкатегории Φ_2 и обозначим также через $R[\Phi_1 \rightarrow \Phi_2]$, если она для любых $A, A_1, A_2 \in \text{Об } \Phi_1$ удовлетворяет следующим условиям: 1, 2, 3, 4 или 1, 2, 5, соответственно: 1. $R(A) \in \text{Об } \Phi_2$, $R(A) \subseteq A$. 2. $R(A)^\varphi \subseteq R(A^\varphi)$, $\forall \varphi \in \text{Arr } \Phi$. 3. $R(R(A)) = R(A)$. 4. $A_1 \subseteq A_2 \Rightarrow R(A_1) \subseteq R(A_2)$. 5. $A_1 \subseteq A_2 \Rightarrow R(A_1) = \Sigma_a \{A^a \in \text{Об } \Phi_2 \mid A^a \subseteq R(A_2) \cap A_1\}$.

Отметим, что радикал $R[\Phi_1 \rightarrow \Phi_1]$ является аналогом радикала в модулях [3], а наследственный радикал $R[\Phi_1 \rightarrow \Phi_1]$ —аналогом наследственного радикала в модулях [3] или в терминологии Маранды прерадикала с кручением [5].

Определение 2. Пусть Φ' —полная подкатегория в Φ и Об Φ' — Q -замкнутый и T -замкнутый класс. Класс $X \subseteq \text{Об } \Phi'$ назовем радикальным в Φ' , если он замкнут относительно операторов Q и T . Радикальный класс в Φ' назовем наследственным радикальным классом в Φ' , если он $S[\Phi']$ -замкнут.

Теорема 1. Пусть упорядоченная пара (Φ_1, Φ_2) категорий Φ_1 и Φ_2 удовлетворяет условию 1 в Φ и $\xi R = \{A \in \text{Об } \Phi_1 \mid R(A) = A\}$, для любого радикала $R = R[\Phi_1 \rightarrow \Phi_2]$ и $(\eta X)(A) = \Sigma_a \{A^a \subseteq A \mid A^a \in X\}$, для любых $A \in \text{Об } \Phi_1$ и радикального класса X в Φ_2 . Тогда функции ξ , η и их соответствующие ограничения осуществляют взаимно однозначные отображения между классами (наследственных) радикалов категории Φ_1 относительно подкатегории Φ_2 и (наследственных) радикальных классов в Φ_2 . Причем ξ и η взаимнообратны.

Всюду ниже M_0 —категория всех ГК-автоматов с фиксированным моноидом Γ и тождественными на Γ гомоморфизмами в качестве морфизмов.

Отметим, что в автомате $(A, \Gamma, B) \in \text{Об } M_0$ на A естественным образом действует моноидная алгебра $K\Gamma$.

Определение 3. Аннулятором в $K\Gamma$ состояния a ГК-автомата (A, Γ, B) назовем пару (U_a, V_a) , где $U_a \equiv \{u \in K\Gamma \mid a \circ u = 0\}$ и $V_a \equiv \{v \in K\Gamma \mid a * v = 0\}$.

Определение 4. Гармоничной парой алгебры $K\Gamma$ назовем пару (U, V) , где U —правый идеал и V —подмодуль в $K\Gamma$, удовлетворяющие условию $U \subseteq V$.

Обозначим через $H(K\Gamma)$ множество всех гармоничных пар алгебры $K\Gamma$, а через $(K\Gamma, \Gamma, K\Gamma)$ —ГК-автомат, в котором операции \circ и $*$ определены по закону умножения в $K\Gamma$.

Введем операторы s, q, d : $sL \equiv \{(U_{\bar{a}}, V_{\bar{a}}) \mid \exists (U', V') \in L: \bar{a}$ состояние автомата $(K\Gamma/U', \Gamma, K\Gamma/V')\}$, $qL \equiv \{(U, V) \in H(K\Gamma) \mid \exists (U_1, V_1) \in L: (U_1, V_1) \leq (U, V)\}$, (запись $(U_1, V_1) \leq (U, V)$, означает, что $U_1 \subseteq U$, $V_1 \subseteq V$), $dL \equiv \{(U, V) \in H(K\Gamma) \mid \exists (U_i, V_i) \in L, i = 1, 2, \dots, n: (\bigcap_{i=1}^n U_i, \bigcap_{i=1}^n V_i) = (U, V)\}$, $\forall L \subseteq H(K\Gamma)$.

Определение 5. Множество $L \subseteq H(K\Gamma)$ назовем радикальным фильтром в $K\Gamma$, если оно замкнуто относительно операторов s, q и d .

Множество всех радикальных фильтров в $K\Gamma$ обозначим через $\mathfrak{F}(K\Gamma)$.

Пусть M_1 и M_2 — полные подкатегории в M_0 , объектами которых являются соответственно все автоматы $(A, \Gamma, B) \in M_0$, удовлетворяющие условию $A * \Gamma = B$ и все автоматы вида $(0, \Gamma, B) \in M_0$. Очевидно, упорядоченные пары (M_0, M_i) , $i=0, 1, 2$, удовлетворяют условию I в M_0 .

Класс всех наследственных радикальных классов в M_i обозначим через $\mathcal{E}(M_i)$, $i=0, 1, 2$.

Теорема 2. Пусть M_1 — вышеопределенная подкатегория в M_0 . Функции f_1 и g_1 , где $f_1(X) \equiv \{(U, V) \in H(K\Gamma) \mid K\Gamma/U, \Gamma, K\Gamma/V \in X\}$, $\forall X \in \mathcal{E}(M_1)$ и $g_1(L) \equiv \{(A, \Gamma, B) \in M_1 \mid (U_a, V_a) \in L, \forall a \in A\}$, $\forall L \in \mathfrak{F}(K\Gamma)$, взаимобратны и осуществляют взаимнооднозначные отображения между классами наследственных радикальных классов в M_1 и радикальных фильтров в $K\Gamma$.

Определение 6. Множество идеалов кольца K называется радикальным фильтром [3] в K , если оно замкнуто относительно пересечения каждого конечного числа идеалов и вместе с произвольным идеалом ω содержит любой идеал ω' удовлетворяющий условию $\omega' \supset \omega$.

Множество радикальных фильтров в K обозначим через $\mathfrak{F}(K)$.

Теорема 3. Пусть M_2 — вышеопределенная подкатегория в M_0 . Функции f_2 и g_2 , где $f_2(X) \equiv \{\omega - \text{идеал в } K \mid K/\omega \in X\}$, $\forall X \in \mathcal{E}(M_2)$ и $g_2(L) \equiv \{(0, \Gamma, B) \in M_2 \mid A_{nn}b \in L, \forall b \in B\}$, $\forall L \in \mathfrak{F}(K)$, взаимобратны и осуществляют взаимнооднозначные отображения между классами наследственных радикальных классов в M_2 и радикальных фильтров в кольце K .

Определение 7. Пусть L' и L'' — радикальные фильтры в алгебре $K\Gamma$ и кольце K соответственно и $L'_e \equiv \{V \in K \mid \exists U: (U, V) \in L'\}$. Пару (L', L'') назовем согласованной парой радикальных фильтров L' и L'' , если $\forall V \in L'$ имеет место $A_{nn}x \in L''$, $\forall x \in K\Gamma/V$.

Теорема 4. Пусть $f_i, g_i, i=1, 2$, функции, фигурирующие в теоремах 2 и 3, и $\forall X \in \mathcal{E}(M_0)$ через \bar{X} или \underline{X} обозначен наибольший наследственный радикальный подкласс класса X , принадлежащий к M_1 или M_2 , соответственно. Пусть далее $f(X) = (f_1(\bar{X}), f_2(\underline{X}))$, $\forall X \in \mathcal{E}(M_0)$ и $g(L', L'') = \Sigma_\alpha \{X^\alpha \mid X^\alpha \in g_1(L') \cup g_2(L'')\}$, для любой согласованной пары (L', L'') радикальных фильтров $L' \in \mathfrak{F}(K\Gamma)$ и $L'' \in \mathfrak{F}(K)$. Тогда функции f и g взаимобратны и осуществляют взаимнооднозначные отображения между классами наследственных радикальных классов в M_0 и согласованных пар (L', L'') радикальных фильтров L' и L'' .

Академия наук Грузинской ССР

Вычислительный центр

им. Н. И. Мухелишвили

ც. დიდიძე

რადიკალები ავტომატებში

რეზიუმე

წრფივ ავტომატთა და აგრეთვე მილის ნახევარჯგუფურ ავტომატთა კატეგორიებში, რომელთა ობიექტებს ფიქსირებული შესასვლელი ნახევარჯგუფი აქვთ, შემოტანილია რადიკალური ფუნქციების ცნებანი ქვეკატეგორიების მიმართ. M_0 კატეგორიისათვის, რომლის ობიექტები მონოიდური წრფივი ავტომატებია K კომუტაციურ რგოლზე ერთეულით, გამოყოფილია ორი ქვეკატეგორია M_1 და M_2 და აღწერილია მემკვიდრეობითი რადიკალები M_0 კატეგორიაში M_i , $i=0,1,2$, ქვეკატეგორიების მიმართ K რგოლისა და მონოიდური ალგებრის რადიკალური ფილტრების საშუალებით.

MATHEMATICS

Ts. E. DIDIDZE

RADICALS IN AUTOMATA

Summary

In categories of linear automata and semi-group Mealy automata with a fixed input semi-group, the notion of radicals with respect to a subcategory is introduced. In the case of the category M_0 , the objects of which are linear over a commutative ring K monoid automata, two subcategories M_1 and M_2 are chosen, and hereditary radicals in the category M_0 with respect to the subcategories M_i , $i=0, 1, 2$ are described by means of radical filters of the ring K and monoid algebra.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Г. Курош. Матем. сб., 33, № 1, 1953.
2. R. Vaer. Coll. Math., XIV, 1966.
3. Б. И. Плоткин. ЛМЕ, 10, Рига, 1972.
4. Ц. Е. Дидиძე. Труды Выч. центра АН ГССР. XV, 1, 1975.
5. J. M. Maganda. Trans. Amer. Math. Soc., 110, 1964.
6. А. П. Мишина, Л. А. Скорняков. Абелевы группы и модули. М., 1969.
7. P. J. Higgins. Math. Nachr., 27, № 1-2, 1963.



В. И. ОПОЙЦЕВ, Т. А. ХУРОДЗЕ

ДЕФОРМАЦИОННЫЕ КРИТЕРИИ УСТОЙЧИВОСТИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Гегелия 9.12.1982)

Ниже рассматриваются автономные системы дифференциальных уравнений вида

$$\frac{dx}{dt} = F(x), \quad x = \{x_1, \dots, x_n\} \in R^n \quad (1)$$

с гладкой правой частью

$$F = \{f_1, \dots, f_n\}.$$

Предполагается, что $x^* = 0$ является изолированным положением равновесия системы (1), т. е. $F(0) = 0$.

1. Системы

$$\frac{dx}{dt} = F_0(x), \quad \frac{dx}{dt} = F_1(x) \quad (2)$$

назовем гомотопными (в окрестности нуля), если существует дифференциальное уравнение

$$\frac{dx}{dt} = H(x, \lambda) \quad (3)$$

с непрерывной правой частью H на $R^n \times [0, 1]$, причем $H(\cdot, \lambda)$ в некотором шаре $\|x\| \leq r$ при любом фиксированном $\lambda \in [0, 1]$ имеет единственное положение равновесия $x^* = 0$ и

$$H(x, 0) \equiv F_0(x), \quad H(x, 1) \equiv F_1(x) \quad (\|x\| \leq r).$$

2. С помощью гомотопического перехода H правую часть F_0 часто можно деформировать в существенно более простое (с точки зрения изучения) отображение F_1 . Поэтому естественно задаться вопросом об общности характеристик гомотопных систем дифференциальных уравнений. Интересные результаты в этом направлении получили Н. А. Бобылев и М. А. Красносельский [1], но эти результаты негативного характера. В [1] показано, что даже такие «близкие» системы, как система с устойчивым равновесием и система с асимптотическим устойчивым равновесием могут быть не гомотопными. В то же время очевидно, что системы весьма «далекие» друг от друга по динамическим характеристикам могут быть гомотопными, например, $x = x$ и $x = -x$ в четномерном пространстве.

Тем не менее, можно ожидать, что при некоторых сужениях класса рассматриваемых динамических систем определенные динами-



ческие свойства будут сохраняться при деформациях. Далее изучаются условия, в которых гомотопический переход сохраняет свойство асимптотической устойчивости равновесия. Важный результат в этом направлении получил Н. А. Бобылев [2], установивший сохранение асимптотической устойчивости при деформациях градиентных систем.

3. Пусть S обозначает класс всех внедиагонально монотонных [3] в окрестности нуля отображений, т. е. отображений F , удовлетворяющих условию

$$\frac{\partial f_i(x)}{\partial x_j} > 0, \quad i \neq j, \quad \|x\| \leq r. \quad (4)$$

Теорема 1. *Если гомотопия $H(\cdot, \lambda)$ внедиагонально монотонна при любом $\lambda \in [0, 1]$, то свойство асимптотической устойчивости равновесия сохраняется при деформации.*

Доказательство. Пусть R^n полуупорядочено неотрицательным ортантом R_+^n . Известно (см., например, [3]), что внедиагональная монотонность правой части дифференциального уравнения влечет за собой обычную монотонность оператора сдвига по траекториям этого дифференциального уравнения. Отсюда, в свою очередь, легко следует, что необходимым и достаточным условием асимптотической устойчивости нулевого равновесия дифференциального уравнения с правой частью из S является следующее условие A : существуют точка $y \in \text{int} R_+^n$, идущая под действием оператора сдвига назад, и точка $z \in \text{int} R_-^n$, идущая под действием оператора сдвига вперед. Достаточность очевидна [3], необходимость вытекает из принципа Браудера [4] и рассуждений, аналогичных тем, которые будут использованы ниже. Таким образом, для доказательства теоремы достаточно установить инвариантность условия A по отношению к деформациям в классе S .

Отметим сначала, что деформация в классе S сохраняет K -индекс [5], причем для асимптотически устойчивого равновесия системы $\dot{x} = F(x)$

$$\text{ind}(-F, 0) = 1. \quad (5)$$

Из (5) следует, что отображение $-F(x)$ не может "выпускать направление" [5], т. е. для любого $h \in R_+^n$ можно указать такую точку $x \in R_+^n$, что $-F(x) = h$. Если взять $h \in \text{int} R_+^n$, то из (4) вытекает, что точка x , в которой $F(x) = -h$, также принадлежит внутренности неотрицательного ортанта. Но

$$F(x) = -h, \quad h \in \text{int} R_+^n$$

означает, что точка $x \in \text{int} R_+^n$ под действием оператора сдвига идет назад. Наличие точки $x \in \text{int} R_-^n$, идущей под действием оператора сдвига вперед, устанавливается аналогично. Теорема доказана.

4. Как уже отмечалось, для асимптотической устойчивости нулевого равновесия дифференциального уравнения с правой частью из класса S необходима и достаточна справедливость условия A . Последнее, в свою очередь, равносильно одновременному выполнению требования (5) в R_+^n и R_-^n . Но (5) в R_+^n (R_-^n) означает [5], что существует

невырожденная гомотопия $H(\cdot, \lambda) \in S$, определенная на $R_+^n (R^n)$. Таким образом, теорему 1 можно усилить, предполагая, что гомотопия $H(\cdot, \lambda) \in S$ определена лишь на R_+^n и R_-^n . Более того, в этом случае становится очевидным, что теорема 1 верна в обратном направлении, т. е. ее предположения имеют характер необходимых и достаточных условий.

Теорема 1 допускает обобщение еще в одном направлении. Ее доказательство можно переделать, полностью переходя на язык операторов сдвига по траекториям изучаемых дифференциальных уравнений. При этом существенной оказывается лишь монотонность операторов сдвига, причем R_+^n можно заменить произвольным телесным конусом K .

Проведем некоторые приготовления для формулировки результата, отражающего указанные обобщения. Пусть K обозначает некоторый телесный конус в R^n . Через $S(K)$ обозначим множество систем (1) (отображений F), таких, что оператор сдвига по траекториям (1) монотонен (по конусу K)¹. Две системы из $S(K)$ назовем S -гомотопными (в окрестности нуля), если существует связывающая их деформация $H(\cdot, \lambda)$, определенная и невырожденная на пересечении некоторой окрестности нуля с множеством $\{-K \cup K\} \setminus \{0\}$ и удовлетворяющая следующему требованию: оператор сдвига по траекториям (3) при любом $\lambda \in [0, 1]$ определен и монотонен (по K) на $\{-K \cup K\}$.

Теорема 2. Пусть система (1) из $S(K)$ имеет асимптотически устойчивое положение равновесия $x^* = 0$. Для того чтобы положение равновесия $x^*(0)$ системы $\dot{x} = G(x)$ из $S(K)$ было асимптотически устойчивым, необходимо и достаточно, чтобы эта система была S -гомотопна системе (1).

5. При изучении гетеротонных систем [3] каждой системе (1) стандартным образом сопоставляется сопутствующая система дифференциальных уравнений

$$\frac{dv}{dt} = \widehat{F}(v, w), \quad \frac{dw}{dt} = \widehat{F}(w, v). \quad (6)$$

При этом из асимптотической устойчивости нулевого равновесия системы (6) вытекает асимптотическая устойчивость нулевого равновесия (1) (но не наоборот). В то же время по определению гетеротонных систем [3] система (6) принадлежит некоторому классу $S(K)$ в пространстве R^{2n} . Это дает возможность при изучении асимптотической устойчивости гетеротонных систем использовать теоремы 1, 2. Формулировка соответствующих результатов здесь очевидна.

Академия наук СССР
Институт проблем управления

Тбилисский государственный
университет

(Поступило 24.12.1983)

¹ Для гладких отображений $F(x)$ это равносильно требованию, чтобы оператор $-F_x'(x)$ был K -отображением [5].

3. ოპოიცევი, თ. ხუროძე

მდგრადობის დეფორმაციული კრიტერიუმები

რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია სპეციალური სახის დიფერენციალურ განტოლებათა ავტონომიური სისტემები. შესწავლილია პირობები, რომლებშიც ჰომოტოპიური გადასვლა ინარჩუნებს წონასწორობის ასიმპტოტურ მდგრადობის თვისებას.

MATHEMATICS

V. I. OPOITSEV, T. A. KHURDZE

ON THE DEFORMATIONAL CRITERION OF STABILITY

Summary

Special kinds of autonomic systems of differential equations are considered. The conditions are studied in which the property of the balance of asymptotic stability remains in homotopic transition.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. А. Бобылев, М. А. Красносельский. Автоматика и телемеханика, № 7, 28—32.
2. Н. А. Бобылев. Автоматика и телемеханика, № 8, 1980, 33—35.
3. В. И. Опойцев. Равновесие и устойчивость в моделях коллективного поведения. М., 1977.
4. М. А. Красносельский, П. П. Забрейко. Геометрические методы нелинейного анализа. М., 1975.
5. В. И. Опойцев. Автоматика и телемеханика, № 3, 1979, 85—95.



Д. А. ПАТАРАЯ

ДВОЙСТВЕННОСТЬ K -ТЕОРИИ С K -ГОМОЛОГИЕЙ
 ДЛЯ C^* -АЛГЕБР

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 20.1.1983)

В работе Баума и Дугласа [1] для поля комплексных чисел получены следующие изоморфизмы:

$$\begin{array}{ccc}
 & K^i(T^*M) & \\
 c \swarrow & & \searrow p \\
 K_i^t(M) & \xrightarrow{\quad\quad\quad} & K_i^a(M) \quad i=0, 1,
 \end{array}$$

где M — гладкое компактное многообразие без края; T^*M — кокасательное расслоение на M ; K_i^t и K_i^a — соответственно топологические и аналитические K -когомологии [1].

Наша цель — обобщить эти результаты для C^* алгебр, из которых будет следовать известная теорема индекса Атьи—Зингера для C^* алгебр [2]. В этой статье доказывается следующий изоморфизм: $p_B^i: K_B^i(T^*M) \rightarrow K_i K(M, B)$ — обобщающий изоморфизм p , где $K_i K(M, B)$ — операторный K -функтор [3], B — C^* алгебра с единицей, а K_B^i — топологический K -функтор [3, 4] с коэффициентами в C^* -алгебре B . Нам понадобятся построения вспомогательных групп: $K(A, B)$, $L_B(X, Y)$ и $R_B(M)$, естественно изоморфных соответственно группам $KK(A, B)$, $K_B^0(X, Y)$ и $K_B^1(T^*M)$.

1. Построение группы $K(A, B)$. Пусть A — ядерная сепарабельная C^* -алгебра, B — C^* алгебра с единицей. Обозначим через $\mathcal{E}(A, B)$ множество всех пятерок вида $(H_B^0, \varphi_0, H_B^1, \varphi_1, F)$, где H_B^0 и H_B^1 — сепарабельные гильбертовы пространства над B [3], φ_0 и φ_1 — гомоморфизмы алгебры A в $\mathcal{L}(H_B^0)$ и $\mathcal{L}(H_B^1)$ соответственно, а F — фредгольмов оператор над B между H_B^0 и H_B^1 [2], такой, что $F\varphi_0(a) - \varphi_1(a)F$ — компактно над B [2]. Суммой пятерок $(H_B^0, \varphi_0, H_B^1, \varphi_1, F)$ и $(H_B^0', \varphi_0', H_B^1', \varphi_1', F')$ назовем пятерку $(H_B^0 \oplus H_B^0', \varphi_0 \oplus \varphi_0', H_B^1 \oplus H_B^1', \varphi_1 \oplus \varphi_1', F \oplus F')$.

Пусть $D(A, B)$ — множество всех пятерок вида $(H_B, \varphi, H_B, \varphi, 1)$. Рассмотрим на $E(A, B)$ отношение эквивалентности, порожденное следующими отношениями:

- а) Если $(H_B^0, \varphi_0, H_B^1, \varphi_1, F)$ и $(H_B^0', \varphi_0', H_B^1', \varphi_1', F')$ унитарно эквивалентны, то они эквивалентны.
- б) Пятерки $(H_B, \varphi, H_B, \varphi, F)$ и $(H_B, \varphi', H_B, \varphi', F')$ называются эквивалентными, если операторы $\varphi(a) - \varphi'(a)$ и $U - U'$ — компактны над B для каждого $a \in A$, где U и U' — изометрические части полярного разложения соответственно F и F' .
- в) Если $\sigma \in \mathcal{E}(A, B)$ и $\sigma' \in D(A, B)$, то $\sigma \oplus \sigma'$ и σ эквивалентны.



Множество классов эквивалентностей в $\mathcal{E}(A, B)$ обозначим через $\bar{\mathcal{E}}(A, B)$, а образ $D(A, B)$ в $\bar{\mathcal{E}}(A, B)$ —через $\bar{D}(A, B)$. Пусть $K(A, B)$ —фактор-полугруппа $\bar{\mathcal{E}}(A, B)/\bar{D}(A, B)$. Тогда $K(A, B)$ —абелева группа.

2. Фунториальный изоморфизм $f: K(A, B) \rightarrow K_0K(A, B)$. Построим гомоморфизм f следующим образом: Пусть $\xi \in K(A, B)$ и пятерка $(H_B^0, \varphi_0, H_B^1, \varphi_1, F)$ —представитель элемента ξ . Пусть H_B —градуированное пространство $(H_B)^0 = H_B^0, (H_B)^1 = H_B^1$.

Обозначим эту градуировку через ε . Пусть φ —градуированный *-гомоморфизм между A и $\mathcal{L}(H_B)$, $\varphi = \varphi_0 \oplus \varphi_1$, а T —оператор степени I в $\mathcal{L}(H_B)$, который в разложении $H_B^0 \oplus H_B^1$ записывается в виде $T = \begin{pmatrix} 0, & U \\ U^*, & 0 \end{pmatrix}$, где U —изометрическая часть полярного разложения F . Определим $f(\xi)$ как класс тройки $(\varepsilon, \varphi, T)$ в $K_0K(A, B)$. Тогда f является фунториальным изоморфизмом между $K(A, B)$ и $K_0K(A, B)$.

Нам понадобится топологическая K -теория с коэффициентами в C^* алгебре с единицей. Рассмотрим категорию $\mathcal{E}_B(X)$ векторных B -расслоений над X [2], которая эквивалентна категории $\mathcal{E}_{pr}(C(X, B))$ -проективных модулей над $C(X, B)$. ($C(X, B)$ — C^* -алгебра непрерывных отображений из X в B). Тогда $K_B^i(X) = |K^i(C(X, B))$. Соответствующие относительные группы обозначим через $K_B^i(X, Y)$, где Y —замкнутое подпространство в X [2].

3. Определение функтора $L_B(X, Y)$. Пусть $E_B(X, Y)$ —множество троек вида (E_1, σ, E_2) , где E_1 и E_2 — B расслоение над X , а σ —изоморфизм этих расслоений над Y . Сумму троек (E_1, σ, E_2) и (E'_1, σ', E'_2) определим по [формуле] $(E_1, \sigma, E_2) \oplus (E'_1, \sigma', E'_2) = (E_1 \oplus E'_1, \sigma \oplus \sigma', E_2 \oplus E'_2)$. Обозначим через $D_B(X, Y)$ множество таких троек (E_1, σ, E_2) , для которых σ продолжается до изоморфизма над X . Рассмотрим в $E_B(X, Y)$ отношение эквивалентности, порожденное следующими отношениями:

а) (E_1, σ, E_2) и (E'_1, σ', E'_2) называются эквивалентными, если существуют тройки (E_1, δ_1, E'_1) и (E_2, δ_2, E'_2) из $D_B(X, Y)$ такие, что $(\sigma' \circ \delta_1)|_Y = (\delta_2 \circ \sigma)|_Y$.

б) Если $\alpha \in E_B^{\#}(X, Y)$ и $\alpha' \in D_B(X, Y)$, то тройка $\alpha \oplus \alpha'$ эквивалентна α .

Пусть $\bar{E}_B(X, Y)$ —множество классов эквивалентных троек, а $\bar{D}_B(X, Y)$ —образ $D_B(X, Y)$ в $\bar{E}_B(X, Y)$. Определим $L_B(X, Y)$ как фактор-полугруппу $\bar{E}_B(X, Y)/\bar{D}_B(X, Y)$.

4. Фунториальный изоморфизм $\chi: L_B(X, Y) \rightarrow K_B^0(X, Y)$. Построим гомоморфизм χ . Пусть η —элемент из $L_B(X, Y)$, тройка (E_1, σ, E_2) —представитель из η . Тогда определим $\chi(\eta)$ как класс тройки (E_1, σ, E_2) в $K_B^0(X, Y)$. χ является фунториальным изоморфизмом.

5. Построение группы $R_B(M)$. Пусть M —гладкое компактное многообразие без края, T^*M —кокасательное расслоение над M , B^*M, S^*M —кокасательные расслоения единичных шаров и сфер, соответственно. π_B и π_S являются проекциями $\pi_B: B^*M \rightarrow M, \pi_S: S^*M \rightarrow M$. Пусть $P_B(M)$ —множество пар вида (E, σ) , где E — B -расслоение над M , а σ —самосопряженный автоморфизм над π_S^*E . Сумму пар (E, σ) и (E', σ') в $P_B(M)$ определим по формуле $(E, \sigma) \oplus (E', \sigma') = (E \oplus E', \sigma \oplus \sigma')$. Обозначим через $Q_B(M)$ множество таких пар (E, σ) , что σ —положительный

или отрицательный автоморфизм. Рассмотрим в $P_B(M)$ отношение эквивалентности, порожденное следующими отношениями:

а) (E, σ) и (E', σ') пары называются эквивалентными, если существует унитарный морфизм в расслоении $\delta: \pi_S^* E \rightarrow \pi_S^* E'$ такой, что $\sigma \circ \delta = \delta \circ \sigma$.

б) Если $\epsilon \in P_B'(M)$ и $\epsilon' \in Q_B(M)$, то $\epsilon \oplus \epsilon'$ эквивалентно ϵ . Пусть $\bar{P}_B(M)$ —множество классов эквивалентностей в $P_B(M)$, а $\bar{Q}_B(M)$ —образ $Q_B(M)$ в $\bar{P}_B(M)$. Обозначим через $R_B(M)$ фактор-полугруппу $\bar{P}_B(M)/\bar{Q}_B(M)$. Тогда $R_B(M)$ —абелева группа. Это группа, когда B —поле комплексных чисел построена в [5].

6. Изоморфизм $\theta: R_B(M) \rightarrow K_B^1(B^*M, S^*M)$. Пусть ξ —элемент в $R_B(M)$ а (E, σ) —представитель в ξ . Рассмотрим самосопряженный и унитарный автоморфизм $\sigma' = \sigma(\sigma^2)^{-1/2}$ расслоения $\pi_S^* E$. Тогда $[E_\sigma^+] \in K_B^0(S^*M)$, где $E_\sigma^+ = \text{Ker} \frac{\sigma' - 1}{2} \left(\frac{\sigma' - 1}{2} \text{—проектор} \right)$. Определим $\theta(\xi)$ как $\Delta([E_\sigma^+])$, где Δ —кограничный гомоморфизм $\Delta: K_B^0(S^*M) \rightarrow K_B^1(B^*M, S^*M)$. Тогда θ является изоморфизмом.

7. Изоморфизм $\rho_B^0: K_B^0(T^*M) \rightarrow K_0K(M, B)$. Построим сперва гомоморфизм $g_0: K_B^0(B^*M, S^*M) \rightarrow K_0K(M, B)$. Пусть η —элемент из $K_B^0(B^*M, S^*M)$, а тройка (E_1, σ, E_2) —представитель элемента $\chi^{-1}(\eta) \in L_B(B^*M, S^*M)$. Морфизм расслоения $\sigma' = \sigma(\sigma^* \sigma)^{-1/2}$ является изоморфизмом между $\pi_S^* E_1$ и $\pi_S^* E_2$. Тогда $\sigma = \sigma'(\sigma^* \sigma)^{1/2}$ и автоморфизм $(\sigma^* \sigma)^{1/2}$ расслоения $\pi_S^* E_1$ положителен и продолжается до автоморфизма в B^*M . Поэтому (E_1, σ', E_2) тоже является представителем в $\chi^{-1}(\eta)$. Проекция π_B осуществляет гомотопическую эквивалентность между B^*M и M , поэтому B -расслоения E_1 и E_2 можно считать индуцированными проекцией π_B от каких-то расслоений E'_1 и E'_2 над M . Тройка (E'_1, σ', E'_2) определяет эллиптический символ порядка 0 между E'_1 и E'_2 . Этому эллиптическому символу соответствует эллиптический псевдодифференциальный оператор F порядка 0 между E'_1 и E'_2 . Этот эллиптический оператор продолжается до фредгольмова оператора \bar{F} между $L_2(E'_1)$ и $L_2(E'_2)$. $C(M)$ естественно действует в $\mathcal{L}(L_2(E_i))$, $i=1, 2$. Обозначим эти представления через φ_i , $i=1, 2$. Пусть $\bar{\eta}$ —элемент в $K(M, B)$, порожденный пятеркой $(L_2(E'_1), \varphi'_1, L_2(E'_2), \varphi'_2, \bar{F})$. Определим $g_0(\eta)$ как элемент $\hat{j}(\bar{\eta})$ в $K_0K(M, B)$. Приняв во внимание отождествление $K_B^0(T^*M) \cong K_B^0(B^*M, S^*M)$, мы получим следующий гомоморфизм групп: $\rho_B^0: K_B^0(T^*M) \rightarrow K_0K(M, B)$.

Теорема 1. Гомоморфизм $\rho_B^0: K_B^0(T^*M) \rightarrow K_0K(M, B)$ является изоморфизмом.

8. Изоморфизм $\rho_B^1: K_B^1(T^*M) \rightarrow KK^1(M, B)$. Построим сперва гомоморфизм $g_1: K_B^1(B^*M, S^*M) \rightarrow KK^1(M, B)$. Пусть $\xi \in K_B^1(B^*M, S^*M)$ и (E, σ) —представитель элемента $\theta^{-1}(\xi) \in R_B(M)$. Тройка (E, σ, E) определяет самосопряженный символ, который в свою очередь порождает самосопряженный эллиптический оператор над E , а этот оператор продолжается до самосопряженного фредгольмова оператора $F: L_2(E) \rightarrow L_2(E)$. Пусть U —изометрическая часть полярного разложения F , $P = \frac{U-1}{2}$, φ —

естественное представление $C(M)$ в $L_2(E)$. Тогда пара (φ, P) определяет элемент $\bar{\xi}'$ в $E'(M, B)$ [3]. Определим $g_1(\xi)$ как элемент $\gamma(\bar{\xi}')$ в $KK^1(M, B)$ [3]. Так как $K_B^1(T^*M) \cong K_B^1(B^*M, S^*M)$, то мы получим гомоморфизм $p_B^1: K_B^1(T^*M) \rightarrow KK^1(M, B)$.

Теорема 2. Гомоморфизм $p_B^1: K_B^1(T^*M) \rightarrow KK^1(M, B)$ является изоморфизмом.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 25.2.1983)

მათემატიკა

დ. პატარაია

კ-თეორიისა და კ-ჰომოლოგიის ორადობა C^* -ალგებრებისთვის

რეზიუმე

აგებულია იზომორფიზმი $p_B^i: K_B^i(T^*M) \rightarrow K_i K(M, B)$ ტოპოლოგიურ K -თეორიასა და ოპერატორულ K -ფუნქტორს შორის, სადაც B — C^* -ალგებრაა ერთეულით, M კომპაქტური, გლუვი, უსაზღვრო მრავალწირობაა და T^*M -კომბები ფიბრაცია მასზე. მოცემული იზომორფიზმი, როცა B -კომპლექსური რიცხვთა ველია, მიღებული იყო ბაუმისა და დუგლასის მიერ [1].

MATHEMATICS

D. A. PATARAIA

DUALITY OF K -THEORY AND K -HOMOLOGY FOR C^* -ALGEBRAS

Summary

The isomorphism $p_B^i: K_B^i(T^*M) \cong K_i K(M, B)$, $i=0, 1$, between topological K -theory and operator K -theory is obtained for unital C^* -algebras B , where M is a compact C^∞ manifold without boundary and T^*M is the cotangent bundle of M . This isomorphism, when B is the field of complex numbers, $p^i: K^i(T^*M) \rightarrow K_i^*(M)$, $i=0, 1$, was obtained by P. Baum and R. G. Douglas [1].

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. P. Baum, R. G. Douglas. K -homology and index theory, Proc. of Symp. in Pure Mathematics, v. 38, 1980.
2. А. С. Мищенко, А. Т. Фоменко. Изв. АН СССР, 43, № 4, 1979.
3. Г. Г. Каспаров. Изв. АН СССР, 44, № 3, 1980.
4. М. Каруби. K -теория. М., 1981.
5. M. F. Atiyah, V. K. Patodi, I. M. Singer. Math. Proc. Cambr. Phil. Soc., 78, 1976, 71-99.

Т. И. ЛАЦАБИДЗЕ

СИНГУЛЯРНЫЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ОПЕРАТОРЫ
 С КОМПЛЕКСНЫМ СОПРЯЖЕНИЕМ НА КУСОЧНО-ГЛАДКИХ
 ЛИНИЯХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 4.2.1983)

Пусть Γ — контур на комплексной плоскости, состоящей из конечного числа простых замкнутых и разомкнутых гладких дуг, т. е.

$\Gamma = \bigcup_{k=1}^m \Gamma_k$, где Γ_k — гладкие ориентированные дуги, которые могут иметь

общими лишь концы $c_1, \dots, c_n \in \Gamma$; к узлам $c_i, i = \overline{1, n}$ при желании можно причислить любое конечное число точек Γ . Будем считать, что Γ не содержит точек возврата. Через $RL_p^l(\Gamma; \rho)$ обозначим пространство вектор-функций $\varphi = (\varphi_1, \dots, \varphi_l)$ над полем действительных чисел с нормой

$$\|\varphi\|_{p, \rho} = \left(\sum_{j=1}^l \int_{\Gamma} \rho(t) |\varphi_j|^p |dt| \right)^{1/p},$$

где

$$\rho(t) = \prod_{k=1}^n |t - c_k|^{\alpha_k} \text{ и } -1 < \alpha_k < p - 1 \text{ } k = \overline{1, n} \text{ } p > 1.$$

Через $PC^{l \times l}(\Gamma, c_1, \dots, c_n)$ обозначим множество матриц-функций порядка l , элементы которых непрерывные функции на закрытых дугах $\Gamma_1, \dots, \Gamma_m$; в кратных узлах эти функции вообще говоря, не определены.

В пространстве $RL_p^l(\Gamma; \rho)$ будем исследовать оператор (уравнение)

$$\begin{aligned} (G\varphi)(t) = & a(t)\varphi(t) + \frac{b(t)}{\pi i} \int_{\Gamma} \frac{\varphi(\tau) d\tau}{\tau - t} + c(t)\overline{\varphi}(t) + \\ & + \frac{d(t)}{\pi i} \int_{\Gamma} \frac{\overline{\varphi}(\tau) d\tau}{\tau - t} - \frac{e(t)}{\pi i} \int_{\Gamma} \frac{\varphi(\tau) d\tau}{\tau - t} - \frac{h(t)}{\pi i} \int_{\Gamma} \frac{\overline{\varphi}(\tau) d\tau}{\tau - t} + \\ & + \int_{\Gamma} k_s(t, \tau)\varphi(\tau) d\tau + \int_{\Gamma} \overline{\varphi}(\tau)k'_s(t, \tau) d\tau = f(t). \end{aligned} \quad (1)$$

Матриц-функций $a(t), b(t), \dots$ принадлежат классу $PC^{l \times l}(\Gamma, c_1, \dots, c_n)$; k_s и $k'_s \in LH_{\omega}^{l \times l}(\Gamma^2)$ являются ядрами с фиксированными особенностями ($\omega = (p, \alpha_1, \dots, \alpha_n)$; $\Gamma^2 = \Gamma \times \Gamma$), а именно, класс $LH_{\omega}^{l \times l}(\Gamma^2)$ состоит из матриц-функций порядка l , элементы которых функции класса $LH_{\omega}(\Gamma^2)$.

Определение. $k_s(t, \tau) \in LH_{\omega}(\Gamma^2)$ в следующих случаях:



1) если $k_s(t, \tau)$ ограничен всюду на $\Gamma^2 \setminus \bigcup_{j=1}^n \Upsilon_{c_j}^2$, где $\Upsilon_{c_j} = \bigcup_{q=1}^{n(c_j)} \Upsilon_{c_j q}$ ($\Upsilon_{c_j q} \subset \subset \Gamma$ и $n(c_j)$ —число гладких дуг, пересекающихся в точке c_j)—произвольная окрестность точки $c_j \in \Gamma$.

2) если $v_q: [0, l] \rightarrow \Upsilon_{c_j q}$ —параметризация гладкой дуги $\Upsilon_{c_j q}$, то функция $k_{jq\mu}(x, y) = v_\mu'(0) k_s(v_q(x), v_\mu(y))$ однородна степени -1 : $k_{jq\mu}(\lambda x, \lambda y) = = \lambda^{-1} k_{jq\mu}(x, y)$ $\lambda > 0$ $0 \leq x \leq l$ при этом

$$\int_0^\infty x^{\beta_j-1} |k_{jq\mu}(x, 1)| dx < \infty; \beta_j = \frac{\alpha_j + 1}{p}.$$

В случае, когда $d(t) = h(t) = k_s(t, \tau) = k_s'(t, \tau) = 0$, уравнение (1) эквивалентно граничной задаче

$$\Phi^+(t) = a_1(t) \Phi^-(t) + a_2(t) \bar{\Phi}^-(t) + f(t), \quad (2)$$

где

$$a(t) = a_1(t) + E_l; \quad b(t) = E_l - a_1(t); \quad c(t) = a_2(t); \quad e(t) = a_2(t);$$

адесь E_l —единичная матрица.

Задачу (2) называют обобщенной краевой задачей Римана (или задачей Маркушевича). Точная формулировка и классическая теория задачи Римана в случае $a_2(t) = 0$ изложена в монографиях [1, 2, 4].

Задача (2) исследована ранее в случае гладкой кривой Γ и непрерывных коэффициентов (см. [3—5] и др.); для кусочно-гладкой кривой Γ и кусочно-непрерывных коэффициентов в пространстве $L_p(\Gamma)$ критерий нетеровости задачи (2) в частном случае сформулированы в [6].

Для оператора (1) мы сформулируем необходимое и достаточное условие нетеровости в пространстве $RL_p^l(\Gamma; \rho)$.

Пусть в точке $x \in \Gamma$ пересекаются $n(x)$ число гладких дуг линии Γ . Через $\Gamma(x) = \bigcup_{k=1}^{n(x)} R_k(x)$ обозначим пучок касательных лучей $k \in \Gamma$ в точке x . Для любого узла $c_j \in \Gamma$ через $\Upsilon_{c_j 1}, \dots, \Upsilon_{c_j n(c_j)}$ обозначим гладкие дуги кривой Γ , имеющие общим концом точку c_j . Тогда через $\bar{a}(x, \xi) = = \|a(x, \xi) \delta_{lm}\|_{j,m=1}^{n(x)}$ обозначим матриц-функцию, элементы которой определены следующим образом:

$$a(x, \xi) = a(x), \quad \xi \in R_m(x), \quad m = 1, 2 \quad \text{при } x \neq c_1, \dots, c_n,$$

$$a(c_q, \xi) = \lim_{\substack{t \in \Upsilon_{c_q m} \\ t \rightarrow c_q}} a(t) \quad \text{при } \xi \in R_m(c_q).$$

Аналогично определяются матриц-функции $\tilde{b}(x, \xi), \tilde{c}(x, \xi), \dots$.

Пусть

$$\alpha_x = \begin{cases} 0, & \text{если } x \neq c_i, \quad i = \overline{1, n}, \\ \alpha_k, & \text{если } x = c_k. \end{cases}$$

Введем следующие обозначения:

$$S_\omega(x, \xi) = \left\| \alpha_k \left(\frac{\exp\{-2\pi(\delta_j - \delta_k + e_{jk})(i\alpha_x + \xi)\}}{\text{sh}\pi(i\alpha_x + \xi)} + \delta_{jk} \right) \right\|_{j,k=1}^{n(x)},$$

где $x \in \Gamma$, $\xi \in R$; $2\pi\delta_j$ — угол между (касательными) γ_{x1} и γ_{xj} в точке $x \in \Gamma$ и $0 \leq \delta_j < 1$; $e_{jk} = \pm \frac{1}{2}$ выбирается так, чтобы $-\frac{1}{2} < \delta_j - \delta_k + e_{jk} \leq \frac{1}{2}$; $\sigma_k = -1$ и $\sigma_k = 1$ в зависимости от того, ведет ли ориентация дуги γ_{xj} к точке x или от нее.

$$K_\omega(x, \xi) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \neq c_1, \dots, c_n, \\ \|\tilde{k}_{jq\mu}(\xi)\|_{q, \mu=1}^{n(c_j)} & \text{при } x = c_j, \end{cases}$$

$$\tilde{k}_{jq\mu}(\xi) = \int_0^\infty y^{\alpha_x - i\xi} k_{jq\mu}(y, 1) \frac{dy}{y}.$$

Оператору (1) сопоставим символ

$$G_\omega(t, \xi) = \begin{pmatrix} B_1(t, \xi) & B_2(t, \xi) \\ B_2(t, -\xi) & B_1(t, -\xi) \end{pmatrix},$$

где

$$B_1(t, \xi) = \tilde{a}(t, \xi) + \tilde{b}(t, \xi) S_\omega(t, \xi) + \tilde{h}(t, \xi) \overline{S_\omega(t, -\xi)} + K_\omega(t, \xi),$$

$$B_2(t, \xi) = \tilde{c}(t, \xi) + \tilde{d}(t, \xi) S_\omega(t, \xi) + \tilde{e}(t, \xi) \overline{S_\omega(t, -\xi)} + K'_\omega(t, \xi).$$

Теорема. Для того чтобы оператор G (см. (1)) был нетеровым, необходимо и достаточно, чтобы $\inf_{\substack{x \in \Gamma \\ \xi \in R}} |\det G_\omega(t, \xi)| > 0$.

Сформулированная теорема доказывается применением локального принципа (см. [7, 8]). Доказывается, что оператор (1) квазиэквивалентен (определение см. в [7, 8]) оператору

$$\begin{aligned} (G_x \varphi)(\xi) &= \tilde{a}(x, \xi) \varphi(\xi) + \frac{\tilde{b}(x, \xi)}{\pi i} \int_{\Gamma(x)} \frac{\varphi(\tau) d\tau}{\tau - \xi} + \tilde{c}(x, \xi) \overline{\varphi(\xi)} + \\ &+ \frac{\tilde{d}(x, \xi)}{\pi i} \int_{\Gamma(x)} \frac{\overline{\varphi(\tau)} d\tau}{\tau - \xi} - \frac{\tilde{e}(x, \xi)}{\pi i} \int_{\Gamma(x)} \frac{\varphi(\tau) d\tau}{\tau - \xi} - \\ &- \frac{\tilde{h}(x, \xi)}{\pi i} \int_{\Gamma(x)} \frac{\overline{\varphi(\tau)} d\tau}{\tau - \xi} + \int_{\Gamma(x)} k_s(\beta_x^{-1}(\xi), \beta_x^{-1}(\tau)) \varphi(\tau) d\tau + \\ &+ \int_{\Gamma(x)} k'_s(\beta_x^{-1}(\xi), \beta_x^{-1}(\tau)) \overline{\varphi(\tau)} d\tau, \end{aligned} \quad (3)$$

где $\beta_x: u_x \rightarrow u_x^0$ ($u_x \subset \Gamma$, $u_x^0 \subset \Gamma(x)$), диффеоморфизм окрестности точки $x \in \Gamma$ на окрестности точки 0. Исследование оператора (3) сводится к исследованию оператора мультипликативной свертки на полуоси R^+ с разрывными предсимволами и функциями из $PC^{l \times l}(R)$. Такой оператор исследован в [9].

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

(Поступило 4.2.1983)

თ. ლაცაბიძე

სინგულარული ინტეგრალური ოპერატორები კომპლექსური
 შეუღლებილ უბან-უბან გლუვ წირებზე

რეზიუმე

მოყვანილია (1) სახის ოპერატორების ნეტერისეულობის აუცილებელი და საკმარისი პირობა $L^1_\rho(\Gamma; \rho)$ სივრცეში, როდესაც Γ უბან-უბან გლუვი წირია, $a(t)$, $b(t)$, ... კოეფიციენტებს აქვთ პირველი გვარის წყვეტის წერტილები, ხოლო $k_s(t, \tau)$, $k'_s(t, \tau)$ ფუნქციებს — უძრავი განსაკუთრებულობები.

MATHEMATICS

T. I. LATSABIDZE

SINGULAR INTEGRAL OPERATORS WITH COMPLEX CONJUGATION
 ON PIECEWISE SMOOTH LINES

Summary

The necessary and sufficient conditions are given for the operators of form (1) to be Noetherian in the space $L^1_\rho(\Gamma; \rho)$ where Γ is a piecewise smooth line, the coefficients $a(t)$, $b(t)$... have discontinuities of the first kind, while the kernels $k_s(t, \tau)$ and $k'_s(t, \tau)$ have immovable singularities.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. И. Мухелишвили. Сингулярные интегральные уравнения. М., 1968.
2. Б. В. Хведелидзе. Современные проблемы математики, т. 7, М., 1975, 5—162.
3. Н. П. Векуа. ДАН СССР, 86, № 3, 1952, 457—460.
4. Н. П. Векуа. Система сингулярных интегральных уравнений, М., 1970.
5. Г. С. Литвинчук. Краевые задачи и сингулярные интегральные уравнения со сдвигом. М., 1977.
6. А. И. Яцко. Изв. вузов, Математика, II, 1981, 86—87.
7. И. Ц. Гохберг, Н. Я. Крупник. Введение в теорию одномерных сингулярных интегральных операторов. Кишинев, 1933.
8. И. Б. Симоненко. Изв. АН СССР, серия матем., 29, № 3, 1965, 567—586.
9. Р. В. Дудучава. Матем. сб., 101, 4, 1976, 584—609.



А. Б. ХАРАЗИШВИЛИ

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К НЕКОТОРЫМ НЕРАЗРЕШИМЫМ СООТНОШЕНИЯМ ТЕОРИИ МНОЖЕСТВ

(Представлено академиком А. В. Бицадзе 4.3.1983)

Терминология и обозначения, используемые в настоящей статье, заимствованы в основном из монографии [1]. Статья непосредственно связана с работой [2], в которой был предложен один подход к некоторым неразрешимым проблемам классической теории меры.

Пусть T — какая-нибудь математическая теория, более сильная, чем теория множеств; x — буква (переменная); $R(x)$ — соотношение теории T ; V — фиксированный класс объектов и, наконец, v — фиксированный объект из класса V . Предположим, что в теории T можно построить терм u , такой, что соотношение $u \in V \& R(u)$ является теоремой в T , а соотношение $u=v$ не противоречит T . Предположим, кроме того, что в теории T нельзя указать терма u' , для которого соотношение $u' \in V \& (\neg R(u'))$ является теоремой в T и для которого равенство $u' = v$ не противоречит теории T . В этом случае будем говорить, что относительно класса V терм v в обобщенном смысле удовлетворяет соотношению $R(x)$. В указанном случае удобно также говорить, что относительно класса V терм v является обобщенным решением для соотношения $R(x)$. Эта терминология вполне оправдана, как показывает следующее простое предложение.

Предложение. Если $R(v)$ есть теорема теории T , то терм v в обобщенном смысле удовлетворяет соотношению $R(x)$ относительно любого класса V , содержащего этот терм.

Очевидно, что понятие обобщенного решения важно для тех соотношений $R(x)$, для которых в теории T нельзя ни доказать, ни опровергнуть соотношения $R(v)$. В приводимых ниже примерах рассматриваются некоторые соотношения такого рода.

Пример 1. В качестве $R(x)$ возьмем соотношение «интервал $(\aleph_0, x]$ не содержит слабо недостижимых кардиналов», а в качестве класса V возьмем класс всех несчетных кардинальных чисел.

Пусть T — теория множеств и пусть c обозначает мощность континуума. Хорошо известно, что соотношение $R(c)$ неразрешимо в теории T . В то же время в этой теории мы имеем терм $\aleph_1 \in V$, для которого соотношение $R(\aleph_1)$ справедливо и для которого равенство $\aleph_1 = c$ совместимо с аксиомами теории T . С другой стороны, легко убедиться, что нельзя построить терма $u' \in V$, для которого соотношение $\neg R(u')$ будет теоремой рассматриваемой теории. Таким образом, можно утверждать, что относительно класса V терм c в обобщенном смысле удовлетворяет соотношению $R(x)$.



Пример 2. Пусть снова T — теория множеств и пусть E_1 — действительная прямая, а l_1 — классическая лебеговская мера, заданная на этой прямой. Обозначим через V класс всевозможных мер, задаваемых на прямой E_1 , инвариантных относительно группы всех изометрических преобразований этой прямой и служащих продолжением лебеговской меры l_1 . В качестве $R(x)$ возьмем соотношение

«каждое подмножество действительной прямой, имеющее мощность, строго меньшую мощности континуума, принадлежит области определения меры x ».

Если допустить справедливость гипотезы континуума, то совершенно очевидно, что будет справедливо и соотношение $R(l_1)$. С другой стороны, если предположить существование измеримого в широком смысле кардинала, не превосходящего мощности континуума, то, в силу известного результата К. Кунена, будет справедливо соотношение $\neg R(l_1)$.

Построим некоторый терм \bar{l}_1 , принадлежащий классу V . Для этого рассмотрим σ -алгебру всевозможных подмножеств действительной прямой, имеющих вид

$$(X \cup Y) \setminus Z,$$

где X — любое l_1 -измеримое множество из E_1 , а Y и Z — такие множества из E_1 , для которых

$$\text{Card}(Y \cup Z) < c.$$

На указанной σ -алгебре определим функционал \bar{l}_1 посредством равенства

$$\bar{l}_1((X \cup Y) \setminus Z) = l_1(X).$$

Легко проверяется, что это определение корректно и что функционал \bar{l}_1 представляет собой меру, инвариантную относительно группы всех изометрических преобразований действительной прямой и служащую продолжением лебеговской меры l_1 . Другими словами, терм \bar{l}_1 принадлежит классу V . Легко проверяется также, что соотношение $R(\bar{l}_1)$ является теоремой теории множеств. Далее, если выполняется гипотеза континуума, то совершенно ясно, что $\bar{l}_1 = l_1$, и, таким образом, равенство $\bar{l}_1 = l_1$ совместимо с аксиомами теории T . С другой стороны, предположим, что в теории T можно указать терм $u' \in V$, для которого соотношение $\neg R(u')$ является теоремой этой теории. Тогда в теории множеств будет справедливо соотношение:

«существует подмножество действительной прямой, имеющее мощность, строго меньшую мощности континуума, и не принадлежащее области определения меры l_1 ».

Однако очевидно, что это соотношение противоречит гипотезе континуума. Следовательно, можно сделать заключение, что относительно класса V терм l_1 в обобщенном смысле удовлетворяет соотношению $R(x)$.

Пример 3. Пусть снова T — теория множеств; E_1 — действительная прямая, а l_1 — классическая лебеговская мера, заданная на этой прямой. Обозначим через V класс всевозможных нетривиальных



(т. е. не равных тождественно нулю) σ -конечных мер, задаваемых на прямой E_1 , инвариантных относительно группы всех изометрических преобразований этой прямой и содержащих в своих областях определения все одноточечные подмножества из E_1 . В качестве $R(x)$ рассмотрим соотношение

«мера x не является ω_1 -аддитивной»,

где ω_1 — начальное порядковое число мощности \aleph_1 . Если допустить справедливость гипотезы континуума, то очевидно, что будет справедливо и соотношение $R(l_1)$. Если же выполняются аксиома Мартина и отрицание гипотезы континуума, то легко показать, что имеет место соотношение $\neg R(l_1)$.

Таким образом, соотношение $R(l_1)$ неразрешимо в теории множеств. В то же время относительно класса V это соотношение разрешимо в обобщенном смысле. Действительно, в работе [2], с помощью базисов Гамеля, на прямой E_1 построена мера μ , обладающая приводимыми ниже свойствами:

- 1) μ является продолжением лебеговской меры l_1 ;
- 2) μ инвариантна относительно группы всех изометрических преобразований прямой E_1 ;
- 3) существует семейство $(X_\xi)_{\xi < \omega_1}$, состоящее из μ -измеримых множеств, служащее покрытием прямой E_1 и такое, что

$$\forall (\xi) (\xi < \omega_1 \Rightarrow \mu(X_\xi) = 0);$$

4) равенство $\mu = l_1$ не противоречит аксиомам теории множеств. Из свойства 3) непосредственно следует, что в теории T выполняется соотношение $R(\mu)$. Далее, легко сообразить, что в теории T нельзя указать терма $u' \in V$, для которого соотношение $\neg R(u')$ является теоремой этой теории. Поэтому терм l_1 представляет собой обобщенное решение соотношения $R(x)$ относительно класса V .

Очевидно, что можно привести целый ряд других примеров неразрешимых соотношений теории множеств, обладающих обобщенными решениями относительно тех или иных (естественным образом определяемых) классов.

З а м е ч а н и е. Пусть $R(x)$ — соотношение теории T , более сильной, чем теория множеств, и пусть терм v из фиксированного класса V в обобщенном смысле удовлетворяет соотношению $R(x)$. Тогда найдутся термы $u \in V$, для которых соотношение $R(u)$ является теоремой теории T и для которых равенство $v = u$ совместимо с аксиомами этой теории. Во многих случаях весьма важно выделить среди таких термов хотя бы один однозначно определяемый терм (так в примерах 1 и 2 соответственно термы \aleph_1 и \bar{l}_1 являются однозначно определяемыми). Если для исходного соотношения $R(x)$ можно подыскать однозначно определяемый терм $\omega \in V$ такой, что соотношение $R(\omega)$ служит теоремой теории T , а равенство $\omega = v$ не противоречит аксиомам этой теории, то тогда уместно говорить, что относительно класса V терм v является обобщенным функциональным решением соотношения $R(x)$. В некотором смысле можно сказать, что неразре-

шимые соотношения теории T , обладающие обобщенными функциональными решениями, по своей структуре наиболее близки к теоремам этой теории.

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

(Поступило 4.3.1983)

მათემატიკა

ა. ხარაზიშვილი

სიმრავლეთა თეორიის ზოგიერთი ამოუხსნადი
 დამოკიდებულებებისადმი ერთი მიდგომის შესახებ

რეზიუმე

ნაშრომში სიმრავლეთა თეორიის ამოუხსნად დამოკიდებულებათა გარკვეული კლასისათვის შემოტანილია და გამოკვლეულია განზოგადებული ამოხსნის ცნება. ნაჩვენებია, რომ ეს ცნება თავსებადია სიმრავლეთა თეორიის თეორემებთან. შემოტანილია აგრეთვე განზოგადებული ფუნქციონალური ამოხსნის ცნება.

MATHEMATICS

A. B. KHARAZISHVILI

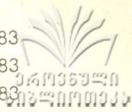
ON ONE APPROACH TO SOME UNSOLVABLE RELATIONS OF
 THE SET THEORY

Summary

For a certain class of unsolvable relations of the set theory the notion of generalized solution is introduced and investigated. It is shown that this notion is compatible with the theorems of the set theory. The notion of generalized functional solution is also considered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Бурбаки. Теория множеств, М., 1965.
2. А. Б. Харазишвили. Сообщения АН ГССР, т. 85, № 1, 1977.



М. Г. МУСХЕЛИШВИЛИ

ОБ АППРОКСИМАЦИИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ДИРИХЛЕ ДЛЯ
 УРАВНЕНИЯ ХОЛМГРЕНА—ГЕЛЛЕРСТЕДА

(Представлено академиком А. В. Бицадзе 10.5.1983)

Для уравнения Холмгрена—Геллерстедта

$$\eta^m \frac{\partial^2 v}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial \eta^2} = 0, \tag{1}$$

где m — действительная положительная постоянная, будем рассматривать следующую задачу Дирихле: в области D , лежащей в верхней полуплоскости $\eta > 0$, ограниченной отрезком оси $O\xi [-1, 1]$ и нормальным контуром $\gamma: \xi^2 + \left(\frac{2}{m+2}\right)^2 \eta^{m+2} = 1$, ищется регулярное решение уравнения (1), непрерывное в $D \cup \partial D$ и удовлетворяющее краевым условиям

$$\begin{aligned} v(\xi, \eta)|_{[-1,1]} &= \psi(\xi), \\ v(\xi, \eta)|_{\gamma} &= \varphi(\xi, \eta(\xi)), \end{aligned} \tag{2}$$

где $\varphi(\xi, \eta(\xi)), \psi(\xi)$ — действительные непрерывные функции.

Известно, что решение задачи (1), (2) существует и единственно [1].

Нашей целью является построение системы простых частных решений уравнения (1), линейные комбинации которых аппроксимируют решение $v(\xi, \eta)$ задачи (1), (2) в равномерной метрике с любой наперед заданной точностью.

Заменой переменных

$$x = \xi, \quad y = \frac{2}{m+2} \eta^{\frac{m+2}{2}},$$

уравнение (1) приводится к виду

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + 2\beta \frac{1}{y} \frac{\partial u}{\partial y} = 0, \tag{3}$$

где

$$\beta = \frac{m}{2(m+2)}, \quad 0 < \beta < \frac{1}{2}, \quad u(x, y) = v(\xi(x), \eta(y)).$$

При этом преобразовании область D переходит в полукруг $G: x^2 + y^2 < 1, y > 0$, контур γ — в полуокружность $\delta: x^2 + y^2 = 1, y > 0$, а краевые условия (2) — в условия



$$\begin{aligned}
 u(x, y)|_{[-1,1]} &= \psi(\xi(x)) \equiv \psi(x), \\
 u(x, y)|_{\delta} &= \varphi(\xi(x), \eta(y)) \equiv \varphi(\theta), \\
 \theta &= \arg z, z = x + iy.
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

Без ограничения общности всюду далее будем считать, что $u(\pm 1, 0) = 0$.

В силу хорошо известной из курса математического анализа теоремы Вейерштрасса следует, что существуют полиномы $p_{1n}(t) = \sum_{l=0}^n a_{1l} t^l$

и $p_{2k}(t) = \sum_{l=0}^k a_{2l} \left(\frac{1-t}{2}\right)^l$ такие, что на отрезке $[-1, 1]$

$$\begin{aligned}
 \left| \psi(x) - \sum_{l=0}^n a_{1l}(x) \right| &< \varepsilon/3, \\
 \left| \varphi(\theta) - \sum_{l=0}^n a_{1l} \frac{\Gamma(2\beta)\Gamma(l+1)}{\Gamma(2\beta+l)} C_l^\beta(\cos\theta) - \sum_{l=0}^k a_{2l} \left(\frac{1-\cos\theta}{2}\right)^l \right| &< \varepsilon/3,
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

где $C_n^\beta(t)$ — полиномы Гегенбауэра; ε — некоторое положительное число.

Рассмотрим решение уравнения (3), удовлетворяющее следующим краевым условиям:

$$\begin{aligned}
 u_{1l}(x, y)|_{[-1,1]} &= x^l - \frac{1}{2} (x(1-(-1)^l) + 1 + (-1)^l), \\
 u_{1l}(x, y)|_{\delta} &= \frac{\Gamma(2\beta)\Gamma(l+1)}{\Gamma(2\beta+l)} C_l^\beta(\cos\theta) - \frac{1}{2} (\cos\theta(1-(-1)^l) + 1 + (-1)^l); \\
 u_{2l}(x, y)|_{[-1,1]} &= 0, \\
 u_{2l}(x, y)|_{\delta} &= \left(\frac{1-\cos\theta}{2}\right)^l - \frac{1-\cos\theta}{2}.
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

Из (5) следует, что при $(x, y) \in \partial G$,

$$\left| u(x, y) - \sum_{l=0}^n a_{1l} u_{1l}(x, y) - \sum_{l=0}^k a_{2l} u_{2l}(x, y) \right| < \varepsilon.$$

Согласно принципу экстремума для решений уравнения (3), неравенство (8) выполняется для всех точек области G . Тем самым нами доказана следующая теорема.

Теорема 1. *Линейные комбинации функций $u_{1l}(x, y)$ и $u_{2l}(x, y)$ осуществляют аппроксимацию решения задачи (3), (4).*

Известно, что

$$u_{1l}(re^{i\theta}) = \frac{\Gamma(2\beta)\Gamma(l+1)}{\Gamma(2\beta+l)} r^l C_l^\beta(\cos\theta) - \frac{1}{2} (r \cos\theta(1-(-1)^l) + 1 + (-1)^l).$$



Функцию $u_{2l}(x, y)$ можно выписать с помощью функции Грина [2]:

$$u_{2l}(x, y) = \frac{2^{1-2\beta}(1-\beta)\Gamma^2(1-\beta)}{\pi\Gamma(2-2\beta)} y^{1-2\beta} \int_0^\pi \left[\left(\frac{1-\cos\theta}{2} \right)^l - \left(\frac{1-\cos\theta}{2} \right) \right] (1-x^2-y^2) \cdot [(x-\cos\theta)^2 + (y+\sin\theta)^2]^{\beta-2} F(1-\beta, 2-\beta, 2-2\beta, \sigma) \sin\theta d\theta,$$

где

$$\sigma = \frac{4y \sin\theta}{(x-\cos\theta)^2 + (y+\sin\theta)^2},$$

а $F(a, b, c, \sigma)$ —гипергеометрическая функция.

Ту же систему функций можно получить другим путем. Продолжим $u_{2l}(x, y)$ через отрезок $[-1, 1]$ в нижнюю полуплоскость так, чтобы она была симметрична относительно оси Ox : $u_{2l}(x, y) = u_{2l}(-x, y)$. Продолженная таким образом функция будет решением уравнения (3) в единичном круге [3]. Известно, что для любого решения уравнения (3), равного нулю на $[-1, 1]$, в единичном круге существует такое решение $\tilde{u}(x, y)$ уравнения

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + 2(1-\beta) \frac{1}{y} \frac{\partial u}{\partial y} = 0,$$

которое принимает на $[-1, 1]$ аналитические значения и которое связано с $u_{2l}(x, y)$ соотношением [4]

$$u_{2l}(x, y) = y^{1-2\beta} \tilde{u}_l(x, y), \quad (9)$$

причем

$$\tilde{u}_l(x, y) = 2^{2\beta-1} \frac{\Gamma(2-2\beta)}{\Gamma^2(1-\beta)} \int_0^\pi f_l(x + iy \cos t) \sin t^{1-2\beta} dt, \quad (10)$$

где $f_l(\sigma)$ — аналитическая в единичном круге функция комплексного переменного σ , $f_l(x) = \tilde{u}_l(x, 0)$. Этот интегральный оператор имеет обратный [5]:

$$f_l(z) = \int_0^\pi \tilde{u}_l(re^{it}) K(z/r, \cos t) \sin t dt, \quad |z| < r < 1, \quad (11)$$

где

$$K(\sigma, \xi) = \frac{(1-\beta)\Gamma(2-2\beta)}{2^{1-2\beta}\Gamma^2(3/2-\beta)} \frac{(1-\xi^2)^{1/2-\beta}(1-\sigma^2)}{(1-2\xi\sigma+\sigma^2)^{2-\beta}}.$$

Формулы (10), (11) позволяют выразить $\tilde{u}_l(x, y)$ в круге радиуса $r < 1$ через значения $\tilde{u}_l(x, y)$ на границе круга.

Совершая предельный переход в (11) при $r \rightarrow 1$ и используя соотношение (9), можно доказать следующую теорему.

Теорема 2. Функция $f_l(z)$, фигурирующая в формуле (10), имеет следующий вид:

$$f_l(z) = \frac{2(1-\beta)\Gamma(1-2\beta)}{\Gamma^2(3/2-\beta)} (1-z^2)(1-z)^{2\beta-4} \cdot$$

$$\left[F\left(2-\beta, l+1, l+2, -\frac{4z}{(1-z)^2}\right) - F\left(2-\beta, 2, 3, -\frac{4z}{(1-z)^2}\right) \right]. \quad (12)$$



Подставляя выражение (12) в (10) и учитывая соотношение (9), получаем решение задачи (3), (7)

$$u_{2l}(x, y) = \frac{2^{2\beta} (1-\beta) \Gamma^2(2-2\beta)}{\Gamma^2(1-\beta) \Gamma^2(3/2-\beta)} y^{1-2\beta} \int_0^\pi (1-\sigma^2) (1-\sigma)^{2\beta-4} \cdot$$

$$\cdot \left[F\left(2-\beta, l+1, l+2, -\frac{4\sigma}{(1-\sigma)^2}\right) - F\left(2-\beta, 2, 3, -\frac{4\sigma}{(1-\sigma)^2}\right) \right] \sin t^{1-2\beta} dt,$$

где

$$\sigma = x + iy \cos t.$$

Тбилисский государственный университет

Институт прикладной математики

им. И. Н. Векуа

(Поступило 13.5.1983)

მათემატიკა

მ. მუსხელიშვილი

ჰოლმგრენ — გელერსტედტის განტოლებებისათვის დირიხლეს ამოცანის ამოხსნის აპროქსიმაციის შესახებ

რეზიუმე

ნაშრომში აგებულია ჰოლმგრენ — გელერსტედტის განტოლების

$$\eta^m \frac{\partial^2 v}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial \eta^2} = 0 \quad (1)$$

კერძო ამონახსნების სისტემა $\{v_{1l}(\xi, \eta), v_{2l}(\xi, \eta)\}$ ისეთ ზედა ნახევარსიბრტყეში მდებარე D არეში, რომელიც შემოსაზღვრულია $O\xi$ ღერძის $[-1, 1]$ მონაკვეთით და ნორმალური კონტურით $\gamma: \xi^2 + \left(\frac{2}{m+1}\right)^2 \eta^{m+2} = 1$. ამ სისტემაში შემავალი ფუნქციების წრფივი კომბინაციები ახდენენ $v(\xi, \eta)$ ფუნქციის აპროქსიმაციას, სადაც $v(\xi, \eta)$ წარმოადგენს D არეში (1) განტოლებისათვის დირიხლეს ამოცანის ამოხსნას.

MATHEMATICS

M. G. MUSKHELISHVILI

ON THE APPROXIMATION OF THE SOLUTION OF THE DIRICHLET PROBLEM FOR THE HOLMGREN-GELLERSTEDT EQUATION

Summary

Such a system of simple particular solutions of Holmgren-Gellerstedt equation is constructed that the solution of the Dirichlet problem for this equation in the normal domain in which this equation is elliptical is approximated by linear combinations of the functions involved in this system.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. В. Бицадзе. Некоторые классы уравнений в частных производных. М., 1981.
2. М. М. Смирнов. Вырождающиеся эллиптические и гиперболические уравнения. М., 1966.
3. Ю. П. Кривенко. ДАН СССР, т. 116, №4, 1957.
4. A. Weinstein. Bull. Amer. Math. Soc. 59 (1953), № 1.
5. R. Gilbert. Function Theoretic Methods in Partial Differential Equations. Academic Press, New York, 1969.

Т. А. ЧАБУКИАНИ

ОДНА ТЕОРЕМА ОБ ИНВАРИАНТЕ БОЛТЯНСКОГО

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 21.6.1983)

В. Г. Болтянским введен инвариант mdH для системы векторов в евклидовом пространстве (см. [1—4]). В [5] указаны все системы, для которых $mdH=1$, а также найдены все центрально симметричные системы векторов, для которых $mdH=2$. Это позволило получить ряд теорем комбинаторной геометрии [6] и, в частности [7], обобщение теоремы Секефальви-Надя [8]. В этой заметке описываются все системы векторов в R^3 (не предполагаемые центрально симметричными), для которых $mdH=2$.

Согласно [2], k отличных от нуля векторов $\vec{OM}_i (i = 1, \dots, k)$, в R^n минимально зависимы, если точки M_1, \dots, M_k являются (вершинами $(k-1)$ -мерного симплекса, имеющего O своей внутренней точкой. Далее система ненулевых векторов H в R^n (отложенных от одной точки O) называется *односторонней*, если существует такая гиперплоскость, проходящая через O , что вся система H расположена в одном замкнутом полупространстве, определяемом этой гиперплоскостью. Пусть, наконец, H — система ненулевых векторов в R^n , не являющаяся односторонней. Через mdH обозначается наибольшее натуральное число m , для которого из H можно выбрать $m+1$ минимально зависимых векторов.³

Пусть Π — плоскость в R^3 , а l — не параллельная ей прямая, пересекающая Π в точке O . Положим

$$H^* = \{\vec{OM} : M \in \Pi \cup l, M \neq O\}.$$

Пусть, далее, l_1 и l_2 — две прямые, проходящие через точку O , а P_1, P_2 — замкнутые полуплоскости (в R^3) с граничными прямыми l_1 и l_2 , пересекающиеся по лучу m . Обозначим через n луч, противоположный m , и положим

$$H^{**} = \{\vec{OM} : M \in P_1 \cup P_2 \cup n, M \neq O\}.$$

Наконец, пусть m_1, m_2, m_3 — три луча, исходящих из точки O и не лежащих в одной плоскости, а n_1, n_2, n_3 — противоположные им лучи. Через Q_{ij} обозначим выпуклый угол со сторонами m_i и $m_j (i \neq j)$ и положим

$$H^{***} = \{\vec{OM} : M \in Q_{12} \cup Q_{13} \cup Q_{23} \cup n_1 \cup n_2 \cup n_3, M \neq O\}.$$

Лемма 1. Системы H^*, H^{**}, H^{***} не являются односторонними и удовлетворяют соотношениям $md H^* = md H^{**} = md H^{***} = 2$.

Из леммы 1 вытекает, что если система H , не являющаяся односторонней, содержится в одной из систем H^*, H^{**}, H^{***} , то $mdH \leq 2$. Оказывается, что справедливо и обратное:



Теорема 1. Система векторов H в R^3 , не являющаяся односторонней, в том и только в том случае удовлетворяет условию $\text{md } H \leq 2$, если существует такая система H^* , H^{**} или H^{***} , что выполнено какое-либо из включений $H \subset H^*$, $H \subset H^{**}$, $H \subset H^{***}$.

Доказательство. Пусть $\text{md } H = 2$. Будем считать все векторы системы H отложенными от одной точки O . Выберем из H три ненулевых минимально зависимых вектора $\vec{a}_0 = \vec{OA}_0$, $\vec{a}_1 = \vec{OA}_1$, $\vec{a}_2 = \vec{OA}_2$. Плоскость $A_0 A_1 A_2$ обозначим через Π , а открытые полупространства, определяемые этой плоскостью, — через W_1 и W_2 . Так как система H не односторонняя, то существуют такие точки $B \in W_1$, $C \in W_2$, что векторы $\vec{b} = \vec{OB}$, $\vec{c} = \vec{OC}$ принадлежат H . Сбозначим через $P_0(b)$, $P_1(b)$, $P_2(b)$ полуплоскости с граничной прямой (OB) , которые содержат соответственно точки A_0 , A_1 , A_2 , а через $P'_0(b)$, $P'_1(b)$, $P'_2(b)$ их дополнительные полуплоскости.

Лемма 2. В полупространстве W_2 все векторы системы H содержатся в $P'_0(b) \cup P'_1(b) \cup P'_2(b)$, причем не более чем в двух из полуплоскостей $P'_0(b)$, $P'_1(b)$, $P'_2(b)$.

Лемма 3. Если в полупространстве W_2 имеются векторы системы H , содержащиеся в двух различных открытых полуплоскостях $P'_0(b)$, $P'_1(b)$, $P'_2(b)$, то \vec{b} — единственный вектор системы H , содержащийся в полупространстве W_1 .

Лемма 4. Если в полупространстве W_2 имеются два вектора системы H , содержащиеся в открытых полуплоскостях $P'_0(b)$, $P'_1(b)$, $P'_2(b)$, то в плоскости Π вне угла, симметричного с $\angle A_1 O A_2$, нет векторов системы H , кроме \vec{a}_1 , \vec{a}_2 .

Доказательство теоремы. Применим лемму 2.

1. Пусть в W_2 имеются векторы системы H , содержащиеся в двух открытых полуплоскостях, скажем, в $P'_1(b)$ и $P'_2(b)$. Сбозначим через F угол, симметричный $\angle A_1 O A_2$, а через l_1 , l_2 , l_3 — лучи (исходящие из O), определяемые векторами \vec{a}_1 , \vec{a}_2 , \vec{b} . Леммы 3 и 4 показывают, что

$$H \subset H^{***} = \{\vec{OM} : M \in (P'_1(b) \cap W_2) \cup (P'_2(b) \cap W_2) \cup F \cup l_1 \cup l_2 \cup l_3, M \neq O\}.$$

2. Пусть теперь лишь в одной открытой полуплоскости имеются векторы системы H , расположенные в W_2 ; скажем, вектор $\vec{c} = \vec{OC}$ системы H расположен в открытой полуплоскости $P'_1(b)$. Заменяем в предыдущих рассуждениях вектор \vec{b} вектором \vec{c} и соответственно W_2 заменяем на W_1 , а полуплоскости $P'_0(b)$, $P'_1(b)$, $P'_2(b)$ на $P'_0(c)$, $P'_1(c)$, $P'_2(c)$. Лемма 2 показывает, что в этой ситуации все векторы системы H , содержащиеся в W_1 , расположены лишь в полуплоскостях $P'_0(c)$, $P'_1(c)$, $P'_2(c)$, причем не более, чем в двух из них. Если в W_1 имеются векторы системы H , содержащиеся в двух открытых полуплоскостях, то, как и выше, существует такая система H^{***} , что $H \subset H^{***}$.

Если же все векторы системы H , содержащиеся в W_1 , расположены лишь в одной открытой полуплоскости, то этой полуплоскостью может быть лишь $P'_1(c)$ (поскольку вектор $\vec{b} \in H$ не содержится в других двух полуплоскостях), т. е. в этом случае все векторы системы H , не лежащие в плоскости Π , расположены в $P'_1(b) \cup P'_1(c)$. Легко видеть, что все эти векторы лежат в одной полуплоскости $P^* \subset P'_1(b) \cup P'_1(c)$. Далее, все векторы системы H , лежащие в плоскости Π , кроме \vec{a}_1 , расположены

в одной полуплоскости P^{**} . Обозначим теперь через l_1 луч, вдоль которого направлен вектор a_1 . Мы найдем, что

$$H \subset H^{**} = \{\vec{OM} : M \in P^* \cup P^{**} \cup l_1, M \neq O\}.$$

3. Остается лишь случай, когда ни в одной из открытых полуплоскостей $P'_0(b)$, $P'_1(b)$, $P'_2(b)$ нет (в W_2) векторов системы H , т. е. в W_2 имеется лишь вектор $\vec{c} = -k\vec{b}$ системы H (где $k > 0$). В этом случае, поменяв ролями векторы \vec{b} и \vec{c} , мы найдём, что либо $H \subset H^{***}$, либо $H \subset H^{**}$, либо же \vec{b} — единственный вектор системы H , лежащий в W_1 . В этом последнем случае, обозначив через l прямую, вдоль которой идет вектор \vec{b} , получим

$$H \subset H^* = \{\vec{OM} : M \in \Pi \cup l, M \neq O\}.$$

ВНИИ системных исследований

(Поступило 23.6.1983)

მათემატიკა

ბ. შაბუკიანი

ერთი თეორემა ბოლტიანსკის ინვარიანტის შესახებ

რ ე ზ ი უ მ ე

ვ. ბოლტიანსკიმ აღწერა [1—5] ევკლიდური სივრცის ვექტორთა ყველა სისტემა, რომელთათვის მისი ინვარიანტი უდრის 1, და ვექტორთა ყველა ცენტრულ-სიმეტრიული სისტემა, რომელთათვის მისი ინვარიანტი უდრის 2. აქ აღწერილია სამგანზომილებიანი ევკლიდური სივრცის ვექტორთა ყველა სისტემა, რომლებიც არ იგულისხმება ცენტრულ-სიმეტრიულად და რომელთათვის ბოლტიანსკის ინვარიანტი ორის ტოლია.

MATHEMATICS

T. A. CHABUKIANI

ONE THEOREM ON BOLTYANSKI'S INVARIANT

Summary

V. G. Boltyanski showed (1-5) all systems of vectors of the Euclidean space for which his invariant is equal to 1 and all centrally symmetric systems of vectors for which his invariant is equal to 2. Here the description is given of all systems of vectors of the three-dimensional Euclidean space which are not supposed to be centrally symmetric and for which Boltyanski's invariant is equal to 2.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Г. Болтянский, П. С. Солтан. Комбинаторная геометрия различных классов выпуклых множеств. Кишинев, 1978, 279.
2. В. Г. Болтянский. ДАН СССР, 226, № 1, 1976, 19—22.

3. В. Г. Болтянский. ДАН СССР, 226, № 2, 1976, 249—252.
4. В. Г. Болтянский. Изв. АН Арм. ССР, Математика, 11, № 5, 1976, 432—439.
5. В. Г. Болтянский. Геометрия, межвуз. респ. тематич. науч. сборник, Л., 5, 1976, 21—32.
6. В. Г. Болтянский. Мат. заметки, 21, № 1, 1977, 117—124.
7. В. Г. Болтянский. ДАН СССР, 228, № 2, 1976, с. 265—268.
8. В. Szokefalvi-Nagy. Acta Sci. Math. 15, 1954, 169-177.



Г. П. БАРЕЛАДЗЕ

О БЕЗУСЛОВНОЙ СХОДИМОСТИ КРАТНЫХ РЯДОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Жижиашвили 2.9.1983)

1. Пусть R^n обозначает n -мерное евклидово пространство с обычными линейными операциями, а E есть некоторое измеримое подмножество R^n . Рассмотрим n -кратный ряд измеримых функций

$$\sum_{m \geq e} f_m(x), \quad (1)$$

где

$$x = (x_1, \dots, x_n) \in E; m = (m_1, \dots, m_n), e = (1, 1, \dots, 1) \in N^n.$$

Будем говорить, что ряд (1) безусловно сходится п. в. (по мере) на E , если он сходится на E п. в. (по мере) после любой перестановки его членов в n -кратную последовательность. Сходимость может пониматься как по Прингсхейму, так и в ограниченном смысле — например, в смысле λ -сходимости. Справедлива

Теорема 1. Если $\lambda=1$, то ряд (1) безусловно λ -сходится п. в. (по мере) на измеримом множестве $E \subset R^n$ тогда и только тогда, когда на E п. в. (по мере) сходится всякий ряд, получающийся из (1) при любой нумерации его членов в простую (однократную) последовательность.

Теорема 1 позволяет распространить на случай кратных рядов одну теорему Орлича [1]. Именно, имеет место

Теорема 2. Если ряд (1) безусловно λ -сходится ($\lambda \geq 1$) по мере на измеримом множестве $E \subset R^n$, то

$$\sum_{m \geq e} f_m^{\lambda}(x) < \infty$$

для п. в. $x \in E$.

Следствие 1. Безусловно λ -сходящийся ($\lambda \geq 1$) п. в. на $[0, 2\pi]^n$ ряд по n -кратной тригонометрической системе есть n -кратный ряд Фурье функции класса $L^2_{[0, 2\pi]^n}$.



Теорема 3. Пусть $\lambda > 1$ и ряд (1) безусловно λ -сходится на измеримом множестве $E \subset R^n$. Тогда он безусловно сходится п. в. на E по Прингсхейму.

2. Пусть $x = (x_1, \dots, x_n) \in R^n$, $h = (h_1, \dots, h_n) \in R^n$, $\delta = (\delta_1, \dots, \delta_n) \in (0, \infty)^n$, $B \subset \{1, 2, \dots, n\}$. В дальнейшем будем рассматривать 2π -периодические относительно каждой переменной функции $f(x) \equiv f(x_1, \dots, x_n)$. Положим

$$h^i = (0, \dots, 0, h_i, 0, \dots, 0), \quad (i = \overline{1, n});$$

$$h^B = (h_i^B, \dots, h_n^B),$$

где

$$h_i^B = \begin{cases} h_i, & i \in B, \\ 0, & i \notin B, \end{cases} \quad (i = \overline{1, n});$$

$$\Delta_{h_i}(f, x) = f(x + h^i) - f(x), \quad (i = \overline{1, n});$$

$$\Delta_{h_j, h_k}(f, x) = \Delta_{h_k}[\Delta_{h_j}(f, x)] = \Delta_{h_j}[\Delta_{h_k}(f, x)],$$

$$j \neq k, \quad (j, k = \overline{1, n});$$

$$\begin{aligned} \Delta_{h^B}(f, x) &= \Delta_{h_p, h_q, \dots, h_r}(f, x) = \Delta_{h_r}\{\dots\Delta_{h_q}[\Delta_{h_p}(f, x)]\} = \\ &= \dots = \Delta_{h_p}\{\dots\Delta_{h_q}[\Delta_{h_r}(f, x)]\}, \end{aligned}$$

если

$$B = \{p, q, \dots, r\};$$

$$\Delta_{h^B}^*(f, x) = \Delta_{2h^B}(f, x - h^B).$$

Если $f \in C_{[0, 2\pi]^n}$, то модули непрерывности функции f определим равенствами

$$\omega_B(\delta, f) = \sup_{\substack{|h_i^B| \leq \delta_i^B \\ i = \overline{1, n}}} \|\Delta_{h^B}(f, x)\|_{C_{[0, 2\pi]^n}},$$

где B , как и раньше, есть любое из подмножеств множества $\{1, 2, \dots, n\}$. Для ε , $t \in (0, \infty)$ положим

$$\varphi_{\varepsilon, t}(t) = \frac{|\ln t| \cdot |\ln |\ln t||^{1+\varepsilon}}{t}, \quad \Phi_{\varepsilon}^*(h^B) = \prod_{i \in B} \varphi_{\varepsilon}(h_i).$$

Теорема 4. Если $f \in L^2_{[0, 2\pi]^n}$ и при некотором $\varepsilon > 0$ для всех $B \subset \{1, 2, \dots, n\}$ имеем

$$\int_{[0, 2\pi]^n} \int_{[0, 2\pi]^n} \Phi_{\varepsilon}(h^B) \cdot [\Delta_{h^B}^*(f, x)]^2 dh dx < \infty,$$

то n -кратный тригонометрический ряд Фурье функции f безусловно сходится п. в. на $[0, 2\pi]^n$ по Прингсхейму.



Следствие 2. Пусть модули непрерывности функции удовлетворяют условиям

$$\omega_B(\delta, f) \leq C \frac{1}{\prod_{i \in B} \left| \ln \frac{1}{\delta_i} \right| \cdot \left| \ln \left| \ln \frac{1}{\delta_i} \right| \right|^{1+\varepsilon}},$$

где $\varepsilon > 0, C > 0$. Тогда справедливо заключение теоремы 4.

Теорема 4 и следствие из нее суть кратные аналоги соответствующих утверждений работы [2].

Тбилисский государственный университет

(Поступило 2.9.1983)

მათემატიკა

ბ. ბარელაძე

ჯერადი მუკრივების უპირობო კრებადობის შესახებ

რეზიუმე

სტატიაში მოყვანილი თეორემები შეეხება ჯერადი ფუნქციონალური მუკრივების თ. ყ. უპირობო კრებადობის საკითხებს (განიხილება პრინგსჰეიმის აზრით კრებადობა და λ -კრებადობა). მიღებულია ფურიეს ჯერადი ტრიგონომეტრიული მუკრივების პრინგსჰეიმის აზრით თ. ყ. უპირობო კრებადობის ერთი საკმაბრისი პირობა, რომელიც წარმოადგენს პ. ულიანოვის [2] შედეგის ჯერად ანალოგს.

MATHEMATICS

G. P. BARELADZE

ON UNCONDITIONAL CONVERGENCE OF MULTIPLE SERIES

Summary

The theorems stated in the paper concern the unconditional convergence almost everywhere of multiple functional series (the convergence in the sense of Pringsheim and λ -convergence are considered). A sufficient condition for the unconditional convergence almost everywhere is derived, which is a multiple analogue of a result by P. L. Ulyanov [2].

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. W. Orlicz. *Studia Math.*, 4 (1933), 27-32.
2. П. Л. Ульянов. *Изв. АН СССР, сер. матем.*, 22, № 4, 1958, 515—542.

Г. И. БОЦВАДЗЕ, Д. Э. ГОНИАШВИЛИ

СИЛЬНЫЙ ИЗГИБ УПРУГИХ СТЕРЖНЕЙ СЛЕДЯЩЕЙ НАГРУЗКОЙ

(Представлено академиком Д. С. Тавхелидзе 24.11.1982)

Рассмотрим задачу о сильном плоском изгибе первоначально изогнутого консольного стержня, нагруженного следящей нагрузкой P , приложенной под углом α к незакрепленному концу стержня (рис. 1). Задачи подобного рода для прямолинейных стержней и консервативных нагрузок рассматриваются в классической теории эластик, в частности, в работах [1—3].

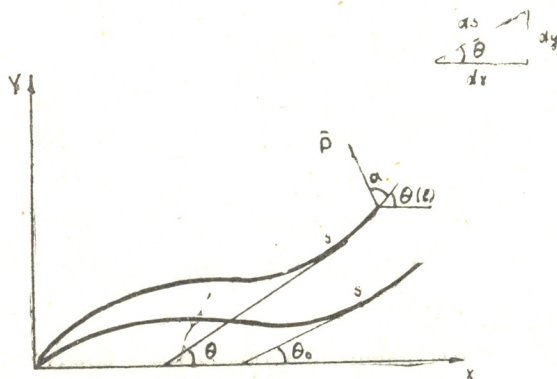


Рис. 1

Введем s — лагранжеву координату точек нейтральной оси стержня — длину нейтральной оси стержня, отсчитываемую от его закрепленного конца. Пусть $\Theta(s)$ — угол между осью стержня в точке s и осью x в деформированном состоянии, $\Theta_0(s)$ — аналогичный угол в недеформированном состоянии, который задает первоначальный изгиб стержня. Сила \bar{p} по осям x и y будет иметь компоненты:

$$\begin{aligned} P_x &= P \cos(\Theta(l) + \alpha), \\ P_y &= P \sin(\Theta(l) + \alpha). \end{aligned} \quad (1)$$

Угол $\bar{\Theta}(s)$, на который повернется сечение стержня s определится как

$$\bar{\Theta}(s) = \Theta(s) - \Theta_0(s). \quad (2)$$

Кривизна оси стержня в недеформированном κ_0 , деформированном κ , а также изменение кривизны в результате деформации будет иметь вид

$$\begin{aligned} \kappa_0 &= \Theta'_0(s), \\ \kappa &= \Theta'(s), \\ \bar{\kappa} &= \bar{\Theta}'(s). \end{aligned} \quad (3)$$



Здесь штрихом обозначена производная по s . Следует подчеркнуть, что (3) — точные выражения для кривизны плоской кривой.

Считаем, что несмотря на большие перемещения точек стержня, деформации остаются малым и подчиняются закону Гука. Тогда для внутреннего изгибающего момента M в сечении s имеем

$$M = E \cdot I \cdot \bar{\kappa} = E \cdot I \cdot \bar{\Theta}'(s), \quad (4)$$

где $E(s)$ — модуль Юнга; $I(s)$ — момент инерции поперечного сечения.

Для вывода уравнения, определяющего равновесное состояние стержня, воспользуемся принципом возможных перемещений, согласно которому

$$\delta A_{\text{внут}} - \delta A_{\text{внеш}} = 0 \quad (5)$$

на действительных перемещениях.

Пренебрегая растяжением нейтральной оси стержня, для работы внутренних сил $\delta A_{\text{внут}}$ получаем выражение

$$\delta A_{\text{внут}} = \int_0^l M \delta \kappa ds = \int_0^l E \cdot I \cdot \bar{\Theta}' \cdot \delta \Theta' ds. \quad (6)$$

Так как $\delta \Theta'_0 = 0$ (Θ_0 — известная функция от s), то $\delta \Theta' = \delta(\bar{\Theta} + \Theta_0) = \delta \bar{\Theta}$, и преобразуя (6) получаем

$$\delta A_{\text{внут}} = \int_0^l E \cdot I \cdot \bar{\Theta}' \cdot \delta \bar{\Theta}' ds = (E \cdot I \cdot \bar{\Theta}' \cdot \delta \bar{\Theta}) \Big|_0^l - \int_0^l (E \cdot I \cdot \bar{\Theta}')' \cdot \delta \bar{\Theta} ds. \quad (7)$$

При подсчете работы внешней силы $\delta A_{\text{внеш}}$ следует иметь в виду, что при возможном перемещении $\delta \Theta(e)$ компоненты силы P получают приращения δPx и δPy из-за изменения наклона $\Theta(e)$ конца стержня. Для этих приращений справедливы выражения

$$\begin{aligned} \delta Px &= P \cdot \delta(\cos(\Theta(l) + \alpha)) = -P \cdot \sin(\Theta(l) + \alpha) \cdot \delta \Theta(l), \\ \delta Py &= P \cdot \delta(\sin(\Theta(l) + \alpha)) = P \cdot \cos(\Theta(l) + \alpha) \cdot \delta \Theta(l). \end{aligned} \quad (8)$$

Для $\delta A_{\text{внеш}}$ имеем

$$\delta A_{\text{внеш}} = (Px + \delta Px) \cdot \delta X(l) + (Py + \delta Py) \delta y(l). \quad (9)$$

Так как (рис. 1)

$$dx = \cos \Theta ds; \quad dy = \sin \Theta ds,$$

то

$$\begin{aligned} X(l) &= \int_0^l \cos \Theta ds; & y(l) &= \int_0^l \sin \Theta ds, \\ \delta X(l) &= \int_0^l (-\sin \Theta \cdot \delta \Theta) ds; & \delta y(l) &= \int_0^l (\cos \Theta \delta \Theta) ds. \end{aligned} \quad (10)$$

Учитывая, что $\delta\Theta = \delta\bar{\Theta}$, из (8)—(10) получаем

$$\delta A_{\text{внеш}} = \int_0^l P [(\sin(\Theta(l) + \alpha) + \cos(\Theta(l) + \alpha) \cdot \delta\bar{\Theta}(l)) \cdot \cos \Theta \cdot \delta\Theta - (\cos(\Theta(l) + \alpha) - \sin(\Theta(l) + \alpha) \cdot \delta\bar{\Theta}(l)) \cdot \sin \Theta \delta\bar{\Theta}] ds. \quad (11)$$

Отбрасывая в (11) члены, содержащие $(\delta\Theta)^2$, и подставляя (11) и (7) в (5), получаем

$$E(l) \cdot I(l) \cdot \bar{\Theta}'(l) \cdot \delta\bar{\Theta}(l) - E(0) \cdot I(0) \cdot \bar{\Theta}'(0) \cdot \delta\bar{\Theta}(0) - \int_0^l [(E \cdot I \cdot \bar{\Theta}')' + P(\sin(\Theta(l) + \alpha) \cdot \cos \Theta - \cos(\Theta(l) + \alpha) \sin \Theta)] \delta\bar{\Theta} ds = 0.$$

Ввиду произвольности вариации $\delta(\bar{\Theta})$, для равенства нулю (12) необходимо и достаточно выполнение условий

$$\begin{aligned} (E \cdot I \cdot \bar{\Theta}')' + P(\sin(\bar{\Theta}(l) + \alpha + \Theta_0(l)) \cdot \cos(\bar{\Theta} + \Theta_0) - \\ - \cos(\bar{\Theta}(l) + \Theta_0(l) + \alpha) \cdot \sin(\bar{\Theta} + \Theta_0)) = 0. \\ \bar{\Theta}(0) = 0, \quad 0 \leq s \leq l, \\ \bar{\Theta}'(l) = 0. \end{aligned} \quad (13)$$

Нелинейная краевая задача (13) определяет равновесное состояние сильно изогнутого упругого стержня под действием следящей нагрузки P , причем координаты точек стержня в деформированном состоянии можно определить по известной $\bar{\Theta}(s)$

$$X(s) = \int_0^s \cos(\bar{\Theta} + \Theta_0) ds; \quad y(s) = \int_0^s \sin(\bar{\Theta} + \Theta_0) ds. \quad (14)$$

Для решения краевой задачи (13) был использован быстро сходящийся метод Ньютона—Канторовича, причем возникающие на каж-

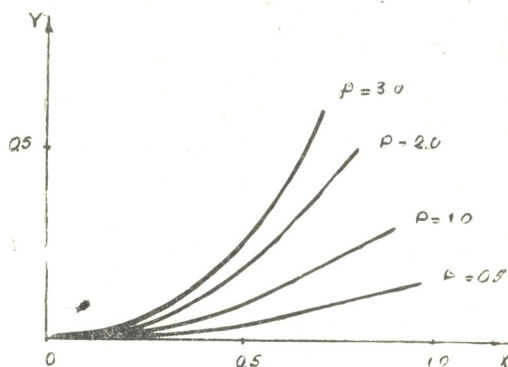


Рис. 2

дом приближении линейные краевые задачи решались с помощью метода конечных разностей.

На рис. 2 представлены результаты расчетов задачи для упругого прямолинейного стержня с параметрами $E \cdot I = 1.0$, $l = 1.0$, $\alpha = 90^\circ$ (сила

\bar{P} перпендикулярна концу стержня) для различных P (величина P указана около соответствующей кривой).

Интересно отметить, что при нагрузках $P > 4$ не удалось получить устойчивого статического решения. Сходимость алгоритма Ньютона—Канторовича до $P = 3.0$ наблюдалась за 4—7 приближений.

Грузинский политехнический институт
 им. В. И. Ленина

(Поступило 25.11.1983)

მეცნიერება

ბ. გოცვაძე, დ. ღონიაშვილი

დრეკადი ღეროს ძლიერი ღუნვა მიმყოფი დატვირთვით

რ ე ზ ი მ ე

ნაშრომში მიღებულია ღეროს ბოლოზე α კუთხით მოდებული მიმყოფი დატვირთვით გამოწვეული ძლიერი ღუნვის სასაზღვრო ამოცანა რომელიც განსაზღვრავს დრეკადი, კონსოლურად ჩამაგრებული, წინასწარ გაღუნული ბრტყელი ღეროს წონასწორულ მდგომარეობას. მოცემული სასაზღვრო ამოცანის რიცხობრივი ამოხსნების მისაღებად გამოყენებულია ნიუტონ—კანტოროვიჩისა და სასრულო სხვაობების მეთოდები შესაბამისად არაწრფივი და წრფივი სასაზღვრო ამოცანებისათვის. მოყვანილია მოცემული სასაზღვრო ამოცანის რიცხობრივი შედეგები.

MECHANICS

G. I. BOTSVDZE, D. E. GONIASHVILI

STRONG BEND OF ELASTIC BAR WITH TRACKING LOAD

Summary

The paper considers a boundary problem of the strong bend of a bar under the action of a tracking load applied at the end of the angle α , determining the equilibrium state of an elastic, preliminarily bent plane bar, supported as a cantilever. In order to obtain numerical solutions of the problem the method of Newton-Kantorovich and that of finite differences were used for the nonlinear and linear boundary problems, respectively. An example of a numerical solution of the boundary problem is adduced.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. П. Тимошенко, Дж. Гере. Механика материалов. М., 1976, 669.
2. Оден, Чайлдс. Прикладная механика, серия Е, № 1, 1970, 52—56.
3. Frisch-Fay, K. Flexible Bars. Butterworth and Co. Ltd., London, 1962.

М. П. ЧАВЛЕЙШВИЛИ

ОБ ОПТИМАЛЬНОСТИ ДИСПЕРСИОННОГО НЕРАВЕНСТВА ДЛЯ КОМПТОН-ЭФФЕКТА НА НУКЛОНЕ

(Представлено академиком А. Н. Тавхелидзе 7.6.1982)

Для описания процессов рассеяния частиц со спином можно использовать инвариантные или спиральные амплитуды. При этом если значение спина увеличивается, технические трудности возрастают. Это служит серьезным препятствием для обобщения выводов, полученных в простейших случаях малых значений спинов (0, 1/2), на случай, когда частицы имеют спин больше половины, а также для нахождения таких свойств, которые были бы общими для бинарных реакций частиц с произвольным спином. Неудачный выбор набора амплитуд может привести к дополнительным усложнениям искусственного характера.

В работах, посвященных изучению аналитических свойств матрицы рассеяния, часто используются инвариантные амплитуды, так как они свободны от кинематических особенностей и являются независимыми. Однако разложение на инвариантные амплитуды неоднозначная и сложная процедура и делается для каждой реакции отдельно.

Рассмотрение процессов с участием частиц со спином удобнее на языке спиральных амплитуд. Формализм спиральных амплитуд является простым и общим. Сами спиральные амплитуды имеют ясный физический смысл, из них кинематические особенности можно выделить в виде множителей для любых бинарных процессов. К неудобству спирального формализма относится то обстоятельство, что в определенных точках спиральные амплитуды не являются независимыми, они связаны линейными соотношениями — условиями связи.

Рассматривая амплитуду рассеяния как единую аналитическую функцию, можно получить строгие ограничения на физические величины, в частности, асимптотические соотношения между дифференциальными сечениями и правила сумм [1, 2]. Исходя из общих кинематических и динамических требований и используя методы субгармонического анализа [3, 4], можно получить для дифференциального сечения комптон-эффекта на нуклоне при $t=0$ модельно независимое дисперсионное неравенство типа правила сумм [5, 6]

$$1 + \frac{\nu_0^2 \mu^2}{m^4 e^4} \leq \beta \exp \left\{ \frac{\nu_0}{2\pi} \int_{\nu_0^2}^{\infty} \ln \left[(m^2 + 2\omega) \frac{d\sigma}{d\Omega}(\omega, t=0) \right] \frac{d\omega^2}{\omega^2 (\omega^2 - \nu_0^2)^{1/2}} \right\}, \quad (1)$$

где e — заряд; μ — магнитный момент; m — масса нуклона;

$$\nu_0 = \frac{m_\pi}{2} (2m + m_\pi),$$

m_π — масса π -мезона. Оказалось, что коэффициент β принимает минимальное значение, а полученное неравенство будет максимально ограничитель-



ным (оптимальным), если полностью используется имеющая отношение к делу кинематическая информация.

Неравенство (1) было получено в подходе, где используются инвариантные амплитуды. Из-за сложности формализма аналогичное неравенство для комптоновского рассеяния на мишени со спином $1/2$ (нуклоне) при $t \neq 0$ в явном виде не получено. Не удалось получить неравенства и для случаев мишени с большим спином.

При доказательстве дисперсионных теорем для комптон-эффекта и фоторождения в работах [7—9] был использован спиральный формализм. С помощью спиральных амплитуд аннигиляционного t -канала в [10] был предложен новый подход к получению дисперсионных неравенств. Такой формализм оказался проще применяемых ранее. Этот метод одновременно и более общий. В таком подходе, в принципе, можно получить дисперсионные неравенства для комптоновского рассеяния на мишени с произвольным спином. Однако в спиральном подходе вопрос об оптимальности этих неравенств следует изучать специально из-за наличия кинематических связей.

Дисперсионное неравенство для комптоновского рассеяния на мишени со спином 0 (пионе) было получено с помощью спиральных амплитуд в [11]. Для этой реакции кинематическая информация учитывается полностью — кинематические особенности выделены, связи отсутствуют. Вопрос об оптимальности не возникает. На t -канальные спиральные амплитуды комптоновского рассеяния на нуклоне в точке $t=0$ накладывается условие связи. Тогда можно их не учитывать, но полученные ограничения могут оказаться неоптимальными и, стало быть, менее ценными; или надо попытаться их учесть, это усложнит технику и затруднит получение оптимальных неравенств.

В настоящей работе изучается роль условия связи для получения оптимального дисперсионного неравенства для комптон-эффекта на нуклоне в подходе, где используются t -канальные спиральные амплитуды. Дифференциальное сечение выражается через t -канальные спиральные амплитуды следующим образом:

$$\frac{d\sigma}{d\Omega}(\nu, t) = \frac{1}{64\pi^2(2m^2 - 4\nu - t)} \sum_{i=1}^6 |f_i(\nu, t)|^2. \quad (2)$$

Здесь $\nu = \frac{s-u}{4}$; s, t, u — обычные инвариантные переменные. Учтено кросс-соотношение. Формула (2) исходная для получения неравенства, притом существенно, что в нее входят только модули амплитуд. Для независимых t -канальных спиральных амплитуд $f_{\lambda_3\lambda_4, \lambda_1\lambda_2}^t(\nu, t)$ (λ_i — спиральности соответствующих частиц) ввели обозначения

$$\begin{aligned} f_{1/2\ 1/2, 11}^t &= f_1, & f_{-1/2\ -1/2, 11}^t &= f_2, & \sqrt{2} f_{1/2\ -1/2, 11}^t &= f_3, \\ \sqrt{2} f_{1/2\ 1/2, 1-1}^t &= f_4, & f_{1/2\ -1/2, 1-1}^t &= f_5, & f_{-1/2\ 1/2, 1-1}^t &= f_6. \end{aligned} \quad (3)$$

При рассеянии вперед $t=0$. В точке $t=0$ на t -канальные амплитуды накладывается условие связи [12]

$$f_4 + \sqrt{2} f_5 + f_6 = 0. \quad (4)$$

Кинематическая связь впервые была получена для нуклон-нуклонного рассеяния [13]. Для виртуального комптон-эффекта кинематические связи рассматривались в работе [14].

Кинематическая связь согласовывает при стремлении t к нулю поведение s - и t -канальных спиральных амплитуд, которые связаны кроссинг-соотношением.

Рассмотрим амплитуды, которые входят в условие (4). Спиральные амплитуды содержат кинематические особенности. Регуляризованные амплитуды R_i , имеющие только динамические особенности, связаны со спиральными следующим образом [15]:

$$R_4 = \frac{f_4}{t^{3/2} \sqrt{t - 4m^2} \sin^2 \theta_t} f_4,$$

$$R_5 = \frac{1}{t(t - 4m^2) \sin \theta_t} \left[\frac{f_5}{\cos^2 \frac{\theta_t}{2}} + \frac{f_6}{\sin^2 \frac{\theta_t}{2}} \right], \quad (5)$$

$$R_6 = \frac{1}{t^{3/2} \sqrt{t - 4m^2} \sin \theta_t} \left[\frac{f_5}{\cos^2 \frac{\theta_t}{2}} - \frac{f_6}{\sin^2 \frac{\theta_t}{2}} \right].$$

Здесь θ_t — угол рассеяния в системе центра масс t -канала.

$$\sin \theta_t = \frac{a(\nu, t)}{\sqrt{t}}, \quad (6)$$

где $a(\nu, t)$ конечна и не содержит особенностей по t при $t \rightarrow 0$.

При получении дисперсионного неравенства амплитуда рассматривается как функция ν и t . Переходя к этим переменным, получаем

$$f_i(\nu, t) = \sqrt{t} \Phi_i(\nu, t), \quad (7)$$

$\Phi_i(\nu, t)$ ($i=4, 5, 6$) не содержат полюс при $t=0$. Следовательно, при $t=0$ все три амплитуды, входящие в условие связи, обращаются в ноль. (Условие связи коррелирует степень обращения в ноль соответствующих регуляризованных амплитуд.) Тогда при $t=0$ в дифференциальное сечение не будут давать вклада те амплитуды, на которые накладывается условие связи.

Таким образом, при выводе дисперсионного неравенства для комптон-эффекта на нуклоне условие связи роли не играет, поэтому полученное ограничение в формализме t -канальных амплитуд будет оптимальным. Более общий вывод состоит в том, что для получения дисперсионных неравенств (в частности, в случае комптон-эффекта на мишени со спином больше половины) удобнее использовать формализм спиральных амплитуд.

მ. ჩავლეიშვილი

დისპერსიული უტოლობის ოპტიმალურობის შემსახებ ნუკლონზე
კომპტონ-ეფექტისათვის

რეზიუმე

t -არხის სპირალური ამპლიტუდების ფორმალბზმში გამოკვლეულია ოპტი-
მალური დისპერსიული უტოლობის მიღების შესაძლებლობის საკრთხი ნუკ-
ლონზე კომპტონ-ეფექტის დიფერენციალური კვეთისათვის.

t -არხის ამპლიტუდების კინემატიკური ანალიზის საფუძველზე ნაჩვენებია,
რომ კინემატიკური ბზა $t=0$ წერტილში ხელს არ უშლის ოპტიმალური დის-
პერსიული უტოლობების მიღებას.

PHYSICS

M. P. CHAVLEISHVILI

ON THE OPTIMALITY OF DISPERSION INEQUALITY FOR A
NUCLEON COMPTON-EFFECT

Summary

The question of derivation of an optimal dispersion inequality for a
nucleon Compton-effect differential cross section is considered in t -channel
helicity formalism.

Analyzing the kinematic structure of t -channel helicity amplitudes, it
is shown that, in spite of the kinematic constraint at $t=0$, the dispersion
inequality will be optimal.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. A. Logunov *et al.* Phys. Lett., 24B, 1967, 181.
2. A. A. Логунов, М. А. Мествиришვილი, О. А. Хрусталева. ЭЧАЯ, № 3,
1972, 515.
3. Norbert Wiener, E. J. Akutowicz. J. Math. Mech. № 8, 1959, 111.
4. S. Okubo, In: Fundamental Interactions in Physics and Astrophysics. New York,
1972, 206.
5. J. Guiasu, E. E. Radescu. Phys. Rev., D10, 1974, 3036.
6. J. Guiasu *et al.* Ann. Phys., 127, 1980, 436.
7. Р. М. Мурадян, М. П. Чавлейшვილი. ТМФ, 8, 1971, 16.
8. М. П. Чавлейшვილი. Препринт ОИЯИ P2-9417, Дубна, 1975.
9. М. П. Чавлейшვილი. Сообщения АН ГССР, 81, 1976, 345.
10. М. П. Чавлейшვილი. Препринт ОИЯИ P2-82-114. Дубна, 1982.
11. М. П. Чавлейшვილი. Труды ТГУ, 213, 1980, 51.
12. S. R. Chondhuri, D. Z. Freedman. Phys. Rev., 168, 1968, 1739.
13. Д. В. Волков, В. Н. Грибов. ЖЭТФ, 44, 1963, 1068.
14. М. П. Чавлейшვილი. Труды молодых научных работников ТГУ, Тбилиси,
1974, 135.
15. J. R. Ader *et al.* Nuovo Cim., 56A, 1968, 315.



Г. Г. ДИДЕБУЛИДZE, А. Д. ПАТАРАЯ, Р. Г. ЧАНИШВИЛИ

ПОВЕДЕНИЕ F-СЛОЯ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ СОЛИТОНА ГРАВИТАЦИОННЫХ ВОЛН

(Представлено членом-корреспондентом Академии Дж. Г. Ломинадзе 18.11.1982)

Известно, что распределение электронной плотности по высоте в слое F хорошо аппроксимируется с ченменовским профилем [1]. В атмосфере существуют разные типы возмущений, которые влияют на распределение электронной концентрации в слое F . В работах [2—4] было рассмотрено поведение F -слоя под влиянием линейных внутренних гравитационных волн (ВГВ). При сравнительно больших возмущениях в атмосфере могут появляться солитоны нелинейных ВГВ. В настоящей работе исследуется влияние солитона ВГВ на F -слой.

Хорошо известно, что уравнение электронной концентрации для области F в ночных условиях при существовании горизонтально перемещающихся нейтральных волн имеет вид [3]

$$\frac{dn_e}{dt} + \frac{d}{dz} \left[-D_0 \exp \left\{ \frac{z}{H} \right\} \left(\frac{\partial n_e}{\partial z} + \frac{n_e}{2H} \right) + n_e W \sin \Theta \cos \Theta \right] + \beta n_e = 0, \quad (1)$$

где n_e — концентрация электронов; H — высота однородной атмосферы; $D_0 \exp(z/H)$ — коэффициент амбиполярной диффузии; $\beta = \beta_0 \exp(-pz/H)$ — коэффициент рекомбинации (p характеризует перемешивание газа); $z = h - h_0$ — разность между данной и начальной высотами; Θ — угол между магнитным полем и направлением вдоль вертикали.

$$\text{В работе [3]} \quad W = A \exp \left(\frac{xz}{H} \right) \cos \omega (t - \bar{t}_0), \quad (2)$$

что соответствует линейной ВГВ. В настоящей работе исследуется уравнение (1) для случая, когда W имеет вид солитона:

$$W = A \operatorname{sech} h^2 [\Omega (t - \bar{t}_0)] \exp \left(\frac{xz}{H} \right), \quad (3)$$

где

$$\Omega = A^{1/2} \frac{V^{1/2}}{H} \left[\frac{2\gamma - 1}{(\gamma - 2)^2} \right]^{1/2};$$

\bar{t}_0 — некоторое начальное время, задающее нам фазу W в момент $t = \bar{t}_0$; A — максимальная амплитуда солитона; V — максимальная групповая скорость ВГВ; γ — постоянная, характеризующая отношение удельных теплоемкостей при неизменном давлении и объеме. $0 \leq x <$

$$< \frac{1}{2}.$$



Формулу (2) можно получить с помощью уравнений гидродинамики нейтрального газа в предположении слабонейности для волн, распространяющихся вдоль горизонтального направления.

Для решения уравнения (1) n_e представим в виде суммы малых возмущений $n_e = n_0 + n_1 + n_2 + \dots$. Тогда уравнение (1) в первом и втором приближениях принимает вид

$$\frac{\partial n_0}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial z} \left[-D_0 \exp \left\{ \frac{z}{H} \right\} \left(\frac{\partial n_0}{\partial z} + \frac{n_0}{2H} \right) \right] + B \exp \left\{ -\frac{xz}{H} \right\} n_0 W \sin \Theta \cos \Theta + \beta_0 \exp \left\{ -\frac{z}{H} \right\} n_0 = 0, \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial n_1}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial z} \left[-D_0 \exp \left\{ \frac{z}{H} \right\} \left(\frac{\partial n_1}{\partial z} + \frac{n_1}{2H} \right) \right] + \beta_0 \exp \left\{ -\frac{z}{H} \right\} n_1 = \\ = -\frac{\partial}{\partial z} (W n_0 \sin \Theta \cos \Theta) + B \exp \left\{ -\frac{xz}{H} \right\} \sin \Theta \cos \Theta n_0 - \\ - \beta_0 n_0 \left(\exp \left\{ -\frac{pz}{H} \right\} - \exp \left\{ -\frac{z}{H} \right\} \right), \end{aligned} \quad (5)$$

где B — постоянная, которая в дальнейшем будет оценена из условия малости правой части уравнения (5) в точке максимума пика электронной концентрации.

Решение уравнения (4) имеет вид

$$\begin{aligned} n_0 = N \exp \{ A_0 t h \Omega (t_0 - t) \} \exp \left[-\frac{z}{2H} - \frac{\alpha}{2} \exp \left\{ -\frac{z}{H} \right\} \right] \times \\ \times \exp \{ -E_0 (t - t_0) + A_0 t h \Omega (t - t_0) \}, \end{aligned} \quad (6)$$

где

$$\alpha = 2H \left(\frac{\beta_0}{D_0} \right)^{1/2}; \quad E_0 = \frac{(\beta_0 D_0)^{1/2}}{2H};$$

$$A_0 = -\frac{A \alpha^{-\alpha+1/2}}{2H\Omega} (2\alpha + \alpha - 1) \sin \Theta \cos \Theta = -\frac{AB}{\Omega} \sin \Theta \cos \Theta;$$

N — максимальная концентрация электронов в момент $t = t_0$ при отсутствии солитона.

Если $W(t)$ определена по формуле (2), тогда получается, что это решение более точно удовлетворяет основному уравнению в области пика, чем полученное в работе [3].

С помощью преобразования $n_1 = \zeta^{1/4} Z(\zeta, t)$, где $\zeta = \alpha \exp(-z/H)$; уравнение (5) принимает вид, для которого функция Грина известна [3] и ее разложение по полиномам Лагерра дает

$$\begin{aligned} G(\zeta, \zeta'; t, t') = 4 E_0 \sum_{n=0}^{\infty} \exp \{ E_n (t - t') \} U(t - t') \zeta^{1/4} \zeta'^{1/4} \times \\ \times \frac{e^{-(\zeta + \zeta')/2} L_n^{-1/2}(\zeta) L_n^{-1/2}(\zeta')}{\Gamma(n+1) \Gamma\left(n + \frac{1}{2}\right)}, \end{aligned} \quad (7)$$

где

$$E_n = - \left(n + \frac{1}{4} \right) 4 E_0;$$

$$L_n^{-1/2}(\zeta) = e^{\zeta} \zeta^{1/2} \frac{d^n}{d\zeta^n} (\zeta^{(n-1)/2} e^{-\zeta});$$

$$U(t-t') = \begin{cases} 1 & (t > t'), \\ 0 & (t < t'). \end{cases}$$

С помощью (7) решение уравнения (5) для $n=0$ имеет вид

$$n_1 = \frac{N}{\pi^{1/4}} \exp \{A_0 t h \Omega (t_0 - \bar{t}_0)\} \exp \left[-\frac{z}{2H} - \frac{\alpha}{2} \exp \left\{ -\frac{z}{H} \right\} \right] \exp \{-E_0 (t-t_0)\} \times$$

$$\times \left\{ \left[\frac{\beta_0 \pi^{1/2}}{2\alpha} - \frac{\beta_0}{\alpha^p} \Gamma \left(p + \frac{1}{2} \right) \right] \int_{t_0}^t \exp \{A_0 t h \Omega (t' - t_0)\} dt' + (HB)^{-1} \times \right.$$

$$\times \left[\left(\chi - \frac{1}{2} \right) \Gamma \left(-\chi + \frac{1}{2} \right) + \frac{\pi^{1/2}}{4} \right] [\exp \{A_0 t h \Omega (t - \bar{t}_0)\} -$$

$$\left. - \exp \{A_0 t h \Omega (t_0 - \bar{t}_0)\}] \right\}. \quad (8)$$

Следует заметить, что зависимость коэффициента A_0 от амплитуды солитона ВГВ сильнее отличается от аналогичного коэффициента линейных волн. В нашем случае $A_0 \sim A^{1/2}$, а для линейных ВГВ $A_0 \sim A$.

Нами было получено выражение (8) с помощью теории возмущения, которое требует условия $|n_1/n_0| < 1$. Вычисляя это отношение в двух случаях 1) $p=1$; $\chi=1/2$; $\alpha=3,5$; $V=700$ м/сек; $A=20$ м/сек, 2) $p=1$, $\chi=1/2$; $\alpha=4$; $V=850$ м/сек, $A=100$ м/сек, соответственно получаем

$$\left| \frac{n_1}{n_0} \right| \sim 0,3 |1 - \exp \{0,04 [th\Omega (t_0 - \bar{t}_0) - th\Omega (t - \bar{t}_0)]\}|$$

и

$$\left| \frac{n_1}{n_0} \right| \sim 0,3 |1 - \exp \{0,1 [th\Omega (t_0 - \bar{t}_0) - th\Omega (t - \bar{t}_0)]\}|.$$

Академия наук Грузинской ССР
Городская лаборатория Абастуманской
астрофизической обсерватории

Тбилисский государственный университет

(Поступило 19.11.1982)

ფიზიკა

ბ. დიღებუღიძე, ა. კატარია, რ. ხანიშვილი

F-ფენის ურფაცვევა გრავიტაციული ტალღების სოლიტონის
გავლენის ქვეშ

რეზიუმე

განხილულია არაწრფივი შინაგანი გრავიტაციული ტალღების სოლიტონის გავლენა F-ფენაში ელექტრონების კონცენტრაციის სიმალის მიხედვით განაწილებაზე. მოცემულია განაწილების ანალიზური სახე პირველ და მეორე მიხედობაში.

G. G. DIDEBULIDZE, A. D. PATARAYA, R. G. CHANISHVILI

ON THE BEHAVIOUR OF THE *F*-LAYER UNDER THE INFLUENCE
OF THE GRAVITY WAVES SOLITON

Summary

The effect of the soliton of the internal nonlinear gravity waves on the height distribution of electrons in the *F*-layer is considered. An analytical solution of the distribution is given in the first and second approximation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. И. Акософу, С. Чепмен. Солнечно-земная физика, ч. II. М., 1975.
2. J. Testud, P. Francois. J. Atmosph. Terr. Phys. 33, № 5, 1971.
3. H. S. Porter, T. F. Tuan. J. Atmosph. Terr. Phys. № 36, 135-157.
4. Р. Г. Гачечиладзе, А. Г. Хантадзе. Геомагнетизм и аэрономия. XVII, 4, 1977.



Г. Т. АДАМАШВИЛИ

ВЛИЯНИЕ РЕЛАКСАЦИИ НА АКУСТИЧЕСКУЮ
 САМОИНДУЦИРОВАННУЮ ПРОЗРАЧНОСТЬ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 27.1.1983)

Явление акустической самоиндуцированной прозрачности (АСИП) заключается в просветлении резонансной среды под действием звукового импульса, длительность которого меньше времен необратимой релаксации, а интенсивность превосходит некоторую пороговую величину. Такой импульс характеризуется значительной задержкой в среде и деформацией ее формы.

Предположим, что звуковой импульс поперечной поляризации распространяется вдоль одной из осей 4-го порядка (z-ось) нематаллического диамагнитного кристалла, содержащего малую концентрацию парамагнитных примесей с эффективным спином $S = \frac{1}{2}$. В этом же направлении приложено постоянное магнитное поле H_0 . Намагниченность среды, наведенная полем, можно вычислить из системы уравнений Блоха [1]

$$\rho_{\pm}^{\dot{}} = i\Delta\omega\rho^{\pm} - 2r\langle S^z \rangle - \frac{\rho^{\pm}}{T_2}, \quad \langle S^z \rangle_{\dot{}} = r\rho^{-} - q\rho^{+} - \frac{\langle S^z \rangle - N_0}{T_1}. \quad (1)$$

Величины ρ^{\pm} , r и q определяются из соотношений

$$\langle S^{\pm} \rangle = \pm i\rho^{\pm} \exp[\pm i(\omega t - kz)], \quad q = -r^* = -\frac{\mathcal{L}}{2\hbar} \mathcal{E}^{-},$$

$$\epsilon_{xz}^{\pm} = \epsilon_{yz} \pm i\epsilon_{yz} = \mathcal{E}^{\pm} \exp[\pm i(\omega t - kz)], \quad \mathcal{L} = \beta H_0 F_{xzxz},$$

$$F_{xzxz} = F_{yzyz}, \quad \tau = t - \frac{z}{v_0}, \quad \Delta\omega = \omega_0 - \omega, \quad \omega_0 = \gamma H_0,$$

где ϵ_{xz} , ϵ_{yz} и F_{xzxz} — компоненты тензоров деформации и спин-фононной связи; N_0 — равновесное значение величины $\langle S^z \rangle$; β — магнетон Бора; v_0 — скорость звука в точке $z=0$.

С другой стороны, решая волновое уравнение

$$q_z = \langle \rho^{-} \rangle = \kappa \int_{-\infty}^{+\infty} g(\Delta\omega) \rho^{-}(\Delta\omega) d\Delta\omega, \quad \kappa = \frac{\mathcal{L}^2 n_0 \omega}{8 \rho_0 v_0^3 \hbar}, \quad (2)$$

(где ρ_0 — плотность кристалла; n_0 — число активных частиц в единице объема; $g(\Delta\omega)$ — нормированная функция неоднородного уширения линии электронного акустического резонанса), можно найти поле, индуцированное намагниченностью среды. В результате самосогласованного решения указанных нелинейных систем уравнений находим параметры импульса.



При длительностях импульса порядка времен релаксации становятся существенными релаксационные эффекты. Цель настоящей работы исследовать влияние поперечной релаксации на АСИП.

Ввиду того что в твердых телах $T_2 \ll T_1$, в дальнейшем будем полагать $T_1 \rightarrow \infty$.

Решение системы уравнений (1) и (2) будем проводить с помощью теории возмущений, развитой на базе метода обратной задачи рассеяния (МОЗР) [2]. Этот метод основан на рассмотрении вспомогательной спектральной задачи Захарова—Шабата (ЗШ):

$$u_\tau + i\xi u = qv, \quad v_\tau - i\xi v = ru.$$

Предположим, что $\Phi = \begin{pmatrix} \Phi_1 \\ \Phi_2 \end{pmatrix}$ и $\bar{\Phi} = \begin{pmatrix} \Phi_2^* \\ -\Phi_1^* \end{pmatrix}$ есть первая пара линейно независимых решений уравнений ЗШ и определяется следующими асимптотическими условиями:

$$\Phi \rightarrow \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} \exp\{-i\xi\tau\}, \quad \bar{\Phi} \rightarrow \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \end{pmatrix} \exp\{i\xi\tau\} \text{ при } \tau \rightarrow -\infty.$$

Из асимптотических условий при $\tau \rightarrow +\infty$, $\Phi \rightarrow \begin{pmatrix} a \exp\{-i\xi\tau\} \\ b \exp\{i\xi\tau\} \end{pmatrix}$, определяются величины a , b , a^* , b^* ($aa^* + bb^* = 1$). Вторая пара линейно независимых решений $\Psi = \begin{pmatrix} \Psi_1 \\ \Psi_2 \end{pmatrix}$ и $\bar{\Psi} = \begin{pmatrix} \Psi_2^* \\ -\Psi_1^* \end{pmatrix}$ связана с величинами Φ и $\bar{\Phi}$ соотношениями

$$\Phi = a\bar{\Psi} + b\Psi, \quad \bar{\Phi} = -a^*\Psi + b^*\bar{\Psi}. \quad (4)$$

Функцию $a(\xi)$ можно аналитически продолжить в верхнюю полуплоскость ξ . Его нули $\xi_j = \zeta_j + i\eta_j$ ($a(\xi_j) = 0$, $j = 1, 2, \dots$) совпадают с дискретным спектром уравнений ЗШ и для этих значений ξ_j имеем $\Phi(\xi_j) = b(\xi_j)\Psi(\xi_j)$.

Величины q и r можно выразить через данные рассеяния и квадраты собственных функций уравнений ЗШ ($i = 1$)

$$\begin{pmatrix} q \\ -r \end{pmatrix} = 2i \left[\frac{b(\xi_1)}{a_1'} \begin{pmatrix} \Psi_1^2 \\ \Psi_2^2 \end{pmatrix}_{\xi=\xi_1} - \frac{b^*(\xi_1)}{a_1'^*} \begin{pmatrix} \bar{\Psi}_1^2 \\ \bar{\Psi}_2^2 \end{pmatrix}_{\xi=\xi_1} \right], \quad a_1' = \left(\frac{\partial a}{\partial \xi} \right)_{\xi=\xi_1}, \\ a_1'^* = \left(\frac{\partial a^*}{\partial \xi} \right)_{\xi=\xi_1^*} \quad (5)$$

(влиянием непрерывного спектра пренебрегаем, считая, что $b(\xi) = 0$).

Эволюция данных рассеяния определяются из соотношений

$$\frac{\partial \xi_1}{\partial z} = \frac{b(\xi_1)}{a_1'} I(\xi_1), \quad \frac{\partial D_1}{\partial z} = \frac{a_1''}{(a_1')^3} I(\xi_1) - \frac{J(\xi_1)}{(a_1')^2}, \\ D_1 = -\frac{1}{b(\xi_1)a_1'} = 2\eta_1 \exp\{i\beta_1 - 2\eta_1\tau_{01}\}, \quad (6)$$

где

$$I(\xi_1) = \int_{-\infty}^{+\infty} [r_z \Psi_1^2 - q_z \Psi_2^2] d\tau, \quad J(\xi_1) = \int_{-\infty}^{+\infty} \left[r_z \left(\frac{\partial \Psi_1^2}{\partial \xi} \right)_{\xi=\xi_1} - q_z \left(\frac{\partial \Psi_2^2}{\partial \xi} \right)_{\xi=\xi_1} \right] d\tau. \quad (7)$$



Воспользовавшись уравнениями (1), (2) и (3), выражениям (7) можно придать следующий вид [3]:

$$I(\xi_1) = -\frac{iD_1}{24\eta_1^3 T_2} (3A_1 - 2A_2 + 2iB_2), \quad (8)$$

$$J(\xi_1) = -\frac{D_1}{8\eta_1^3} (A_1 - iB_1) + \frac{D_1}{12\eta_1^3 T_2} \left[3A_2 - 2A_3 + 2i(B_3 - B_2) + \eta_1 \tau_{01} (2iB_2 - 2A_2 + 3A_1) \right], \quad (9)$$

где

$$A_n = x \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{g(\Delta\omega) d\Delta\omega}{\left[\left(\frac{\Delta\omega - 2\xi_1}{2\eta_1} \right)^2 + 1 \right]^n}, \quad B_n = x \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{g(\Delta\omega) \frac{\Delta\omega - 2\xi_1}{2\eta_1} d\Delta\omega}{\left[\left(\frac{\Delta\omega - 2\xi_1}{2\eta_1} \right)^2 + 1 \right]^n}. \quad (10)$$

Подставляя вычисленные значения I , J и Ψ в уравнения (5) и (6), получаем

$$\varepsilon^- = \frac{4\hbar\eta_1}{\mathcal{L}} \exp\{-i\beta_1\} \exp\{-2i\xi_1\tau\} \operatorname{sech} 2\eta_1(\tau - \tau_{01}),$$

$$(\xi_1)_z = \frac{1}{3\eta_1 T_2} B_2,$$

$$(\eta_1)_z = -\frac{1}{6\eta_1 T_2} (3A_1 - 2A_2),$$

$$(\beta_1)_z = \frac{1}{2\eta_1} B_1 + \frac{1}{3\eta_1^3 T_2} (-3B_2 + 2B_3 + 2\eta_1 \tau_{01} B_2),$$

$$(\tau_{01})_z = \frac{1}{4\eta_1^3} A_1 + \frac{1}{6\eta_1^3 T_2} (2A_3 - 3A_2).$$

В этих соотношениях величины $\frac{4\hbar\eta_1}{\mathcal{L}}$ и $\frac{1}{2\eta_1}$ представляют собой амплитуду и ширину 2π -импульса (солитона).

В случае $\eta_1 T_2^* \ll 1$ получаем

$$\eta_1(z) = \eta_1(0) - \frac{\alpha}{3T_2} z,$$

$$\tau_{01}(z) = \tau_{01}(0) + \frac{3}{4} T_2 \left[\ln \frac{\eta_1(0)}{\eta_1(z)} - \frac{1}{T_2} \left(\frac{1}{\eta_1(z)} - \frac{1}{\eta_1(0)} \right) \right], \quad (11)$$

где $\alpha = 2\pi\kappa g(\Delta\omega)$ — коэффициент резонансного акустического поглощения.

Соотношение (11) определяет время задержки 2π -импульса при учете поперечной релаксации.

ბ. აღმავალი

რელაქსაციის გავლენა აკუსტიკურ თვითინდუცირებულ
გამჭვირვალობაზე

რეზიუმე

გაბნევის შებრუნებული ამოცანის მეთოდით განხილულია რელაქსაციის გავლენა აკუსტიკურ თვითინდუცირებულ გამჭვირვალობაზე. განსაზღვრულია 2π -იმპულსის მახასიათებელი პარამეტრები.

PHYSICS

G. T. ADAMASHVILI

THE INFLUENCE OF RELAXATION ON ACOUSTIC SELF-INDUCED
TRANSPARENCY

Summary

The influence of relaxation on acoustic self-induced transparency is investigated by the method of inverse scattering transform. The parameters of the 2π -pulse are determined.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. А. Голенищев-Кутузов, В. В. Самарцев, Н. К. Соловаров, Б. М. Хабибуллин. Магнитная квантовая акустика. М., 1977.
2. В. Е. Захаров, С. В. Манаков, С. П. Новиков, Л. П. Питаевский. Теория солитонов: метод обратной задачи. М., 1980.
3. D. J. Kaup. Phys. Rev., A16, 1977, 704.

Г. Ш. КЕВАНИШВИЛИ, О. Г. КЕТИЛАДЗЕ, М. Н. ЧИХЛАДЗЕ,
 Н. М. КУРDIАНИ

ДИСПЕРСИВНЫЕ СВОЙСТВА ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ВОЛНОВОДА С ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СЛОЕМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 28.4.1983)

Диэлектрические материалы заняли прочное место в волноводной технике в качестве самых различных узлов СВЧ тракта: аттенуаторов, фазовращателей, согласующих трансформаторов, резонаторов и фильтров СВЧ и др. [1, 2].

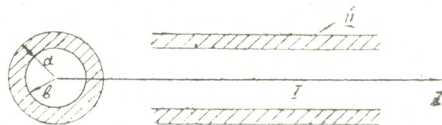
Тенденция к миниатюризации СВЧ устройств и внедрение новых высококачественных диэлектрических материалов обусловили широкое применение волноводов с частичным диэлектрическим заполнением. Частично заполненные волноводы (ЧЗВ), выполняя функцию канализующих устройств, сами составляют основу многих конструкций СВЧ диапазона. Поэтому исследование последних является одной из самых актуальных проблем техники СВЧ.

В технике СВЧ наибольшее применение получили прямоугольные волноводы с частичным диэлектрическим заполнением, так как исследование этих волноводов входят в заключительную фазу [3].

В настоящее время недостаточно исследованы цилиндрические волноводы с частичным диэлектрическим заполнением. Поэтому нами рассматриваются дисперсивные свойства цилиндрического волновода с диэлектрическим слоем.

Допустим, что в свободном пространстве вдоль оси z цилиндрической системы координат r, φ, z расположен бесконечный полый диэлектрический волновод с внешним радиусом a и внутренним b , покрытый с внешней стороны идеальным проводником (рис. 1). В таком волноводе могут распространяться медленные электромагнитные волны.

Рис. 1. I область — вакуум с параметрами ϵ_0, μ_0 . II область — диэлектрик с параметрами ϵ, μ_0



Ограничиваясь рассмотрением симметричных электромагнитных волн в предположении, что поле волновода обладает только компонентами $H_r, H_z, \mathcal{E}_\varphi$, можем записать выражения полей в областях I и II в виде

$$H_z^{(I)} = A_{\text{оп}} J_0(k_{\text{оп}} r) \exp\{-ih_{\text{оп}} z\} = A_{\text{оп}} I_0(\rho_{\text{оп}} r) \exp\{-ih_{\text{оп}} z\}, \quad (1)$$

$$\mathcal{E}_\varphi^{(I)} = \frac{i\omega\mu_0}{\rho_{\text{оп}}} A_{\text{оп}} I_1(\rho_{\text{оп}} r) \exp\{-ih_{\text{оп}} z\}, \quad (2)$$

$$(k_{\text{оп}} = i\rho_{\text{оп}}), \quad 0 \leq r \leq b,$$



$$H_z^{(II)} = [B_{оп} J_0(q_{оп} r) + C_{оп} N_0(q_{оп} r)] \exp\{-ih_{оп} z\}, \tag{3}$$

$$\mathcal{E}_\varphi^{(II)} = -\frac{i\omega\mu_0}{q_{оп}} [B_{оп} J_1(q_{оп} r) + C_{оп} N_1(q_{оп} r)] \exp\{-ih_{оп} z\}, \tag{4}$$

$$b \leq r \leq a,$$

где $A_{оп}$, $B_{оп}$ и $C_{оп}$ — неопределенные коэффициенты $p_{оп} = \sqrt{h_{оп}^2 - k_0^2}$ и $q_{оп} = \sqrt{k^2 - h_{оп}^2}$ — поперечные волновые числа; $h_{оп}$ — постоянная распределения волны; $J_0(q_{оп} r)$ и $J_1(q_{оп} r)$ — функции Бесселя; $N_0(q_{оп} r)$ и $N_1(q_{оп} r)$ — функции Неймана; $I_0(p_{оп} r)$, $I_1(p_{оп} r)$ — модифицированные функции Бесселя.

При $r=a$ с учетом граничного условия $\mathcal{E}_\varphi^{(II)} = 0$ получаем

$$B_{оп} = N_1(q_{оп} a) Q_{оп},$$

$$C_{оп} = -J_1(q_{оп} a) Q_{оп}.$$

Учитывая эти соотношения, для $H_z^{(II)}$ и $\mathcal{E}_\varphi^{(II)}$ будет справедливо

$$H_z^{(II)} = Q_{оп} [J_0(q_{оп} r) N_1(q_{оп} a) - N_0(q_{оп} r) J_1(q_{оп} a)] \exp\{-ih_{оп} z\}, \tag{5}$$

$$\mathcal{E}_\varphi^{(II)} = -\frac{i\omega\mu_0}{q_{оп}} Q_{оп} [I_1(q_{оп} r) N_1(q_{оп} a) - N_1(q_{оп} r) J_1(q_{оп} a)] \exp\{-ih_{оп} z\}. \tag{6}$$

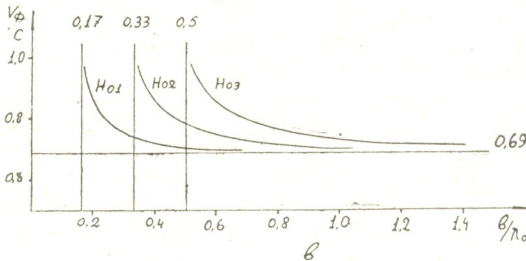
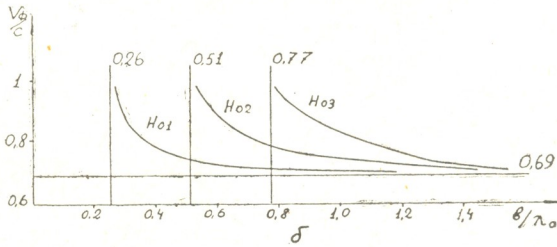
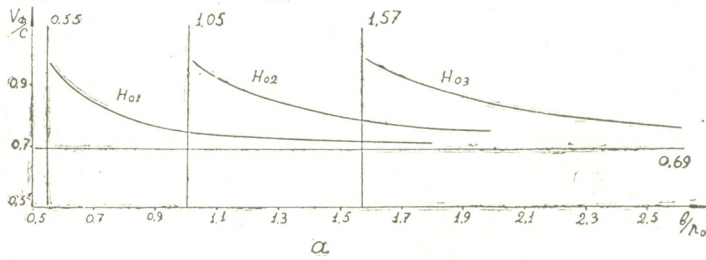


Рис. 2. Зависимость v_φ/c от b/λ_0 при $\epsilon_r=2,1$: а— $a/b=2$; б— $a/b=3$; в— $a/b=4$

С использованием граничных условий

$$H_z^{(I)} = H_z^{(II)},$$

$$\mathcal{E}_\varphi^{(I)} = \mathcal{E}_\varphi^{(II)}$$

можно записать дисперсионное уравнение для нахождения поперечных волновых чисел:

$$\frac{I_0(p_{\text{он}} b) p_{\text{он}}}{I_1(p_{\text{он}} b)} = \frac{[N_0(q_{\text{он}} b) J_1(q_{\text{он}} a) - J_0(q_{\text{он}} b) N_1(q_{\text{он}} a)] q_{\text{он}}}{[J_1(q_{\text{он}} b) N_1(q_{\text{он}} a) - N_1(q_{\text{он}} b) J_1(q_{\text{он}} a)]} \quad (7)$$

Из равенства $p_{\text{он}}^2 + k_0^2 = k^2 - q_{\text{он}}^2$ (где $k_0 = \frac{2\pi}{\lambda_0}$, λ_0 — длина волны в пустоте) следует, что $p_{\text{он}}^2 + q_{\text{он}}^2 = R^2$, причем

$$R = \omega \sqrt{\mu_0 (\epsilon - \epsilon_0)}$$

Введем обозначения $X = q_{\text{он}} b$ и $A = bR$, тогда уравнение (7) получит вид

$$\frac{I_0(\sqrt{A^2 - x^2})}{I_1(\sqrt{A^2 - x^2})} \sqrt{A^2 - x^2} = \frac{[N_0(x) J_1(x a/b) - J_0(x) N_1(x a/b)] x}{[J_1(x) N_1(x a/b) - N_1(x) J_1(x a/b)]} \quad (8)$$

что и представляет собой трансцендентное уравнение относительно величины x . Решение этого уравнения нами осуществлялось графическим путем.

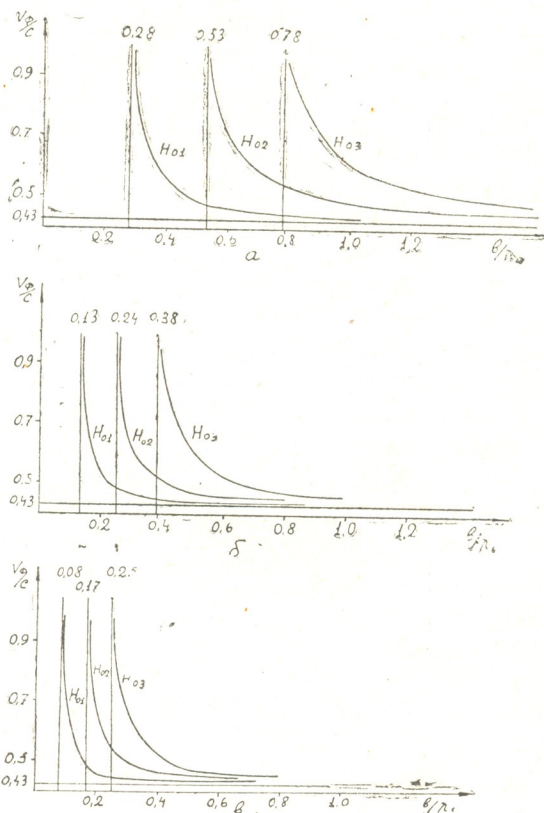


Рис. 3. Зависимость v_ϕ/c от b/λ_0 при $\epsilon_r=5,4$: а— $a/b=2$; б— $a/b=3$; в— $a/b=4$

Результаты численных расчетов представлены на рис. 2 и 3. Кривые дают зависимость отношения v_ϕ/c (где c — скорость света в вакууме) от b/λ_0 .

Кривые были рассчитаны по формуле

$$\left(\frac{v_\phi}{c}\right)_n = \frac{b/\lambda_0}{\sqrt{\left(\frac{b}{\lambda_0}\right)^2 \epsilon_r - \frac{x_n^2}{4\pi^2}}} \quad (9)$$

где ϵ , принимает значения 5,4 (слюда) и 2,1 (тефлон). Индекс n определяет тип волн, возбуждающихся в волноводе. $n=1$ соответствует волне H_{01} , $n=2$ — волне H_{02} и т. д.

Из рисунков видно, что в рассматриваемом волноводе при наличии высших типов волн одному и тому же значению b/λ_0 соответствуют различные значения фазовых скоростей, причем чем больше тип волны, тем больше ее фазовая скорость.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 29.4.1983)

ფიზიკა

ბ. ჰევისონი, მ. კეთილაძე, მ. ჩიხლაძე, ნ. კურდიანი

დიელექტრიკული ფენიანი ცილინდრული ტალღამტარის
დისპერსიული თვისებები

რეზიუმე

ნაშრომში ნაჩვენებია, რომ ტალღამტარში აღძრულ ტალღათა ფაზური სიჩქარეების მნიშვნელობა ტალღის მოცემული ტიპისათვის მკვეთრად დამოკიდებული ტალღამტარის გეომეტრიულ ზომებსა და დიელექტრიკული ფენის ფარდობით დიელექტრიკულ შეღწევადობაზე.

PHYSICS

G. Sh. KEVANISHVILI, O. G. KETILADZE, M. N. CHIKHLADZE,
N. M. KURDIANI

DISPERSION PROPERTIES OF A CYLINDRICAL WAVEGUIDE WITH A DIELECTRIC LAYER

Summary

It is shown that phase velocities of waves excited in a waveguide strongly depend on the geometrical dimensions of the waveguide and on the relative permittivity of the dielectric layer.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. И. Нефедов. Дифракция электромагнитных волн на диэлектрических структурах. М., 1977.
2. Б. Ю. Капилевич. Зарубежная электроника, № 5, 1980, 60—78.
3. Ф. Г. Богданов, Г. Ш. Кеванишвили. Изв. вузов, Радиофизика, 23, № 2, 1980, 213—218.



Дж. Г. ЧИГВИНАДЗЕ, Т. А. ДЖАПИАШВИЛИ

ИССЛЕДОВАНИЕ МАКСИМАЛЬНОЙ СИЛЫ ПИННИНГА В СВЕРХПРОВОДЯЩИХ МОНОКРИСТАЛЛАХ СПЛАВОВ $TaNb$

(Представлено академиком Э. Л. Андроникашвили 10.6.1983)

Исследованию явления пиннинга в сверхпроводниках II рода в последнее время уделяется особое внимание, так как кроме познавательного эти вопросы представляют практический интерес при создании сверхпроводящих магнитных систем.

Механическая методика исследования пиннинга [1] имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционными электрическими [2] и магнитными [3] методами. Во-первых, она гораздо более чувствительна, чем другие методы [4], во-вторых, измерения пиннинга производятся без большого транспортного тока и, соответственно, без выделения при измерениях большой мощности, что часто затрудняет определение силы пиннинга [5] и, в-третьих, механическая методика [1, 6] не так давно позволила определить преимущественные направления вихрей Абрикосова [7] в монокристаллических сверхпроводниках. В этой последней работе удалось показать, что эффективнее всего вихри закрепляются в кристалле, когда они расположены параллельно дислокационным линиям.

Настоящее сообщение посвящено определению максимальной силы пиннинга механической методикой. Применяемый нами прибор описан в работе [1].

Суть механической методики определения пиннинга заключается в измерении механического момента, действующего на сверхпроводящий цилиндр со стороны вихрей [1]. Так как вихри закреплены на неоднородностях кристаллической решетки, то магнитное поле, действующее на вихри, стараясь ориентировать их вдоль поля, удерживает образец с вихрями, пока внешнее воздействие не оторвет вихри от пиннинг-центров. Измеряя критический механический момент, при котором вихри срываются с закрепляющих центров, мы оцениваем среднюю силу пиннинга, проходящую на один вихрь, по формуле [6]

$$\bar{F}_{pv} = \frac{3}{2} \frac{f\varphi_c}{NR^2}, \quad (1)$$

где \bar{F}_{pv} — средняя сила пиннинга, приходящаяся на единицу длины одного вихря, измеренная в дин/см; f — упругий момент подвесной системы (дин×см); φ_c — критический угол в радианах; N — число вихрей в нашем образце, определяемое как $N = nS$. Здесь n — плотность вихрей; $n = \frac{B}{\Phi_0}$; B — индукция магнитного поля в гауссах; R — радиус образца, а S — поперечное сечение образца, перпендикулярное магнитному полю $S = 2Rl$, l — длина образца.

Схема эксперимента представлена на рис. 1. Сверхпроводящий цилиндр 1 подвешивается на тонкой упругой нити 2 (в нашем случае



из фосфористой бронзы $\varnothing=40$ мкм, $l=100$ мм) и помещается в перпендикулярное магнитное поле напряженностью H_0 . Пока $H_0 < H_{c1}$ поле из-за эффекта Мейсснера вытесняется из образца и благодаря цилиндрической симметрии, если в этом случае начнем поворачивать головку подвеса 3 на угол φ_1 , то сверхпроводящий образец немедленно будет следовать за вращением головки ($\varphi_2 = \varphi_1$), т. е. в этих условиях на сверхпроводящий образец со стороны внешнего поля момент не действует, момент отсутствует также и в нормальном состоянии при $H_0 > H_{c2}$ или $T > T_c$ независимо от величины напряженности магнитного поля.

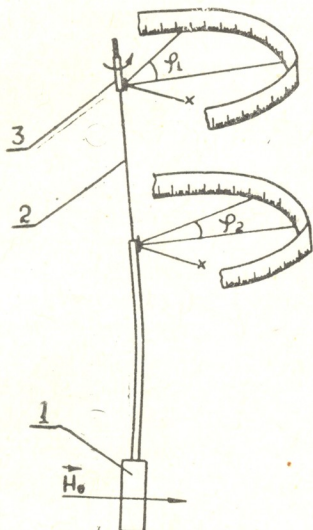


Рис. 1. Принципиальная схема прибора: 1 — сверхпроводящий образец, 2 — упругая нить подвеса, 3 — верхняя вращающаяся головка

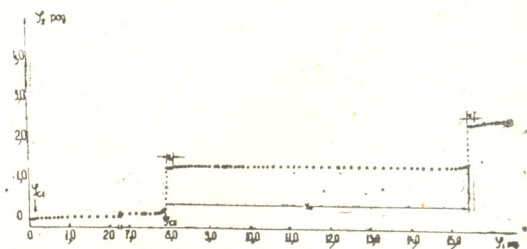


Рис. 2. Зависимость φ_2 от φ_1 для термодинамически обратимого монокристалла $Ta_{70}Nb_{30}$ ($\varnothing=2,6$ мм, $l=10,5$ мм), $T=4,2$ К; $H=500$ э

При увеличении поля $H_0 > H_{c1}$, в образец входят вихри Абрикосова и пиннингуются на дефектах кристаллической решетки. Если в таком случае начнем поворачивать верхний конец нити, то появится действие со стороны запиннигованных вихрей и, как показывает рис. 2, образец остается неподвижным ($\varphi_2 = 0$) до $\varphi_1 = \varphi_{c1}$. При дальнейшем увеличении φ_1 образец начинает следовать за вращающейся головкой с некоторым существенным отставанием и уже при очень больших значениях $\varphi_1 = \varphi_{c2}$ момент изменяется скачком, система переходит в другое положение и застопоривается в нем.

При первом критическом угле скачком изменяется тангенс угла наклона кривой зависимости $\varphi_2 = \varphi_2(\varphi_1)$, а при φ_{c2} происходит внезапный отрыв всех вихрей от центров закрепления. Критический угол φ_{c2} был впервые наблюден в работе [7] в монокристаллах ниобия.

Результаты определения средней силы пиннинга по φ_{c1} в монокристаллах $TaNb$ нами были получены еще в 1969 г. [1], по φ_{c2} будут приведены в данной работе.

Из данных по φ_{c2} для термодинамически обратимого монокристалла $TaNb$ построена зависимость критического механического мо-

мента $m_{c2} = f\varphi_{c2}$ от напряженности внешнего магнитного поля H_0 , представленная на рис. 3. Как видно из графика, момент m_{c2} возникает при появлении вихрей ($H_{c1} = 127$ э), т. е. при $H_0 > H_{c1}$ и проходит через максимум при $H_{c1} < H < H_{c2}$, а вблизи H_{c2} падает до нуля. Используя эти значения и применяя формулу (1) строится зависимость средней максимальной силы пиннинга от напряженности внешнего магнитного поля H_0 (рис. 4).

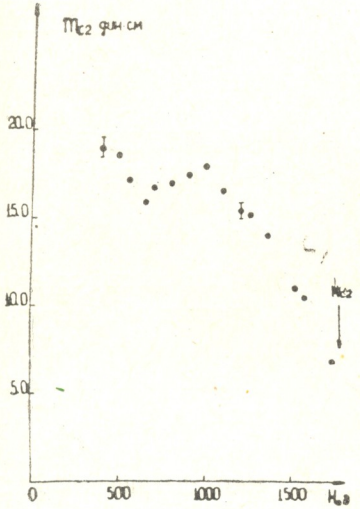


Рис. 3. Зависимость критического механического момента m_{c2} от напряженности внешнего магнитного поля H_0 . Данные по кристаллу приводятся в подписи к рис. 2 данной статьи.

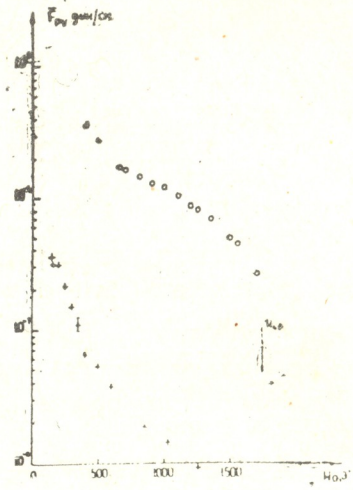


Рис. 4. Зависимость максимальной (кружки) и минимальной силы пиннинга (крестики) от напряженности внешнего магнитного поля H_0 , для термодинамически обратимого монокристалла $TaNb$, стрелкой указано значение H_{c2} .

Здесь точками нанесены значения максимальной силы пиннинга, определенной по φ_{c2} . На этом же графике вблизи H_{c1} нанесены значения минимальной силы пиннинга, определенной по φ_{c1} . Как видно, максимальная сила пиннинга примерно на полтора — два порядка превышает минимальную силу.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физики

(Поступило 30.6.1983)

შეზიგა

ჯ. ჩიღვინაძე, თ. ჯაფიაშვილი

პინინგის მაქსიმალური ძალის შესწავლა ზეგამტარულ
 $TaNb$ მონოკრისტალურ შენადნობში

რეზიუმე

შესწავლილია პინინგის მოვლენა II გვარის ზეგამტარებში. ნიმუშად აღებულია მონოკრისტალი $Ta_{70}Nb_{30}$, რომელიც ჩამოკიდებულია ფოსფორირებული ბრინჯაოს დრეკად ძაფზე.

აგებულია დამოკიდებულებები $\varphi_2 = \varphi_2(\varphi_1)$, $m_{c2} = f(H)$, სადაც φ_1 არის დრეკადი ძაფის გრების კუთხე, φ_2 — ნიმუშის მობრუნების კუთხე, H — გარეშე მაგნიტური ველი, m_{c2} — კრიტიკული მექანიკური მომენტი. გაზომილია კრიტიკული კუთხე φ_{c2} და მის შესაბამისად აგებულია პინინგის საშუალო მაქსიმალური ძალის დამოკიდებულება მაგნიტურ ველზე.

PHYSICS

J. G. CHIGVINADZE, T. A. JAPIASHVILI

INVESTIGATION OF THE MAXIMAL PINNING FORCE IN
SUPERCONDUCTING $NbTa$ ALLOY MONOCRYSTALS

Summary

The phenomenon of pinning in superconductors of the second order has been investigated. The specimen represents a $Nb_{30}Ta_{70}$ monocrystal suspended on an elastic thread made of phosphorous bronze.

The dependences $\varphi_2 = \varphi_2(\varphi_1)$ and $m_{c2} = f(H)$ are plotted, where φ_1 is the angle of the elastic thread twist, φ_2 — the specimen rotation angle, H — the external magnetic field, m_{c2} — the critical mechanical moment.

The critical angle φ_{c2} has been measured, and the dependence of the mean maximal pinning force on the external magnetic field intensity corresponding to this angle has been plotted.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. L. Andronikashvili, J. G. Chigvinadze, K. M. Kerr, J. Lowell, K. Mendelssohn, J. S. Tsakadze. *Cryogenics*, 9, 1969, 119.
2. Y. B. Kim *et al.* *Phys. Rev.* 139 A, 1965, 1163.
3. H. Ullmaier *et al.* *Phys. Stat. Sol.*, 41, 1970, 671.
4. Дж. Г. Чигвинадзе. *ЖЭТФ*, 65, 1973, 1923.
5. И. Н. Гончаров, Г. Л. Дорофеев, Л. В. Петрова, И. С. Хухарева. Препринт ОИЯИ, г. Дубна P8-6260, 1972.
6. Дж. Г. Чигвинадзе, И. Ружичка, Я. Прахожова, Вл. Главатый, Ст. Шафрата. Материалы 18-й конференции стран-членов СЭВ по физике и технике низких температур. Дрезден, ГДР, 19—23 ноября 1979 г., 80.
7. С. М. Ашимов, Т. П. Бацанкалავილი, Н. Л. Недзеляк, Дж. С. Цакაძე. Тезисы докладов 19-го Всесоюзного совещания по физике низких температур НТ-19. Минск, 14—18 сентября 1976 г., 427.



Р. М. ДЗИГВАШВИЛИ, Т. Г. МДЗИНАРИШВИЛИ

ПОСТРОЕНИЕ ДОВЕРИТЕЛЬНЫХ ИНТЕРВАЛОВ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ФОТОМЕТРИЧЕСКИХ РАССТОЯНИЙ ЗВЕЗД

(Представлено академиком Е. К. Харадзе 5.9.1983)

Известна важность надежного определения галактических расстояний для задач структурной астрономии. Между тем, часто применяемый в этих целях фотометрический способ не свободен от значительных погрешностей. Для объективной оценки последних полезно использовать метод доверительных интервалов [1]. Нами построены доверительные интервалы для истинных расстояний звезд (r), когда даны фотометрические расстояния (r'). Настоящая статья содержит некоторые замечания об использовании r' при изучении структуры Галактики.

Известно, что модуль расстояния (y) звезды определяется соотношением

$$y = 5 \lg \frac{r}{10}, \quad (1)$$

где $y = m - M - a$; m — свободная от погрешности наблюдения видимая звездная величина; M — истинная абсолютная величина; a — истинное межзвездное поглощение.

Для определения фотометрических расстояний звезд используют равенство

$$\eta = 5 \lg \frac{r'}{10}, \quad (2)$$

где

$$\eta = m' - M' - a'; \quad (3)$$

m' является наблюдаемой видимой звездной величиной; M' — абсолютной величиной, полученной на основе двумерной спектральной классификации или другого метода; a' — межзвездное поглощение, полученное из наблюдений; η — модуль фотометрического расстояния.

Допустим, что систематические ошибки наблюдений исключены и случайные величины m' , M' и a' распределены нормально. Тогда математические ожидания этих величин будут равны соответственно m , M и a . Значения дисперсии σ_1^2 , σ_2^2 и σ_3^2 могут быть взяты из известных источников.

Обозначим через $\varphi_1(\eta)$ плотность распределения вероятностей случайной величины η . Так как случайные величины m' , M' и a' распределены нормально, то на основе (3) случайная величина η тоже будет распределена нормально:

$$\varphi_1(\eta) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp \left[-\frac{(\eta - y)^2}{2\sigma^2} \right], \quad (4)$$

где $\sigma^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2$. В дальнейшем мы будем считать, что значение σ известно точно. В крайнем случае, мы можем с уверенностью фиксировать некоторую верхнюю границу для этого параметра и принять ее за σ . В таком случае доверительный интервал будет несколько шире, чем при истинном значении σ .

По определению [2], случайный интервал, полностью определяемый результатами наблюдений, не зависящий от неизвестных параметров и накрывающий с заданной вероятностью α неизвестный статистический параметр θ , называется доверительным интервалом для θ , соответствующим коэффициенту доверия α . В общем случае он зависит от оценки параметра θ и от коэффициента доверия α . Обозначим этот интервал через $\Delta_\alpha(\theta')$.

Для построения доверительных интервалов для r мы поступим следующим образом. Сперва установим доверительный интервал для модуля расстояния y (согласно (4), этот модуль является математическим ожиданием нормального распределения), а затем, используя (1) и (2), построим доверительный интервал для r .

Введем обозначение:

$$u = \frac{\eta - y}{\sigma}. \quad (5)$$

Тогда из (4) следует, что случайная величина u имеет нормальную плотность распределения вероятностей с математическим ожиданием 0 и дисперсией 1. Обозначим плотность распределения этой случайной величины через $\varphi(u)$, тогда

$$\varphi(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{u^2}{2}\right]. \quad (6)$$

Вероятность того, что случайная величина u примет значение между $-\varepsilon$ и ε , обозначим через $p(-\varepsilon < u < \varepsilon)$, где ε — некоторое положительное число. Тогда на основе (6) будем иметь

$$p(-\varepsilon < u < \varepsilon) = \int_{-\varepsilon}^{\varepsilon} \varphi(u) du = 2\Phi(\varepsilon), \quad (7)$$

где $\Phi(\varepsilon) = \int_0^{\varepsilon} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{u^2}{2}\right] du$ — функция Лапласа.

Из (7) и (5) непосредственно следует равенство

$$p(\eta - \varepsilon\sigma < y < \eta + \varepsilon\sigma) = 2\Phi(\varepsilon). \quad (8)$$

Выберем некоторый большой коэффициент доверия α , например $\alpha = 0,9$. Тогда равенство (8) можно переписать так:

$$\alpha = 2\Phi(\varepsilon), \quad (9)$$

откуда найдем ε . Для $\alpha = 0,9$ из таблиц функции Лапласа находим, что $\varepsilon = 1,7$. Из (8) и (9) следует, что

$$p(\eta - 1,7\sigma < y < \eta + 1,7\sigma) = 0,9. \quad (10)$$

Это равенство устанавливает доверительный интервал для модуля расстояния $\Delta_{0,9}(\eta)$. Из (10), (1) и (2) следует, что

$$p(r' \cdot 10^{-0,34\sigma} < r < r' \cdot 10^{0,34\sigma}) = 0,9, \quad (11)$$

откуда получаем доверительный интервал для r :

$$\Delta_{0,9}(r') = (r' \cdot 10^{-0,34\sigma}, r' \cdot 10^{0,34\sigma}). \quad (12)$$

Из равенства (12) следует, что при фиксированном r длина доверительного интервала — $|\Delta_{0,9}(r')|$ зависит от σ . Значение σ , как мы уже отметили, берется из известных источников.

Ниже мы приводим таблицу вычисленных нами доверительных интервалов $\Delta_{0,9}(r')$ для разных фотометрических расстояний и стандартных отклонений $\sigma(V)$ в цвете V при $\alpha=0,9$.

$\Delta_{0,9}(r')$, пс	
r' , пс	$\sigma(V)$, зв. вел.
	0,2 0,4 0,6 0,8 1,0
500	(400, 600) (400, 700) (300, 800) (300, 900) (200, 1100)
1000	(900, 1200) (700, 1400) (600, 1600) (500, 1900) (500, 2200)
1500	(1300, 1800) (1100, 2100) (900, 2400) (800, 2800) (700, 3300)
2000	(1700, 2300) (1400, 2800) (1300, 3200) (1000, 3700) (900, 4400)
2500	(2100, 2900) (1800, 3400) (1600, 4000) (1300, 4600) (1100, 5500)

Анализ таблицы показывает, что длина доверительного интервала для фиксированного $\sigma(V)$ растет с увеличением расстояния и меняется в большом диапазоне. Если допустить, что $\sigma(V)=0,2$ (в действительности же для индивидуальных звезд оно в несколько раз больше), то уже на расстоянии 2500 пс длина доверительного интервала $|\Delta_{0,9}(2500)|=800$ пс, а для $\sigma(V) > 0,2$ она гораздо больше. Из этого можно сделать вывод, что к применению фотометрических расстояний для исследования Галактики нужно подходить с особой осторожностью.

В недавней работе [3] было изучено пространственное распределение ОВ-звезд по методу, основанному на определении галактических координат и r' . Для них, по этой работе, $\sigma(V)=0,4$. Из таблицы следует, что $|\Delta_{0,9}(1000)|=700$ пс на расстоянии 1000 пс и 1400 пс на расстоянии 2000 пс. Ясно, что по этой причине картина распределения ОВ-звезд сильно искажена, как это отмечают и сами авторы.

Другой метод изучения структуры Галактики заключается в определении функции парциальной плотности звезд $D_s(r)$ из основного уравнения звездной статистики. Некоторые недостатки применения основного уравнения звездной статистики для определения $D_s(r)$ и возможные пути их преодоления рассмотрены в работе [4].

Допустим, что дисперсии определения звездной величины σ_1^2 и межзвездного поглощения σ_2^2 малы по сравнению с дисперсией оценки абсолютной величины σ_3^2 , т. е. $\sigma^2 = \sigma_3^2$. Тогда решение основного уравнения звездной статистики эквивалентно освобождению от случайных погрешностей определения расстояний эмпирической плотности $D'_s(r')$, построенной по галактическим координатам (l, b) и r' [5].

Так как фотометрические расстояния отягощены большими погрешностями, следует, по нашему мнению, отдавать предпочтение решению основного уравнения звездной статистики, что, однако, требует применения специальных методов [4, 6], эффективность которых должна проверяться на тестовых задачах.

Академия наук Грузинской ССР
Абастуманская астрофизическая
обсерватория

(Поступило 5.9.1983)

ასტრონომია

რ. ძიგვაშვილი, თ. მძინარიშვილი

სანდო ინტერვალების აგება ვარსკვლავთ ფოტომეტრიული
მანძილების განსაზღვრისას

რ ე ზ ი უ მ ე

ნაჩვენებია, რომ r -ის სანდო ინტერვალის სიგრძე ფიქსირებული ფოტომეტრიული მანძილის მოდულის დისპერსიისას იზრდება მანძილის ზრდასთან ერთად და იცვლება ფართო დიაპაზონში. აღნიშნულია, რომ ვარსკვლავთ სიმკვრივის $D_s(r)$ განსაზღვრისას უკეთესია გამოვიყენოთ ვარსკვლავთ სტატისტიკის ძირითადი განტოლება, ვიდრე ფოტომეტრიული მანძილების გამოყენებით ავავოთ ემპირიული სიმკვრივის ფუნქცია.

ASTRONOMY

R. M. DZIGVASHVILI, T. G. MDZINARISHVILI

THE CONSTRUCTION OF CONFIDENCE INTERVALS IN ESTIMATION OF STELLAR DISTANCES BY PHOTOMETRIC METHOD

Summary

It is shown that the length of the confidence interval for r , given a fixed dispersion of photometric distance modulus, increases with the photometric distance and varies within a wide range. It is indicated that while estimating the space density function for $D_s(r)$ stars it is better to solve the fundamental equation of star-count analysis than to construct the empirical density function in terms of the photometric distances.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. P. Курт. Введение в звездную статистику. М., 1969.
2. В. С. Пугачев. Тесрия вероятностей и математическая статистика. М., 1979.
3. Th. Neckel, G. Kluge. Mitt. Astron. Ges., 57, 249, 1982.
4. P. M. Дzigvashvili, T. G. Mdzinarishvili. Сообщения АН ГССР, 111, № 2, 1983.
5. R. J. Trumpler, H. F. Weaver. Statistical Astronomy. New York, 1962.
6. А. Н. Тихонов и В. Я. Арсенин. Методы решения некорректных задач. М., 1979.



Т. В. ШУЛАИЯ

МАШИННО-ТАБЛИЧНЫЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ ПРЯМЫХ ЗАДАЧ ГРАВИМЕТРИИ ПРИ РЕГИОНАЛЬНОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. А. Алексидзе 27.5.1983)

1. В настоящее время при интерпретации аномалий силы тяжести (Δg) на больших площадях, в связи с построением моделей глубинного строения коры и верхней мантии Земли, приходится решать прямые задачи большей размерности, что требует больших затрат машинного времени. Поэтому проблема создания эффективных (точных и экономичных) алгоритмов решения некоторых специальных классов прямых задач становится весьма актуальной.

Принципиально возможно использование двух подходов. В первом (почти не используемом из-за отсутствия эффективных алгоритмов решения прямой задачи) поле Δg в любой точке находится как поле всех аномальных масс модели. Во втором используется «зонный принцип», в котором поле Δg в каждой точке рассчитывается как поле аномальных масс модели, проекция которых на дневную поверхность попадает в заранее заданную окрестность данной точки. Ясно, что первый подход правильнее, но второй, при использовании существующих алгоритмов решения прямой задачи экономичнее.

В настоящей статье излагается очень эффективный (для того класса распределений масс и тех множеств расчетных точек, которые обычно используются при региональной интерпретации) алгоритм решения прямой задачи гравиметрии, позволяющий эффективно реализовать первый подход.

2. Пусть моделируемый объем среды — параллелепипед

$$P = \{X_{\text{нач}} \leq X \leq X_{\text{кон}}, Y_{\text{нач}} \leq Y \leq Y_{\text{кон}}, Z_{\text{нач}} \leq Z \leq Z_{\text{кон}}\}$$

и пусть этот объем разбит на $N \cdot M$ параллелепипедов вида

$$\Delta P_{k,m} = \{X_k \leq X \leq X_{k+1}, Y_m \leq Y \leq Y_{m+1}, Z_{\text{нач}} \leq Z \leq Z_{\text{кон}}\},$$

где

$$X_k = (k-1)\Delta, Y_m = (m-1)\Delta, k = 1, 2, \dots, N,$$

$m = 1, 2, \dots, M$ (это накладывает ограничения на $X_{\text{нач}}, Y_{\text{нач}}, X_{\text{кон}}, Y_{\text{кон}}$, но практически несущественные). Пусть далее каждый из частичных параллелепипедов $\Delta P_{k,m}$ представлен в виде параллелепипедов

$$\Delta P_{k,m}^{(n)} = \{X_k \leq X \leq X_{k+1}, Y_m \leq Y \leq Y_{m+1}, Z_n \leq Z \leq Z_{n+1}\},$$

где

$$Z_n, n = 1, 2, \dots, P_{k,m}, k = 1, 2, \dots, N, m = 1, 2, \dots, M$$

имеют общую меру ($Z_n = P_n \Delta Z$, P_n — целое число). Допустим, далее, что в каждом из параллелепипедов $\Delta P_{k,m}^{(n)}$ определен полиномиальный плотностной закон вида

$$\delta = \delta(Z) = \delta_{k,m}^{(n)} + \sum_{r=1}^R q_{k,m,r}^{(n)} Z^r. \quad (1)$$

Предположим, наконец, что поле $\Delta g = V_z$ (либо какая-либо производная потенциала по координате $z - V_{zz}, V_{zzz}$ и т. д.) необходимо найти в совокупности точек вида

$$P_{k,m} = \left(\left(k + \frac{1}{2} \right) \Delta, \left(m + \frac{1}{2} \right) \Delta \right) \\ k = 1, 2, \dots, N, m = 1, 2, \dots, M.$$

Именно такого рода прямые задачи приходится решать при построении региональных плотностных моделей.

3. Разработанный алгоритм решения прямых задач указанного типа основывается на том очевидном факте, что в интегралах, выражающих указанные элементы гравитационного поля, ядра зависят лишь от ζ и $(\xi - x)^2 + (\eta - Y)^2$; здесь (ξ, η, ζ) — координаты точки, принадлежащей носителю масс; X, Y — координаты расчетной точки. Следовательно, имеет место следующий “принцип взаимности” для рассматриваемой прямой задачи: эффект от призмы $\Pi_{p,q}^{(*)}$ с заданным плотностным законом $\delta(z)$ и размерами по вертикали $Z_n \leq Z \leq Z_{n+1}$ в точке $X_{k+1/2} = \left(k + \frac{1}{2} \right) \Delta, Y_{m+1/2} = \left(m + \frac{1}{2} \right) \Delta$ по величине тот же, что эффект от призмы $\Pi_{k,m}^{(n)}$ в точке $X_{p+1/2} = \left(p + \frac{1}{2} \right) \Delta, Y_{q+1/2} = \left(q + \frac{1}{2} \right) \Delta$ — при тех же размерах призмы по вертикали и том же плотностном законе.

4. Это обстоятельство позволяет использовать принцип табулирования эффектов — принцип палетки. Мы его изложим применительно к линейному плотностному закону $\delta_n(z) = \delta_0^{(n)} + K_n Z$. Для параллелепипедов вида

$$\Pi_0^n = \left\{ -\frac{\Delta}{2} \leq X \leq \frac{\Delta}{2}, -\frac{\Delta}{2} \leq Y \leq \frac{\Delta}{2} \right\}, 0 \leq Z \leq n \cdot \delta z$$

$n = 0, 1, 2, \dots, P, \delta z$ — определенная выше общая мера, в совокупности точек вида

$$X_p = p \cdot \Delta, \quad Y_q = q \cdot \Delta,$$

$$P = 1, 2, \dots, R, \quad q \leq P$$

рассчитываются эффекты при двух плотностях: а) $\delta_0 = \text{const} = 1$, 2) $\delta = Z$. Такой расчет может быть выполнен по известным формулам [1] с двойной точностью. Выбор величины R определяется методикой вычислений. Именно, вычисляемый элемент поля в каждой точке представляется в виде суммы двух эффектов: параллелепипедов $\Pi_{k,m}^{(n)}$, находящихся в заданной прямоугольной окрестности расчетной точки (проекция их на дневную поверхность образуют $(2R+1) \times (2R+1)$ квадратов — см. рис. 1); остальных параллелепипедов модели, не попадающих в данную окрестность. Эффект первой группы параллелепипедов находится с помощью описанных таблиц (палеток). Эффект

второй группы находится приближенно — каждые 9 параллелепипедов для одного и того же n , $Z_n \leq Z \leq Z_{n+1}$ заменяется одним — исходя из условия равенства масс; при расчете эффекта используется совокупность палеток (таблиц) с шагом $\Delta = 3\Delta$ и R , обеспечивающим учет всех укрупненных параллелепипедов модели среды.

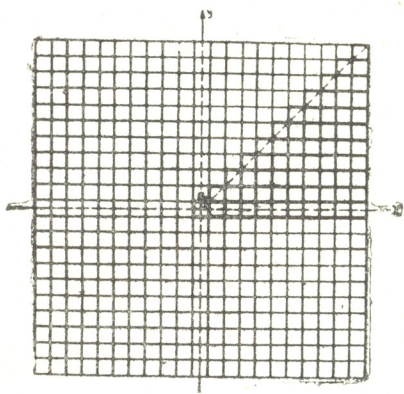


Рис. 1

5. Эффективность описанного машинно-табличного метода решения прямой задачи, реализованного в виде программы на языке Фортран-IV на ЭВМ ЕС-1022, была проверена на серии физических моделей и численных расчетов по гравиметрической информации по Кавказскому региону, подготовленной в отделе гравиметрии Института геофизики АН ГССР. Эта информация включает около 80 000 частных параллелепипедов, сосредоточенных в трех субгоризонтальных слоях; число расчетных точек — около 25 000. Плотности в параллелепипедах принимались постоянными.

Проведенные вычисления показали, что время, затрачиваемое на расчет поля Δg в одной точке, при расчете поля по точным формулам по шаблонной схеме составляет 67 минут, тогда как по предложенному алгоритму — 3,4 сек, т. е. почти в 1200 раз быстрее.

Академия наук Грузинской ССР
Институт геофизики

(Поступило 27.5.1983)

გეოფიზიკა

თ. შულაია

გრავიმეტრიის პირდაპირი ამოცანის ამოხსნის მანქანურ-ცხრილური მეთოდი რეგიონალური ინტერპრეტაციისას

რ ე ზ ი მ ე

ნაშრომში წარმოდგენილია გრავიმეტრიის პირდაპირი ამოცანის ამოხსნის ეფექტური მეთოდი რეგიონალური ინტერპრეტაციისას.

ალგორითმის ეფექტურობა შემოწმებულია ფიზიკურ მოდელებზე და კავკასიის რეგიონის გრავიმეტრიულ მონაცემებზე.

T. V. SHULAIA

COMPUTER-TABLE METHOD OF SOLVING DIRECT PROBLEMS
OF GRAVIMETRY IN REGIONAL INTERPRETATION

Summary

An highly effective algorithm is presented for solving a direct gravimetry problem in regional interpretation. The efficiency of the algorithm was checked on a series of physical models and computations of gravimetry data on the Caucasus.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Н. Страхов, М. И. Лапина. Сб. «Теория и методика интерпретации гравитационных полей». Киев, 1981.
2. К. М. Картвелишвили. Планетарная плотностная модель и нормальное гравитационное поле Земли. М., 1982.
3. И. П. Мысковских. Интерполяционные квадратурные формулы. М., 1981.



ГЕОФИЗИКА

Г. Г. ДЖАШИ, Н. Л. ЛЕКИШВИЛИ, М. М. СИЧИНАВА

ТРАНСФОРМАЦИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. А. Алексидзе 19.6.1983)

В результате изучения распределения естественных электрических полей (ЕЭП), на Южном склоне Большого Кавказа в пределах Кахетии была построена карта изопотенциалов (рис. 1), интерпретация которой дает основание для некоторых обобщений. По характеру распределения поля и геологических условий ЕЭП рудного пояса Заалазанской

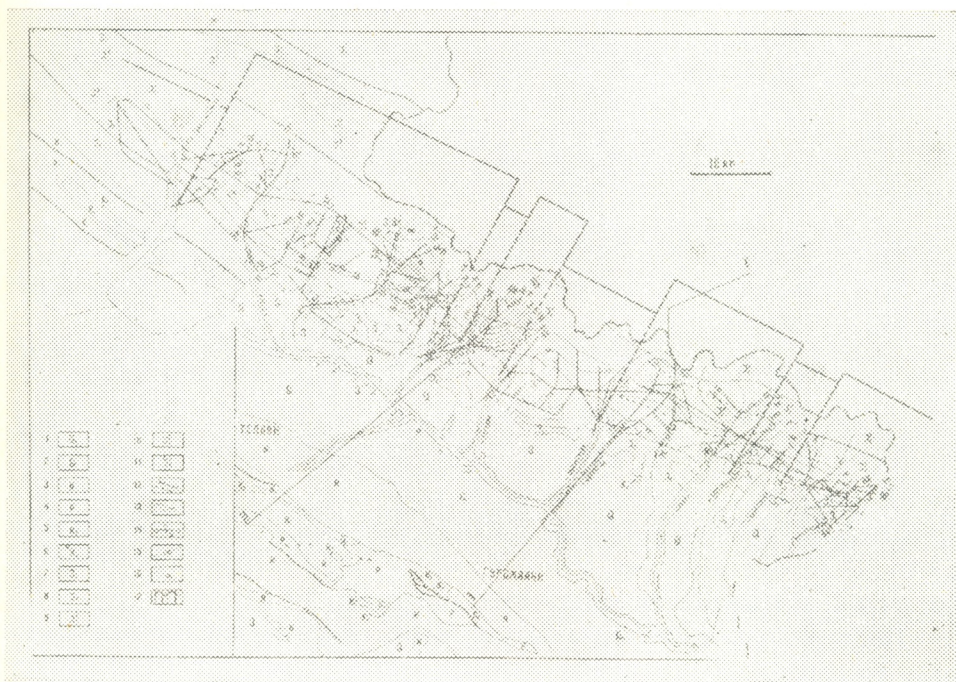


Рис. 1. Четвертичные галечники, пески, суглинки. 2. Четвертичные пески, суглинки, глины. 3. Неогеновые глины, песчаники, мергели, конгломераты. 4. Палеогеновые конгломераты, известняки, порфириты. 5. Верхнемеловые конгломераты, известняки, сланцы. 6. Нижнемеловые сланцы, песчаники. Верхнеюрские известняки, мергели, конгломераты. Среднеюрские глинистые сланцы. 9. Глинистые сланцы и песчаники верхнего лейаса. 10. Асидные и глинистые сланцы среднего лейаса. 11. Кварцеваркозовые песчаники и глинистые сланцы нижнего лейаса. 12. Взбросы и надвиги. 13. Взбросы и сдвиги. 14. Профили ЕЭП. 15. Линия потенциала ЕЭП положительного знака. 16. Линия потенциала ЕЭП отрицательного знака. 17. Участки воздымания и погружения по данным ЕЭП

Кахетии [1, 2] были условно разделены на различные типы [3] и наряду с локальными аномалиями, связанными с окислительно-восстановительными и фильтрационными процессами, установлен новый вид ЕЭП глубинного происхождения [4].



С целью уточнения отдельных типов ЭЭП и их геологической интерпретации была проведена трансформация наблюдаемых полей на ЭВМ.

Рассматриваемая проблема сводится к решению внешней граничной задачи

$$\Delta V = 0, \quad V|_s = \psi(s), \quad V|_\infty = 0, \quad (1)$$

где V — потенциал ЭЭП, а $\psi(s)$ — наблюдаемые значения ЭЭП.

Один из алгоритмов решения данной граничной задачи (1) можно представить следующим образом [5].

Решаем систему

$$\sum_{k=1}^n a_k \left(\frac{1}{r(p_k, \bar{p})}, \frac{1}{r(p_j, \bar{p})} \right) = \left(V, \frac{1}{r(p_j, \bar{p})} \right), \quad j = 1, 2, \dots, n,$$

$$\left(\frac{1}{r(p_k, \bar{p})}, \frac{1}{r(p_j, \bar{p})} \right) = \sum_{i=1}^N \frac{1}{r(p_k, \bar{p}_i)} \cdot \frac{1}{r(p_j, \bar{p}_i)},$$

$$\left(V, \frac{1}{r(p_j, \bar{p})} \right) = \sum_{i=1}^N V_i \cdot \frac{1}{r(p_j, \bar{p}_i)},$$

$$r(p_k, \bar{p}_i) = \sqrt{(x_k - \bar{x}_i)^2 + (y_k - \bar{y}_i)^2 + (z_k - \bar{z}_i)^2}, \quad i = 1, 2, \dots, N; \quad N = kP \cdot kTP.$$

где P_i — точки (узлы коллокации), в которых даны значения потенциала (V).

$$x_i = x_0 + (i_1 - 1) \Delta x, \quad i_1 = 1, 2, \dots, kP,$$

$$y_i = y_0 + (j_1 - 1) \Delta y, \quad j_1 = 1, 2, \dots, kTP,$$

$$z_i = H(i_1, j_1).$$

где kP — количество профилей; kTP — количество точек на профилях; $P_k(x_k, y_k, z_k)$ — вспомогательные точки $k = 1, 2, \dots, n$, $n = kTx \cdot kTy$, $z_k = \text{const}$; kTx — количество точек по оси x ; kTy — количество точек по оси y ; a_k — коэффициенты наилучшего приближения.

После решения системы (2) получаем a_k коэффициенты, с помощью которых находим приближенные значения потенциала и составляющих V_x, V_y, V_z в произвольных точках P_i по следующим формулам:

$$\begin{aligned} V &= \sum_{k=1}^n a_k \frac{1}{r(p_k, p_i)}, \\ V_x &= \sum_{k=1}^n a_k \frac{\partial}{\partial x} \frac{1}{r(p_k, p_i)}, \\ V_y &= \sum_{k=1}^n a_k \frac{\partial}{\partial y} \frac{1}{r(p_k, p_i)}, \\ V_z &= \sum_{k=1}^n a_k \frac{\partial}{\partial z} \frac{1}{r(p_k, p_i)}. \end{aligned} \quad (3)$$

Программа дает все указанные значения и модуль полного вектора напряженности потенциала ЭЭП

$$R = \sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2}. \quad (4)$$

Для реализации указанного алгоритма исследуемая площадь была разбита квадратной сеткой с шагом 1 км. Ось Ox направлена вдоль антиклинарной структуры, ось Oy составляет с направлением СВ угол, равный 30° , а ось Oz вертикальна плоскости Oxy .

Для обработки на ЭВМ исходного материала задаются значения потенциалов в каждой точке, а также координаты точек в пространстве.

Вдоль антиклинарной структуры выделяются 108 условных профилей, где число точек на каждом профиле равно 12.

Для определения вида полного вектора (4) напряжения, характера его изменения и роли составляющих (3) V_x , V_y , V_z в его формировании, была построена карта изолинии напряжения R (рис. 2). Полученная таким образом карта изолиний R была сопоставлена с картой изопотенциала первичных данных (рис. 1).



Рис. 2. 1 — нулевая изолиния, 2 — отрицательная изолиния, 3 — положительная изолиния, 4 — ориентация составляющих потенциала

Анализ полученного материала показывает, что положительные значения V_z составляющей отмечаются на участках, где согласно первичным данным, получены отрицательные аномалии (на карте изолиния проведена по V_z составляющей).

Машинная обработка дала дополнительную информацию; в частности, рост градиента потенциала; на фоне положительных аномалий выделены аномалии отрицательного знака, которые по нашей интерпретации соответствуют отдельным сульфидным оруденениям или зонам сульфидной минерализации; выяснилось, что в пределах Кахети региональные аномалии положительного знака характерны для всей зоны оруденения Южного склона Большого Кавказа, несмотря на то, что на западе этой зоны вплоть до долины р. Челти, они ярко не выражены. По данным первичного материала считалось, что активному проявлению положительных региональных аномалией (западнее р. Челти) мешало погружение мегатальванического элемента [4]. Данные трансформации показали, что на осевом участке антиклинарной струк-



туры, по всему исследуемому объекту имеет место рост интенсивности потенциала с положительным знаком. Отдельные отрицательные аномалии в этом случае затушевывают общий фон положительных региональных аномалий.

Наличие первичных региональных аномалий отрицательного знака объяснялось графитизацией пород [3]. Расчеты, проведенные на ЭВМ, дали возможность в общеграфитизированной полосе выделить локальные участки интенсивной графитизации.

В деле выделения региональных аномалий определяющим является полный вектор напряженности потенциала и V_x составляющая, а для локальных аномалий V_x и V_y составляющие. Последнее указывает на поверхностный характер причин аномалий.

Значения V_x , V_y , V_z составляющих векторов напряженности могут быть использованы как критерии дешифрирования аномалий.

Академия наук Грузинской ССР
Институт геофизики

(Поступило 30.6.1983)

გეოფიზიკა

ბ. ჯაში, ნ. ლეკიშვილი, მ. სიჩინავა

ბუნებრივი ელექტრული ველების ტრანსფორმაცია

რეზიუმე

სტატიაში მოცემულია კავკასიონის სამხრეთი ფერდის სპილენძ-პიროტინის ზოლში ტრანსფორმირებული ბუნებრივი ელექტრული ველის შედარება პირველად ველთან. ნაჩვენებია, რომ მათ შორის აღინიშნება კარგი კორელაცია, ამასთან ერთად ტრანსფორმირებული ველი იძლევა დამატებით ინფორმაციას ფიქსირებული ანომალიების ინტერპრეტაციისა და კლასიფიკაციისათვის.

GEOPHYSICS

G. G. JASHI, N. L. LEKISHVILI, M. M. SICHINAVA

TRANSFORMATION OF NATURAL ELECTRIC FIELDS

Summary

The paper deals with the comparison of the transformed natural electric field of the copper-pyrotine belt of the southern slope of the Caucasus with the primary field. A good correlation is shown to exist between them. The transformed field gives additional information on the classification and interpretation of the identified anomalies.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. В. Иваницкий, Э. И. Кахадзе, М. И. Джанджгава, Ж. И. Абашидзе, Т. Д. Багратишвили. Минералогия, геохимия и вопросы генезиса меднопирротиновых проявлений Кахетии. Тбилиси, 1976.
2. Г. А. Твалчрелидзе. Основные черты эндогенной металлогении Грузии. М., 1953.
3. Г. Г. Джаши, Т. Д. Абрамишвили, М. П. Прундзе. Труды Института геофизики АН ГССР, Тбилиси, т. 41, 1977.
4. Т. Д. Абрамишвили, Г. Г. Джаши, Ю. С. Рысс. Сб. «Сов. геология», М., 1983.
5. М. А. Алексидзе. Решение граничных задач методом разложения по неортogonalным функциям. М., 1978.



АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Б. С. ЧЕРНЯГА, И. Ш. ШАТИРИШВИЛИ

КВАЛИМЕТРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА
ВИНОДЕЛЬЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ
ГАЗОХРОМАТОГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Андроникашвили 23.3.1983)

Успехи хроматографических методов в исследовании состава напитков вызвали первоначально иллюзию, что сама газовая хроматография в сочетании с некоторыми другими аналитическими методами позволит сравнительно легко разобраться в закономерностях зависимости органолептических свойств вин и коньяков от их химического состава. Позднее выяснилось, что эти закономерности значительно глубже, что привело к недооценке метода хроматографического анализа.

В последнее время наметился новый подход к исследованиям вкуса и букета вин и коньяков: построение квалиметрических моделей, объединяющих в одну систему показатели химического состава исследуемых образцов и их дегустационные оценки [1]. Определение показателей химического состава, т. е. состава индивидуальных химических соединений наиболее полно в настоящее время обеспечивают различные варианты хроматографических методов.

При построении квалиметрических сенсорно-химических математических моделей вин и коньяков осуществляют построение квалиметрических моделей, объединяющих в одну систему показатели химического состава исследуемых образцов и их дегустационные оценки. При этом появляется возможность исследовать степень влияния индивидуальных компонентов и его характер на итоговую дегустационную оценку.

Проведенные исследования на значительном числе групп образцов коньячных спиртов и ординарных, марочных и коллекционных вин и коньяков выявили ряд закономерностей, присущих всем группам исследованных образцов [2]. Так, концентрации отдельных компонентов (x_i) в значительной степени коррелированы между собой, причем теснота этих связей заметно превосходит связи между x_i и дегустационной оценкой y .

Однако по данным корреляционного анализа еще нельзя с необходимой достоверностью судить о влиянии того или иного компонента на органолептические свойства напитка. Корреляционный анализ является лишь первой ступенью таких исследований. Значительные корреляционные связи между отдельными компонентами затрудняют регрессионный анализ.



Математическое описание зависимости органолептических свойств напитков от их химического состава строилось на основе следующих предположений:

эффект воздействия отдельного компонента на рецепторы дегустатора определяется его концентрацией в смеси и порогом чувствительности человека к данному веществу;

совокупное воздействие многокомпонентной системы условно удовлетворяет правилу аддитивности.

Полученные результаты выражаются полиномиальной моделью вида

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i x_i;$$

где y — показатель качества напитка, основанный на его дегустационной оценке; x_i ($i = 1, 2, \dots, n$) — переменные, количественно характеризующие содержание i -го компонента в смеси; b_i ($i = 1, 2, \dots, n$) — искомые коэффициенты регрессионной модели, подлежащие экспериментальному определению.

По результатам анализов химического состава и дегустационным оценкам исследуемых групп образцов получен ряд квалиметрических моделей, позволяющих судить о влиянии отдельных факторов на качество винодельческой продукции, а также с достаточно высокой степенью точности определять качество образцов по результатам химических анализов [2]. Самым же главным является то, что у винодела-технолога появляется схема возможных воздействий технологическими способами на промежуточный продукт, например, бродящее сусло или перегоняемый коньячный спирт, с целью повышения качества готовой продукции.

Для грузинских ординарных коньяков было исследовано содержание карбонильных соединений методом реакционной газовой хроматографии. Итоги корреляционного анализа данной группы образцов представлены в таблице. Из девяти исследуемых факторов семь представляют собой концентрации отдельных карбонильных соединений, один — общее количество карбонильных соединений и один отражает возраст коньяка (число звездочек). Наиболее коррелированы с дегустационным баллом общее количество карбонильных соединений (x_1), дипропилкетон (x_8), метилэтилкетон (x_7), имеющие коэффициенты парной корреляции 0,79; 0,75 и 0,67.

Для грузинских ординарных коньяков в процессе шагового регрессивного анализа получена квалиметрическая модель, включающая ацетон (x_6), дипропилкетон (x_8) и возраст коньяка (x_9):

$$y = 8,956 + 0,378 x_6 + 0,288 x_8 + 9,617 x_9.$$

Безусловно, существует определенное противоречие между результатами корреляционного и регрессионного анализа, что было отмечено ранее и является следствием сложных корреляционных зависимостей в самой смеси компонентов, какой является коньяк. Концентрации компонентов коньяка находятся в состоянии динамического равновесия и



изменение содержания одних из компонентов изменяет концентрации других.

В заключение считаем необходимым отметить, что предложенному подходу в исследованиях влияния отдельных компонентов и их комплекса на сенсорные свойства винодельческой продукции принадлежит, по нашему мнению, большое будущее.

Корреляционная матрица

Наименование фактора	x	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉
Карбонильные соединения (общее количество)	x ₁	1,00	0,23	0,41	0,54	0,58	0,60	0,74	0,81	0,61
Ацетальдегид	x ₂	—	1,00	0,39	0,59	0,54	0,04	0,45	0,55	0,61
Пропионовый альдегид	x ₃	—	—	1,00	0,40	0,89	0,75	0,81	0,70	0,92
Масляный альдегид	x ₄	—	—	—	1,00	0,53	0,27	0,50	0,67	0,63
Изовалериановый альдегид	x ₅	—	—	—	—	1,00	0,70	0,90	0,91	0,93
Ацетон	x ₆	—	—	—	—	—	1,00	0,80	0,60	0,97
Метилэтилкетон	x ₇	—	—	—	—	—	—	1,00	0,91	0,91
Дипропилкетон	x ₈	—	—	—	—	—	—	—	1,00	0,87
Возраст коньяков	x ₉	—	—	—	—	—	—	—	—	1,00
Дегустационная оценка	y	0,79	0,09	0,40	0,45	0,50	0,63	0,67	0,75	0,50

Улучшения органолептических свойств напитков в условиях массового производства можно достичь лишь внедрением прогрессивных технологических процессов. Разработка таких процессов требует проведения глубоких исследований химического состава напитков на всех этапах их получения.

Грузинский сельскохозяйственный институт

(Поступило 25.3.1983)

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია

ბ. ჩაჩიაშვილი, ი. შათირიშვილი

მედიკამენტების კონტროლის ხარისხის შეფასებზე კვლევითი მეთოდები გავლენის მქონე პრობლემების ანალიზის მონაცემების საფუძველზე

რეზიუმე

ქართული ორდინარული კონიაკების შემადგენლობაში კარბონილური ნაერთების განსაზღვრის საფუძველზე რეაქციული გავლენის მქონე პრობლემების მეთოდით შემუშავებულია კვლევითი მეთოდები, რაც მედიკამენტების კონტროლის ხარისხზე ცალკეული ფაქტორების გავლენის დადგენის საშუალებას იძლევა.

B. S. CHERNYAGA, I. Sh. SHATIRISHVILI

QUALIMETRIC MODELS OF ESTIMATION OF THE QUALITY OF
WINE PRODUCTION ON THE BASIS OF DATA OF GAS
CHROMATOGRAPHIC ANALYSIS

Summary

On the basis of determination of carbonyl compounds in the composition of ordinary Georgian brandies (cognacs), by the method of reactional gas chromatography qualimetric models have been developed allowing to assess the influence of separate factors on the quality of wine production.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Д. Лашхи, Ц. К. Кандарели, Б. С. Черняга, И. Н. Роженко. Тезисы докладов научно-технической конференции специалистов коньячной промышленности. Тбилиси, 1977, 32.
2. Б. С. Черняга. Автореферат канд. дисс. М., 1974.



ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

П. Н. ДЖАПАРИДЗЕ, Н. Д. КАЛАНДАДЗЕ

К ВОПРОСУ ОБЕССЕРИВАНИЯ УГЛЯ

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 17.3.1983)

Выводы большинства прогнозов, опубликованных в последнее время [1—3], сводятся к тому, что будущие энергетические потребности мира могут быть удовлетворены главным образом за счет угля. Однако при этом должны быть разработаны новые технологические процессы, обеспечивающие использование твердого топлива с минимальным загрязнением окружающей среды. К тому же при расширении угольной сырьевой базы в нее вовлекаются более высокосернистые угли. Использование такого сырья при современном инженерно-техническом оформлении энергетических и технологических установок связано с особыми техническими и социально-экономическими трудностями.

Поэтому в настоящее время особо важное значение приобретают работы по разработке методов обессеривания твердого топлива. Многочисленные исследования, проведенные в СССР и за рубежом [4—7], свидетельствуют о весьма серьезных трудностях удаления сернистых соединений из угольной массы как при технологической переработке и сжигании угля, так и непосредственно из отходящих газов.

Нами проведено исследование по выявлению возможности обессеривания высокосернистого угля путем термической обработки. В этом направлении изучено поведение различных форм соединений серы в окислительной среде при низкотемпературной термической обработке угля.

Для исследования были взяты высокосернистые угли: бурый уголь Подмосковского угольного бассейна и каменный уголь марки «к» Донецкого угольного бассейна. Эксперименты осуществлялись исключительно в благоприятных условиях: измельченный до $0,1$ мм уголь, небольшая навеска, тонкий слой, тесное соприкосновение воздушного потока с углем. Термообработка угля велась в изотермических условиях в стационарной трубчатой печи под слабым потоком воздуха. Температура регулировалась автоматически при помощи электронного потенциометра и автотрансформатора. Отходящие газы отсасывались насосом и пропускались через поглотители с подщелочной водой для улавливания сернистых продуктов. Анализы сернистых соединений в твердой фазе проводили по ГОСТу 8606—72.

Из анализа содержания сернистых соединений в исследуемых пробах углей (табл. 1) видно, что пиритная сера явно и в значительной степени доминирует над другими формами серы. Она составляет более 70% от общей серы угля. Сульфатная сера является наименее существенным слагаемым от общей сернистости. Органическая сера, определенная по разности между общей и суммой серы пиритной и сульфатной, не превышает 0,8%. Следовательно, основной формой, определяющей снижение сернистости угля, являются пиритная сера. Результаты исследования представлены в табл. 2, 3 и на рисунке.

Из табл. 2 очевидно, что увеличение температуры обусловило повышение скоростей процесса удаления серы из угля. Однако одновременно с этим должна была возрастать и газификация угольного вещества, поэтому работы при высоких температурах не проводились.

Испытаны температурные режимы в пределах 300—380°. В процессе опытов выяснено, что ниже 300° обессеривание происходит с трудом, а выше 400° наблюдается активное окисление угольного вещества. При 300° удаление серы происходит очень медленно, составляя всего 25% за 15 мин, а при 340° оно вдвое выше. Особенно интенсивно про-

Таблица 1

Характеристика проб угля, %

Показатели	Месторождение	
	Донецкое	Подмосковное
Влажность W^a	8,00	11,04
Зольность A^c	20,33	36,40
Выход летучих веществ V^c	11,31	33,70
Содержание серы $S^c_{\text{общ}}$	3,08	5,37
в том числе:		
пиритной $S^c_{\text{п}}$	2,20	3,83
сульфатной $S^c_{\text{с}}$	0,20	0,77
органической $S^c_{\text{ор}}$	0,73	0,78

текает обессеривание при 380°. За 5 мин удаляется более половины серы угля. Однако дальнейшее обессеривание сильно замедляется. Одновременно в этих экспериментах установлено, что не вся окисленная сера переходит в газовую фазу. Около 15% от исходной серы остается в твердом продукте в адсорбированном виде (табл. 3).

Таблица 2

Зависимость обессеривания угля от условий термообработки

№	Уголь	Температура t , °C	Время τ , мин	Содержание в продукте $S^c_{\text{общ}}$, %	Степень обессеривания, %
1	Подмосковный	300	15	3,15	25,5
2	—>—	„	30	2,70	40,6
3	—>—	340	15	2,85	57,3
4	—>—	„	30	2,90	62,6
5	—>—	380	5	2,99	56,1
6	—>—	„	10	2,88	60,6
7	—>—	„	20	2,04	76,3
8	—>—	„	30	1,68	83,4
9	Донецкий	„	10	1,47	45,3
10	—>—	„	20	1,19	60,4
11	—>—	„	30	0,76	77,9
12	—>—	„	40	0,64	86,2

Кривые рисунка, отражающие кинетику превращения различных форм сернистых соединений при термообработке угля, наглядно иллюстрируют падение во времени скорости процесса, характерное для топочимической реакции. За первые 10 мин термообработки из угля удаляется более половины пиритной серы и около 30% органической серы. Резкий скачок вверх кривой 4 указывает на образование сульфатных соединений в начале термообработки. Кривая проходит через максимум и также резко снижается, составляя 50% от исходной сульфатной серы за 40 мин.

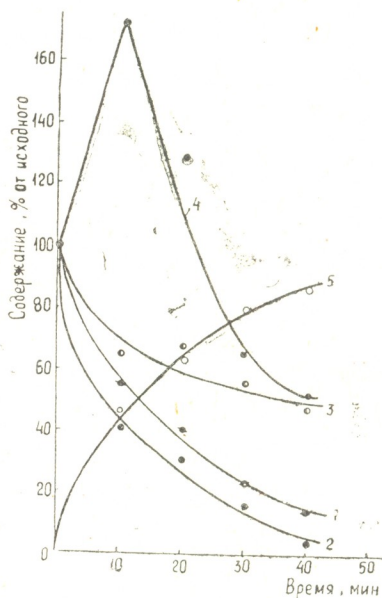
Согласно работам [8, 9], окисление пирита при низких температурах происходит с образованием сульфатных соединений железа, без выделения окислов серы. По мере образования продуктов реакции скорость окисления сильно падает, причем она становится практически равной нулю при весьма тонком слое сульфатов, скорость разложения которых определяет скорость суммарной реакции. Заметная диссо-

Таблица 3
 Баланс серы при термообработке угля (t 380°, τ 15 мин)

Показатели	% от исходной серы		
	№ опыта		
	1	2	3
В газовой фазе	70,3	67,0	68,6
В твердом продукте	23,3	32,2	30,8
в том числе в адсорбированном виде	—	16,7	15,8
Потери	0,4	0,8	0,6
Всего	100,0	100,0	100,0

циация закиси сульфата железа происходит при температурах 350—450°, а разложение сульфата окиси железа начинается при ~500°. Однако присутствие примесей значительно интенсифицирует процесс. Особенно интенсивно протекает диссоциация сульфата закиси железа в смеси с углем и пиритом [10].

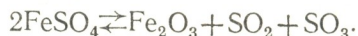
Рис. 1. Изменение содержания форм серы при термообработке угля в окислительной среде (t380°), % от исходной: 1—S_{общ}, 2—S_п, 3—S_{ор}, 4—S_с, 5—степень обессеривания угля, %



Сопоставляя литературный материал с экспериментальными данными, можно предположить, что в условиях низкотемпературной термообработки высокосернистого угля окисление пирита происходит с образованием сульфата закиси железа и частичным выделением SO₂ по реакции



Одновременно протекает разложение полученного сульфата с образованием окислов железа и серы:



В результате проведенного исследования получены данные, характеризующие сущность некоторых процессов, протекающих в окислительной среде при низкотемпературной термообработке высокосернистого угля. В отличие от обогащения, в данном процессе все формы сернистых соединений претерпевают изменения и частично удаляются. Основной формой серы, определяющей снижение сернистости угля, является пиритная сера. Органическая и сульфатная формы серы значительно труднее удаляются из угля и составляют незначительную долю обессеривания.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт неорганической химии
 и электрохимии

(Поступило 17.3.1983)

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

პ. ჯაპარიძე, ნ. კალანდაძე

ნახშირის განზოგირდების საკითხისათვის

რეზიუმე

ნახშირების დამჟანგველ არეში დაბალი ტემპერატურის პირობებში დამუშავებისას მასში შემავალი გოგირდის ყველა ფორმა განიცდის ცვლილებებს და ნაწილობრივ გამოიყოფა აირად ფაზაში. ძირითადად განზოგირდების ხარისხი გაპირობებულია პირიტული გოგირდის დაჟანგვით, რაც საკმაოდ მაღალი ინტენსივობით მიმდინარეობს 340—380°-ზე რკინისა და გოგირდის ქანგეულების წარმოქმნით. სულფატური და ორგანული გოგირდის მოცილება შედარებით გაძნელებულია. დაჟანგული გოგირდი ნაწილობრივ რჩება მყარ ფაზაში ადსორბირებული ქანგეულების სახით.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

P. N. JAPARIDZE, N. D. KALANDADZE

CONCERNING THE DESULPHURIZATION OF COAL

Summary

The paper discusses the feasibility of desulphurization of coal by thermal treatment. In the course of desulphurization in the presence of an oxidizer (under low treatment temperature) all forms of sulphur compounds suffer changes and are partially removed. Pyritic sulphur is the main form determining the decrease of sulphur content. The process of desulphurization occurs with a fairly high intensity at $t. 340-380^{\circ}$, by the formation of iron and sulphur oxides. The removal of sulphate and of organic forms of sulphur is a difficult process. oxidized sulphur partially remains in the solid phase.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. А. Стыриков. Теплоэнергетика, X, 1982.
2. И. П. Крапчин. Химия твердого топлива, 3, 1977.
3. Г. П. Делягин. Химия твердого топлива, 3, 1977.
4. А. З. Юровский. Сера каменных углей. М., 1960.
5. Сера в углях и коксе и методы ее удаления. Тематический сб. УХИМ, 47. Харьков, 1967.
6. М. Л. Ободова, Е. М. Тайц, О. К. Хапаева, И. А. Андреева, Н. В. Добровольская. Химия твердого топлива, 4, 1979.
7. В. И. Смола, Н. В. Кельцев. Защита атмосферы от двуокиси серы. М., 1976.
8. Е. В. Маргулис, Ю. С. Ремизов. Сб. трудов ВНИИЦветмет, 3, 1958.
9. Г. И. Чуфаров, Б. Д. Авербух. ЖОХ, XIX, 5, 1949.
10. М. Е. Позин, А. М. Гистлинг. ЖПХ, XXIII, 11, 1950.



УДК 547.513+547.562

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

В. М. ВДОВИН, М. Г. ЕРЕМЕИШВИЛИ, Д. М. ГАБРИАДЗЕ,
 Е. Ш. ФИНКЕЛЬШТЕЙН, А. Ю. КОШЕВНИК

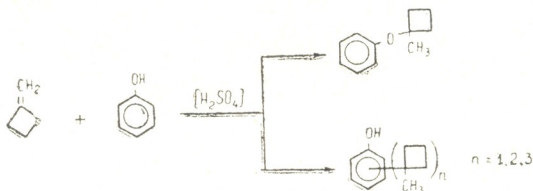
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕТИЛЕНЦИКЛОБУТАНА С ФЕНОЛОМ

(Представлено академиком Л. Д. Меликадзе 21.9.1982)

Ранее было показано, что метиленциклобутан (МЦБ) является удобным исходным соединением для синтеза различных углеводородов и функциональных производных циклобутанового ряда [1—7]. Настоящая работа посвящена исследованию направлений взаимодействия МЦБ с фенолом в условиях алкилирования.

Опыты проводились в термостатированном реакторе при перемешивании в растворе циклогексана. Мольное соотношение компонентов МЦБ:фенол:циклогексан:катализатор (80% H₂SO₄) составляло 1,0:1,3:2,0:0,1. Температура 35°, время контакта 4 часа. После 4-часового перемешивания конечные смеси обрабатывались водой до нейтральной реакции, сушились над CaCl₂ и разгонялись. Анализ полученных смесей и индивидуальных соединений осуществлялся с помощью хромато-масс-спектрометрии (капилляр 70 м, апиезон L, ток эмиссии 25 мк при энергии ионизирующих электронов — 70 эв, прибор ЛКВ-2091), ПМР-спектроскопии (varian T-60) и УФ-спектроскопии (Hitachi-EP-3T).

Было показано, что взаимодействие МЦБ с фенолом в указанных условиях протекает с сохранением 4-членного кольца, в основном, по двум направлениям:



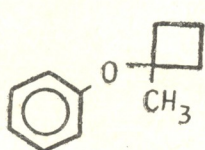
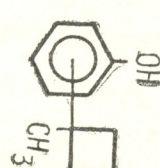
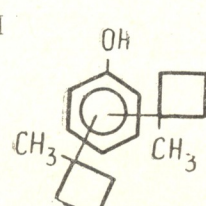
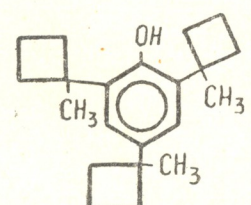
Как видно из схемы, одно из направлений является электронным присоединением фенола к двойной связи МЦБ, второе — С-алкилированием ароматического кольца. Такое течение реакции согласуется с данными для открытоцепных олефинов [8].

Ниже приводятся доказательства строения полученных нами новых кислородсодержащих производных циклобутана, подтверждающие реализацию приведенной выше схемы.

В табл. 1 представлены данные хроматомасс-спектрометрического анализа конечных смесей, а именно, масс-спектры идентифицированных аддуктов МЦБ и фенола и их процентное содержание в расчете на сумму образовавшихся продуктов (в качестве внутреннего эталона ГЖХ использовался циклогексан).

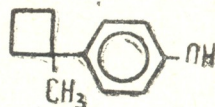
В масс-спектре 1-метил-феноксциклобутана (I) характеристичным является основной пик с m/e 94 [C₆H₅OH]⁺, образование которого связано с элиминированием метилциклобутильной группы в виде олефина. Такой процесс типичен для арилалкиловых эфиров [9]. Для продуктов С-алкилирования II—IV преимущественный распад в условиях

электронного удара связан с расщеплением 4-членных колец и выбросом молекулы этилена. Поэтому в масс-спектрах моно-, ди- и три-(1-метилциклобутил)замещенных фенола присутствуют интенсивные пики, соответствующие одно-, двух- и трехкратному элиминированию этилена (см. табл. 1). Во всех спектрах продуктов поли-С-алкилирования пик, обусловленный потерей последней молекулы этилена, является максимальным.

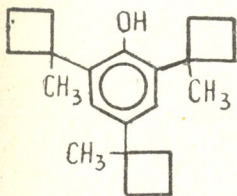
Соединение	m/e	Выход, % (по дан ным ГЖХ)
I 	51 (5), 53 (5), 65 (5), 66 (5), 69 (18), 77 (6), 91 (5), 94 (100), 95 (7), (107) (5), 134 (24), 162 (M ⁺ , 10)	7,5
II 	а) пара-изомер. 66 (7), 77 (6), 91 (9), 107(5), 119 (30), 133 (8), 134 (100), 135 (10), 147 (16), 162 (M ⁺ , 12) б)* 51 (6), 65 (7), 77 (8), 91 (19), 105 (6), 106 (5), 107 (5), 115 (5), 119 (35), 133 (7), 134 (100), 135 (10), 147 (15), 162 (M ⁺ , 18)	37,5
III 	а)* 51 (5), 53 (5), 65 (6), 69 (7), 72 (6), 73 (11), 77 (8), 79 (6), 91 (14), 105(5), 115(12), 116 (5), 117 (5), 128 (8), 129 (6), 131 (15), 132 (5), 145 (14), 146 (6), 147 (7), 159 (62), 160 (12), 161 (42), 162 (6), 173 (17), 174 (100), 175 (18), 185 (5), 187 (27), 202 (36), 203 (7), 230 (M ⁺ , 11) б)* 77 (6), 91 (9), 115 (7), 128 (5), 131 (9), 145 (5), 159 (10), 160 (7), 161 (41), 162 (5), 173 (5), 174 (100), 175 (14), 187 (24), 202 (25), 230 (M ⁺ , 6)	37,0
IV 	55 (5), 57 (6), 65 (5), 69 (19), 77 (10), 79 (9), 91 (11), 93 (13), 105 (5), 115 (11), 127 (5), 128 (12), 129 (11), 131 (5), 142 (6), 143 (7), 145 (6), 155 (6), 156 (5), 157 (6), 159 (6), 171 (9), 173 (11), 213 (11), 214 (100), 215 (19), 242 (66), 243 (13), 270 (24), 271 (5), 298 (M ⁺ , 21), 299 (5)	12,5

* В соединениях IIб, IIIа и IIIб ориентация заместителей не установлена.

После фракционирования алкилата выделены в качестве индивидуальных соединений 4-(N'-метилциклобутил)фенол



(IIa) с т. пл. 100—101° (из фракции 160—170/6 мм рт. ст. перекристаллизацией из изооктана) и 2, 4, 6-три(1-метилциклобутил)фенол (IV) с т. пл. 135—136° (из фракции 170/6 мм рт. ст. перекристаллизацией из изооктана).



Структуры неописанных ранее производных фенола IIa и IV подтверждены ПМР (растворитель CCl_4 , эталон ТМР) и УФ-спектрами. Спектр ПМР IIa содержит следующие сигналы: 1) $\delta_{ср.}$ 6,79 м. д. (4H, $\delta_A - \delta_B = 0,26$ м. д., $J \sim 9$ гц), характеризующее пара-дизамещение в бензольном кольце [10]; $\delta_{ср.}$ 2,1—2,2 м. д. (6H) — CH_2 -группы 4-членного кольца; 3) $\delta = 1,40$ м. д. (с, 3H) — CH_3 -группа; 4) синглет OH-группы, сдвигающийся в сильное поле при разбавлении (IH). Спектр ПМР IV содержит сигналы: 1) $\delta = 6,5$ м. д. (2H) — протоны ароматического кольца; 2) $\delta_{ср.}$ 2,2 м. д. (18H) — CH_2 -группы 4-членных колец; 3) $\delta = 1,40$ м. д. (с, 3H) — CH_3 -группа в пара-заместителе относительно OH-группы); 4) $\delta = 1,48$ м. д. (с66H) — CH_3 -группы в орто-заместителях относительно OH, 5) синглет OH-группы (IH). В данном случае последний мало сдвигается при разбавлении, что соответствует свойствам фенолов, содержащих объемистые заместители в положении 2 и 6 [11].

В УФ-спектре IIa имеются полосы с максимумами на 279 нм ($lg\epsilon = 3,384$) и 286 нм ($lg\epsilon = 3,335$), а в спектре IV 277 нм ($lg\epsilon = 3,336$) и 285 нм ($lg\epsilon = 3,345$). Положение полос, их форма и интенсивность свидетельствуют об 1,4-дизамещении в бензольном кольце соединения IIa и об 1, 2, 4, 6-тетразамещении в IV. В этом убеждает сравнение со спектрами 4-циклогексил- и 2,4,6-триметилфенола.

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

Кутанский государственный
педагогический институт
им. А. Цулукидзе

(Поступило 1.10.1982)

ორბანული ქიმიკოსების

ვ. ზღვინი, ა. ერემიშვილი, დ. ბაბიაძე, ე. ვინაყვაშვილი,
ა. კოშვიციანი

მეთილენციკლობუტანის ურთიერთმოქმედება ფენოლთან

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ მეთილენციკლობუტანის ურთიერთმოქმედება ფენოლთან 80%-იანი H_2SO_4 -ის თანამყოფობით მიმდინარეობს ოთხწევრიანი რგოლის შენარჩუნებით.

ინდივიდუალური ნაერთების სახით გამოყოფილია 4-(1-მეთილციკლობუტილ)-ფენოლი (ლ. ტემპ. 100—102°) და 2,4,6-ტრი (1-მეთილციკლობუტილ) ფენოლი (ლ. ტემპ. 135—136°).

V. M. VDOVIN, M. G. EREMEISHVILI, D. M. GABRIADZE, E. Sh. FINKELSHEIN,
A. Yu. KOSHEVNIK

INTERACTION OF METHYLENOCYCLOBUTANE WITH PHENOL

Summary

The interaction of methylenecyclobutane (MCB) with phenol in the presence of 80 per cent H_2SO_4 occurs (with preservation of the 4-member ring) along two lines: (a) electrophilic addition of phenol (I) to MCB (forming 1-methyl-1-phenoxy-cyclobutane (yield 7.5%) and (b) C-alkylation (total yield: 87%). Products of mono-, di-, and trialkylation have been identified by chromatomassspectrometry.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. Ш. Финкельштейн, Б. С. Стрельчик, В. Г. Заикин, В. М. Вдовин. Нефтехимия, XV, № 5, 1975, 667.
2. Е. Ш. Финкельштейн, А. И. Микая, В. М. Вдовин, Н. С. Наметкин. Нефтехимия, XVI, № 4, 1976, 538.
3. Е. Ш. Финкельштейн, А. И. Микая, Е. М. Сире, В. М. Вдовин, Н. С. Наметкин. ДАН СССР, 228, № 5, 1976, 1123.
4. Е. Ш. Финкельштейн, Б. С. Стрельчик, Е. Б. Портных, В. М. Вдовин, Н. С. Наметкин. ДАН СССР, 232, № 6, 1977, 1322.
5. Е. Ш. Финкельштейн, А. И. Микая, В. Г. Заикин, В. М. Вдовин. Нефтехимия, XX, № 1, 1980, 75.
6. С. Н. Анфилогова, Е. Б. Фролов, Ю. Н. Лузиков, Е. С. Баленкова. ЖОрХ, 15, 1979, 1432.
7. Н. С. Наметкин, В. М. Вдовин, Е. Ш. Финкельштейн, А. М. Попов, А. Ю. Кожевник, ДАН СССР, 211, № 5, 1973, 1131.
8. G. H. Stillson, D. W. Sawyer, C. K. Hunt. J. Am. Chem. Soc. 67, 1945, 303.
9. Г. Будзикович, К. Джерасси, Д. Уильямс. Сб. «Интерпретация масс-спектров органических соединений», М., 1966, 214.
10. Б. И. Ионин, Б. А. Ершов. ЯМР-спектроскопия в органической химии. М., 1967, 239.
11. Г. А. Никифоров, В. В. Ершов. Успехи химии, 39, 1970, 1369.



Г. Н. ЧАЧАВА, Р. Д. ГИГАУРИ, М. М. УГУЛАВА, Н. И. ГУРГЕНИДЗЕ

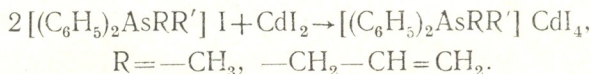
СИНТЕЗ ТЕТРАИОДОКАДМОАТОВ ДИФЕНИЛМЕТИЛАЛКИЛ-
 (АРИЛ)- И ДИФЕНИЛАЛЛИЛАЛКИЛАРСОНИЕВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. М. Хананашвили 12.10.1982)

Характерной особенностью галогенидов арсония является то, что они почти количественно образуют нерастворимые в воде и спиртах комплексы с солями различных металлов [1]. По мнению ряда исследователей [2—4], растворимость комплексов, содержащих арсоний, можно успешно использовать для количественного определения целого ряда катионов: Cd^{2+} , Sb^{3+} , Fe^{3+} , Co^{2+} , Cu^{2+} и др.

Недавно одним из нас [5] было показано, что взаимодействием водного раствора иодистого кадмия с иодидами триалкилэтиламиноарсония образуются соответствующие комплексы.

Сведения же о взаимодействии иодистого кадмия с солями диарилдиалкил- и диарилаллилалкиларсониев в литературе отсутствуют. Продолжая исследования в этом направлении, мы изучили возможность получения комплексов на основе ранее синтезированных [6] иодидов дифенилметилалкил(арил)- и дифенилаллилалкиларсониев. Оказалось, что при взаимодействии водного раствора иодистого кадмия с разбавленными спиртовыми растворами иодистых дифенилметилалкил- и дифенилаллилалкиларсониев выделяются соответствующие комплексы:



При молярном соотношении реагентов 2:1 комплексы иодистых дифенилметилалкил- и дифенилаллилалкиларсониев с иодистым кадмием выпадают в осадок, причем выход их составляет 60—80% в зависимости от величины и природы алкильных радикалов у атома мышьяка (см. табл. 1, 2).

Таблица 1
 Тетраиодокадмоаты дифенилметилалкил(арил)арсония $[(C_6H_5)_2AsRCH_3]_2CdI_4$

№ п/п	R	Выход, %	Т. пл. °C	Найдено, %		Формула	Вычислено, %	
				As	I		As	I
1	CH ₃	79,5	177—178	13,53	44,44	C ₂₈ H ₃₂ As ₂ CdI ₄	13,16	44,59
2	C ₂ H ₅	81,3	99—100	12,78	43,15	C ₃₀ H ₃₆ As ₂ CdI ₄	12,85	43,52
3	C ₃ H ₇	75,0	122—123	12,23	42,90	C ₃₂ H ₄₀ As ₂ CdI ₄	12,54	42,49
4	изо-C ₃ H ₇	75,6	104—105	12,39	42,21	C ₃₂ H ₄₀ As ₂ CdI ₄	12,54	42,49
5	C ₄ H ₉	70,1	155—156	12,46	41,27	C ₃₄ H ₄₄ As ₂ CdI ₄	12,26	41,52
6	изо-C ₅ H ₁₁	76,4	150—151	11,59	40,95	C ₃₆ H ₄₈ As ₂ CdI ₄	11,98	40,59
7	C ₆ H ₁₁	69,7	203—204	12,04	40,12	C ₃₈ H ₄₈ As ₂ CdI ₄	11,75	39,82
8	α-C ₁₀ H ₇	68,5	176—177	10,86	37,32	C ₄₆ H ₄₀ As ₂ CdI ₄	11,00	37,25

Синтезированные соединения представляют собой бесцветные кристаллические вещества, нерастворимые в воде, бензоле, гексане, диэтиловом эфире, но хорошо растворимые в ацетоне.

Содержание мышьяка определялось по методу Эвинса [7], а иода — видоизмененным меркуриметрическим методом [8].

Таблица 2

Тетраиодокадмоаты дифенилаллилциларсония $[(C_6H_5)_2AsRCH_2-CH=CH_2]_2CdI_4$

№ п/п	R	Выход, %	Т. пл. °С	Найдено, %		Формула	Вычислено, %	
				As	I		As	I
1	CH ₃	68,2	131—132	12,27	42,30	C ₃₂ H ₃₆ As ₂ CdI ₄	12,59	42,64
2	C ₂ H ₅	73,3	101—102	12,61	41,95	C ₃₄ H ₄₀ As ₂ CdI ₄	12,30	41,66
3	C ₃ H ₇	67,5	80—81	12,48	40,63	C ₃₆ H ₄₄ As ₂ CdI ₄	12,02	40,72
4	C ₅ H ₁₁	61,6	121—122	11,14	38,45	C ₄₀ H ₅₂ As ₂ CdI ₄	11,50	38,96
5	изо-C ₅ H ₁₁	63,0	124—125	11,65	38,78	C ₄₀ H ₅₂ As ₂ CdI ₄	11,50	38,96

С целью установления строения синтезированных соединений были сняты их ИК-спектры поглощения в области 400—3600 см⁻¹. Спектры были получены на спектрометре UR-20 с применением обычной методики растирания исследуемых образцов с вазелиновым маслом. Ниже приводятся волновые числа максимумов полос поглощения некоторых исходных солей арсониев, а также синтезированных комплексных соединений (см⁻¹; п — перегиб, наиболее интенсивные полосы подчеркнуты).

$[(C_6H_5)_2As(CH_3)_2]I$ 462, 473, 615, 648, **690**, **748**, 760 (п), 780 (п), **797**, **825**, 880, 890, **912**, **945**, 980, 1000, 1030, 1075, **1090**, 1160, 1190, 1285, 1320, 1342, 1415, **1440**, **1490**, 1530, 1778, 1830, 1900.

$\left[(C_6H_5)_2As \begin{array}{l} \diagup CH_3 \\ \diagdown CH_2-CH=CH_2 \end{array} \right] I$ 462, 475, 563, 605, 615, **690**, **740**, **755**, 830, 910, 950, 1000, 1030, 1090, 1170, 1200, 1285, **1385**, 1470, 1585, 1640, **2130**, **2260**, 2475, 2560, 2645, 2696, 2730, 2800.

$[(C_6H_5)_2As(CH_3)_2]CdI_4$ 475, 615, 650, 690, 722 (п), 745, 795, 845, 910, 940, 1000, 1090, 1160, **1378**, **1460**.

$\left[(C_6H_5)_2As \begin{array}{l} \diagup CH_3 \\ \diagdown C_5H_{11}\text{-изо} \end{array} \right]_2 CdI_4$ 467, 480 (п), 625, **690**, **740**, 795, **820**, 890, 920, 1000, 1025, 1090, 1120, 1160, 1340 (п), 1380, **1470**.

$\left[(C_6H_5)_2As \begin{array}{l} \diagup CH_3 \\ \diagdown CH_2-CH=CH_2 \end{array} \right] CdI_4$ 430, 445, 550, 625, 685, 735, 793, 818, 895, 932, 945, 1000, 1088, 1160, 1340 (п), **1380**, **1475**.

Как видно из приведенных данных, в ИК-спектрах всех синтезированных комплексов присутствуют полосы поглощения, характерные для бензольного кольца при 740—760, 1530 см⁻¹ и т. д., а также поглощения в области 475 и 560—615 см⁻¹, обусловленные валентными колебаниями As-C_{аром} и As-C_{алиф} соответственно. При этом следует от-

метить, что ИК-спектры исследуемых кадмоатов почти аналогичны спектрам исходных иодидов арсониев. Этот факт указывает на катионно-анионную структуру синтезированных комплексов.

Тетраиодокадмоат диметилдифениларсония. К 1,5 г разбавленного раствора иодистого диметилдифениларсония в этаноле добавляли разбавленный раствор 0,7 г иодистого кадмия. Сразу же выпадал белый осадок, который оставляли в маточном растворе при комнатной температуре 2 суток. Выделившийся в результате реакции кристаллический осадок отфильтровывали, промывали бидистиллятом и до постоянной массы сушили в вакуум-эксикаторе над пятиокисью фосфора и парафином. Выделяли 1,74 г (79,5%) тетраиодокадмоата диметилдифениларсония с т. пл. 177—178. Найдено, %: As 13,53; I 44,44. $C_{28}H_{32}As_2CdI_4$. Вычислено, % As 13,16, I 44,59. Таким же путем получены и другие комплексы иодида кадмия с иодидами дифенилметилалкил(арил)- и дифенилаллилалкиларсония.

Таким образом, взаимодействием иодистого кадмия с иодидами дифенилметилалкил- и дифенилаллилалкиларсония получено 13 ранее не описанных в литературе соответствующих комплексов.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 14.10.1982)

ორგანული ქიმია

ბ. ჩახავა, რ. გიგაური, მ. უგულავა, ნ. გურგენიძე

დიფენილმეთილალკილ(არილ) და დიფენილალკილარსონიუმის
ტეტრაიოდოკადმოატების სინთეზი

რ ე ზ ი მ ე

დიფენილმეთილალკილ(არილ)-და დიფენილალკილარსონიუმის მარილებზე კადმიუმის იოდიდის მოქმედებით სპირტხსნარებში სინთეზირებულია შესაბამისი ტეტრაიოდოკადმოატები. სინთეზირებული კომპლექსების შედგენილობა და აღნაგობა დადგენილია ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდებით.

ORGANIC CHEMISTRY

G. N. CHACHAVA, R. D. GIGAURI, M. M. UGULAVA, N. I. GURGENIDZE

SYNTHESIS OF DIPHENYLMETHYLALKYL (ARYL) AND ARSONIUM
DIPHENYLALYLALKYL TETRAIODOCADMOATES

Summary

By the interaction of diphenylmethylalkyl(aryl) and arsonium diphenylalylalkyl salts and cadmium iodide in ethanol the corresponding tetraiodocadmoates have been synthesized. The composition and structure of the synthesized complexes have been established by physicochemical methods.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. G. W. Raiziss, J. W. Gavron. Organic Arsenical Compounds, New York, 1923, 223.
2. N. A. Gibson. Pure and Appl. Chem., 4, 1954, 101.
3. F. P. Dwyer, N. A. Gibson, R. S. Nyholm. J. Proc. Roy. Soc. N. S. Wales 79, 1946, 118, C. A. 1947, 1629.
4. F. P. Dwyer, N. A. Gibson, R. S. Nyholm. J. Proc. Roy. Soc. N. S. Wales 78, 1945, 226. C. A. 1945, 4808.
5. Р. Д. Гигаури, Б. Д. Чернокальский, М. А. Инджия, М. Г. Матиашвили, О. О. Бурдуладзе. Сообщения АН ГССР, 86, № 2, 1977, 352.
6. В. М. Центовский, Б. Д. Чернокальский, Р. Д. Гигаури, Г. Н. Чачава, М. М. Угулава. ЖОХ, 43, 1973, 837.
7. E. Ewins. J. Chem. Soc., 109, 1916, 1355.
8. В. Л. Хухня, Л. С. Хинтибидзе. Труды ТГУ, 1961, 80.



Э. Г. АХАЛКАЦИ, И. Д. БОРИНЕЦ, Г. И. ДАРЧИАНИ,
В. А. ДОЛИДЗЕ, Л. И. ДЖАКОБИЯ, И. Л. КОРИНЬ,
З. И. ТАЛИАШВИЛИ, Г. П. ЧИЧУА

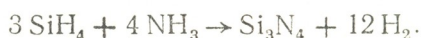
ИОНОСЕЛЕКТИВНЫЙ ПОЛЕВОЙ ТРАНЗИСТОР С ВОДОРОДНОЙ ФУНКЦИЕЙ НА ОСНОВЕ НИТРИДНЫХ МЕМБРАН

(Представлено академиком Г. В. Цицишвили 4.2.1983)

В ионоселективных полевых транзисторах (ИСПТ) с водородной функцией на основе МДП-структуры используются рН-чувствительные мембраны из SiO_2 [1, 2] и Si_3N_4 [3, 4]. Лучшие результаты получены при использовании нитрида кремния, рН-функция которого линейна в пределах 2—10 рН с крутизной функции 45—55 мВ/рН.

Для объяснения механизма чувствительности Si_3N_4 к ионам водорода предполагалось, что поверхность нитрида кремния покрыта гидроксильными группами, степень диссоциации которых зависит от величины рН раствора [3].

Допускается также механизм чувствительности $\text{Si}_3\text{N}_4\text{—SiO}_2\text{—Si}$ к ионам H^+ , обусловленный равновесным обменом между H^+ и водородом в пленках Si_3N_4 [5], получаемого при взаимодействии моносилана с аммиаком:



Однако пленки нитрида, кремния, полученные методом высокочастотного реактивного магнетронного распыления в среде азота при низких давлениях, в которых практически исключается наличие водорода, также обладают водородной функцией в пределах рН 2—10 с крутизной около 45 мВ/рН [6]. Наличие Н-функции в этом случае может быть объяснено нижеследующим.

Электронная конфигурация в основном состоянии атомов кремния имеет $3s^2 3p^2$ -тип орбиталей, а атомов азота — $2s^2 2p^3$.

В нитриде кремния для Si характерна sp^3 -гибридизация валентных электронов, а для атомов азота — sp^2 .

В результате перекрывания sp^3 -орбиталей кремния с sp^2 -орбиталями азота возникает σ -связь. В этом случае неподеленная пара электронов атома азота размещается на р-орбиталях, ориентированной под прямым углом к плоскости σ -связей, и возможно перекрывание с вакантными 3d-орбиталями атомов Si, т. е. рл—dл-взаимодействие.

За счет такого эффекта образуется система π -делокализованных связей, захватывающая четыре взаимодействующих атома [7].

Оставшиеся два атома азота, с локализованной парой электронов каждый, могут осуществлять донорно-акцепторные связи с ионом

водорода. Видимо, аналогичный механизм будет характерным и для других нитридов, а также фосфидов и арсенидов.

На основе этого предположения нами был изготовлен ИСПТ с мембраной из нитрида германия и исследована его водородная функция.

Для создания образцов использовались пластины КНС (эпитаксиально выращенный кремний *p*-типа толщиной 0,5 мкм на сапфире толщиной 0,4 мм). *P*-области стока и истока создавались термодиффузией бора. Слой двуокиси кремния толщиной 0,1 мкм был получен термическим окислением в сухом кислороде при температуре 1100°C.

Нитрид германия (0,1 мкм) наносился поверх SiO_2 методом высокочастотного реактивного магнетронного распыления при давлении 10^{-3} — $5 \cdot 10^{-4}$ мм рт. ст. Наличие водорода в пленках Ge_3N_4 , так же как и в пленках Si_3N_4 , практически исключается.

В качестве реагентов использовались пластина чистого Ge и чистый азот с малой примесью аммиака.

Герметизация ИСПТ осуществлялась при помощи кремнийорганического компаунда ВГО-1.

Измерения проводились в образцовых буферных растворах в интервале 1,68—12,45 рН при температуре $25,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ [6].

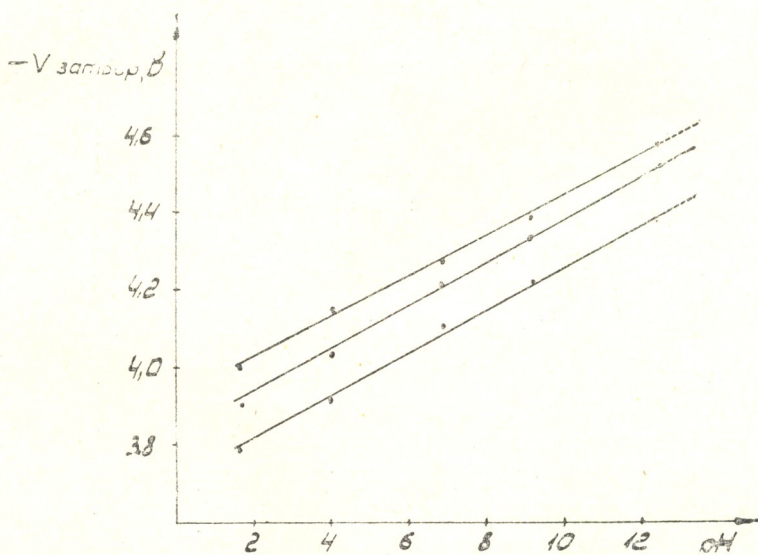


Рис. 1. Зависимость напряжения на затворе для трех ИСПТ с мембраной из нитрида германия от рН растворов

Рабочий режим выбирался исходя из вольтамперных характеристик ИСПТ при рН 6,86.

Экспериментальные данные (рис. 1) показали, что нитрид германия в ИСПТ проявляет довольно высокие электродные свойства.

Зависимость V затвора = f (рН) в интервале 1,68—12,45 рН была линейной с крутизной, близкой к теоретическому значению — 55—58 мВ/рН.

Таким образом, экспериментальные данные хорошо согласуются с нашим предположением о возможности применения в качестве pH-чувствительных мембран ИСПТ не только Si_3N_4 , но и других нитридов.

ВНИИАТ ТНПО «Аналитприбор»

(Поступило 4.2.1983)

ფიზიკური ქიმია

მ. ახალკაცი, ი. ბორინეცი, ზ. დარჩიანი, ვ. დოლიძე, ლ. ჯაკობია,
 ი. კორინი, ზ. ტალიაშვილი, გ. ჩიჩუა

წყალბადის ფუნქციის მქონე იონსელექტიური ველის ეფექტიანი
 ტრანზისტორი ნიტრიდული მემბრანების საფუძველზე

რეზიუმე

განხილულია ველის ეფექტის მქონე ტრანზისტორის საფუძველზე ახალი ტიპის იონსელექტიური ელექტროდის შექმნისა და კვლევის საკითხები. ტრანზისტორი შექმნილია საფირონზე არსებული სილიციუმის თხელი აფსკის ბაზაზე. წყალბადის მიმართ მგრძნობიარე მემბრანის როლს ასრულებს გერმანიუმის ნიტრიდი. სანიმუშო ბუფერულ ხსნარებში შესწავლილია ამ ელექტროდის pH-ფუნქცია. ელექტროდი მუშაობს 1,68—12,45 pH-ის ზღვრებში, დახრილობა შეადგენს 55—58 მვ/pH.

სილიციუმის ნიტრიდის ელექტრონული აღნაგობის განხილვის საფუძველზე გამოთქმულია მოსაზრება, რომ წყალბად-იონთა მიმართ. ნიტრიდების, აგრეთვე ფოსფიდებისა და არსენიდების მგრძნობიარობა გაპირობებული უნდა იყოს ლოკალიზებული წყვილი ელექტრონით, რომელთაც აქვთ უნარი წარმოქმნან დონორულ-აქცეპტორული კავშირი წყალბადის იონთან.

PHYSICAL CHEMISTRY

E. G. AKHALKATSI, I. D. BORINETS, G. I. DARCHIANI, V. A. DOLIDZE,
 L. I. JAKOBIA, I. L. KORIN, Z. I. TALIAHVILI, G. P. CHICHUA

ION-SELECTIVE FIELD-EFFECT TRANSISTOR WITH HYDROGEN
 FUNCTION BASED ON NITRIDE MEMBRANES

Summary

The design of an electrode on the basis of ion-selective field-effect transistor (ISFET) with a pH-sensitive germanium nitride membrane is considered. Silicon-on-sapphire plates were used as a substrate. The pH-function of the indicated electrodes in standard buffer solutions was studied. Linear voltage dependence on pH on the gate is observed in the pH range 1.68—12.45 with 55-58 mV/pH gradient.

Considering electron configuration of Si_3N_4 , it is suggested that the mechanism of sensitivity to hydrogen ions is connected with localized electron pairs in nitrides, phosphides and arsenides.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. P. Bergveld. IEEE Trans. Biomed. Eng., BME-19, № 5, 1972.
2. H. Abe, M. Esashi, T. Matsuo. Trans. Electron Devices, ED-26, № 12, 1979.
3. M. Esashi, T. Matsuo. IEEE Trans. Biomed. Eng., BME-25, № 2, 1978.
4. Ю. Г. Власов, А. В. Братов. Электрохимия, XVII, № 4, 1981.
5. Ю. Г. Власов, Ю. А. Тарантов, В. П. Летавин. ЖПХ, 53, № 10, 1980.
6. Э. Г. Ахалкаци, И. Д. Боринец, В. А. Долидзе и др. Сообщения АН ГССР, 112, № 2, 1983.
7. А. В. Ржанов. Сб. «Нитрид кремния в микроэлектронике». М., 1982.



Г. А. ЦАГАРЕЛИ, Л. Н. ДЖАПАРИДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР), Ш. М. МАХАТАДЗЕ

ОКИСЛЕНИЕ ИОНОВ Mn^{2+} НА ВРАЩАЮЩЕМСЯ ДИСКОВОМ ЭЛЕКТРОДЕ В РАСТВОРАХ СУЛЬФАТА НАТРИЯ

Нами было изучено электрохимическое окисление ионов Mn^{2+} в нейтральных растворах сульфата натрия на вращающемся дисковом электроде из платины. Для приготовления растворов использовали дважды перекристаллизованный сульфат марганца квалификации «ч. д. а.», сульфат натрия — «ос. ч.» и серную кислоту — «ос. ч.». Растворы готовили в дважды перегнанной воде. Измерения проводили на универсальном полярографе марки GWP-673 (ГДР) по трехэлектродной схеме. Диаметр рабочего электрода равнялся 1 мм. Электродом сравнения служил ртутносulfатный электрод. В процессе электролиза на поверхности электрода осаждался диоксид марганца (ДМ). При подготовке электрода к измерениям осадок растворяли в соляной кислоте, электрод промывали в бидистилляте и затем поляризовали в растворе 0,5 М H_2SO_4 попеременно катодно и анодно. Все потенциалы указаны относительно ртутносulfатного электрода в нормальном растворе серной кислоты. Предварительное осаждение ДМ осуществляли в кулонометрическом режиме при постоянном потенциале. При записи кривых на электродах, предварительно покрытых ДМ, начальный потенциал соответствовал нулевому значению величины тока. Измерения проводили в термостатированной ячейке при температуре 25°C. В изученных условиях были получены полярограммы

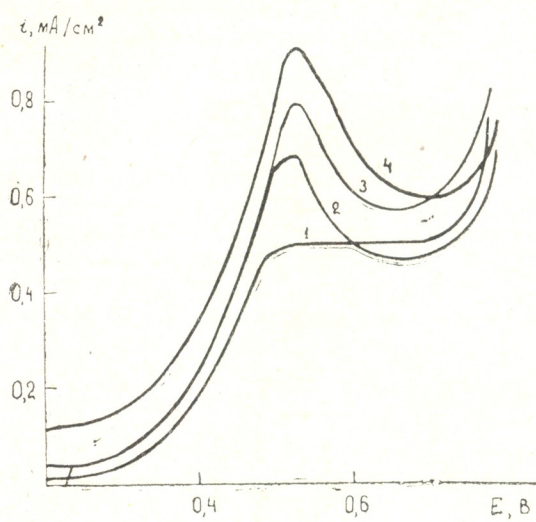
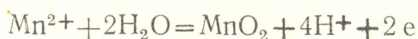


Рис. 1. Поляризационные кривые окисления ионов Mn^{2+} на вращающемся дисковом электроде (220 об/мин) в растворах $1,5 \cdot 10^{-3}$ М $MnSO_4 + 0,2$ М Na_2SO_4 ; 1—чистая платина; 2—повторная кривая; 3—Pt/ MnO_2 -электрод, на осаждение ДМ затрачено $Q=2,4$ Кл, при потенциале 0,5 В; 4—Pt/ MnO_2 -электрод, $Q=9,65$ Кл, 0,5 В. Предварительное осаждение ДМ проводили в растворе $5 \cdot 10^{-3}$ М $MnSO_4 + 0,2$ М Na_2SO_4

на чистой платине с четко выраженной площадкой предельного тока (рис. 1, кривая 1). Зависимость предельного тока от скорости вращения электрода (рис. 2, кривая 1) свидетельствует о диффузионном характере предельного тока. Исходя из суммарного уравнения электродной реакции



был рассчитан коэффициент диффузии по уравнению Левича

$$i_d = 0,62 \cdot n \cdot F \cdot c \cdot D^{2/3} \cdot \nu^{-1/6} \cdot \omega^{1/2},$$

где n — число электронов, расходуемое на реагирующую частицу; F — число Фарадея; c — концентрация реагирующей частицы в растворе; D — коэффициент диффузии; ν — кинематическая вязкость жидкости; ω — угловая скорость вращения электрода. Он оказался равным $5,75 \cdot 10^{-6} \text{ см}^2 \text{ с}^{-1}$, что находится в согласии с данными, приведенными в работах [1, 2].

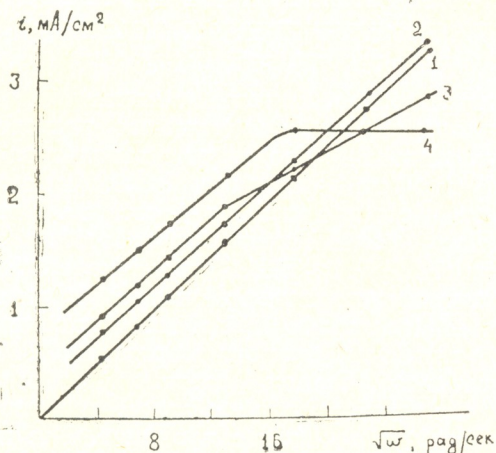


Рис. 2. Зависимость $i - \sqrt{\omega}$ на вращающемся дисковом электроде в растворе $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ M MnSO}_4 + 0,2 \text{ M Na}_2\text{SO}_4$: 1 — чистая платина; 2 — Pt/MnO₂-электрод, на осаждение ДМ затрачено $Q = 2,4 \text{ Кл}$, при потенциале 0,7 В; 3 — Pt/MnO₂-электрод, $Q = 2,4 \text{ Кл}$, 0,5 В; 4 — Pt/MnO₂-электрод, $Q = 9,65 \text{ Кл}$, 0,7 В. Предварительное осаждение ДМ проводили в растворе $5 \cdot 10^{-3} \text{ M MnSO}_4 + 0,2 \text{ M Na}_2\text{SO}_4$.

Если после записи полярограммы на чистой платине сразу снимали повторную кривую, то полярограмма смещалась в катодную сторону и на ней наблюдался пик, превышающий предельный диффузионный ток (рис. 1, кривая 2). Процесс, связанный с повторной кривой, протекает уже не на чистой платине, а на электроде с осажденным при записи первой кривой ДМ.

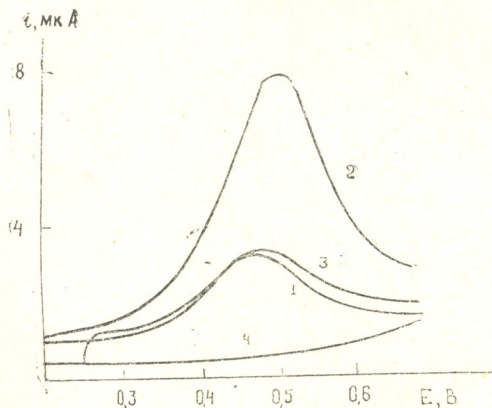
Существование токов, превышающих предельный диффузионный ток, кажется необычным. С целью объяснения этого явления были проведены опыты с применением электродов, предварительно покрытых ДМ. На рис. 1 приведены полярограммы, полученные на Pt/MnO₂-электродах (кривые 3, 4). Зависимость тока в максимуме кривой от скорости вращения электрода в координатах $i - \sqrt{\omega}$ является прямолинейной, однако прямая не проходит через начало координат. С ростом толщины (до определенной величины) предварительно осажденного ДМ прямая отсекает все больший отрезок на оси токов, причем наклон прямой при не очень высоких скоростях вращения электрода практически меняется мало (рис. 2, кривые 2, 3). Такое поведение свидетельствует о том, что на диффузионный ток накладывается кинетическая составляющая тока.

Как известно, ДМ γ -модификации является нестехиометрическим оксидом. Его состав можно выразить формулой $\text{MnO}_{2n-2}\text{OH}_{4-2n}$. Индекс n меняется от 2 до 1,5, причем в пределах данной фазы существует большое число соединений. Предельным случаям отвечают соединения MnO_2 и $\text{MnO}(\text{OH})$. Внедрение протона в структуру решетки практически не меняет ее параметров [3].

По всей видимости, кинетическая составляющая тока связана с окислительным процессом, протекающим в толще оксидной пленки. Такого рода окисление должно приводить к диффузии ионов в твердой фазе. Например, этим ионом может быть протон, диффундирующий в

направлении раствора. Для проверки этого предположения нами было изучено поведение электродов, покрытых ДМ, в растворах чистого сульфата натрия (без ионов марганца Mn^{2+}). Как видно из рис. 3, в области потенциалов электроосаждения ДМ были получены кривые, проходящие через максимум тока. Если процесс протекает в массе оксида, то высота максимума должна возрастать с увеличением количество осажденного ДМ. Как видно из рис. 4, ток в растворе сульфата

Рис. 3. Анодная поляризация Pt/ MnO_2 -электродов в растворе 0,2 М Na_2SO_4 . Предварительное осаждение ДМ (при затраченном количестве электричества $Q=9,65$ Кл) проводили в следующих условиях: 1— $1,5 \cdot 10^{-3}$ М $MnSO_4 + 0,2$ М Na_2SO_4 , 0,5 В; 2— $5 \cdot 10^{-3}$ М $MnSO_4 + 0,2$ М Na_2SO_4 , 0,5 В; 3— $5 \cdot 10^{-3}$ М $MnSO_4 + 0,2$ М H_2SO_4 , 0,8 В; 4—чистая платина



натрия действительно увеличивается пропорционально количеству электричества, затраченного на предварительное осаждение ДМ. Однако следует отметить, что истинная поверхность ДМ также растет с увеличением массы ДМ, так что возрастание токов частично может быть связано и с поверхностным процессом.

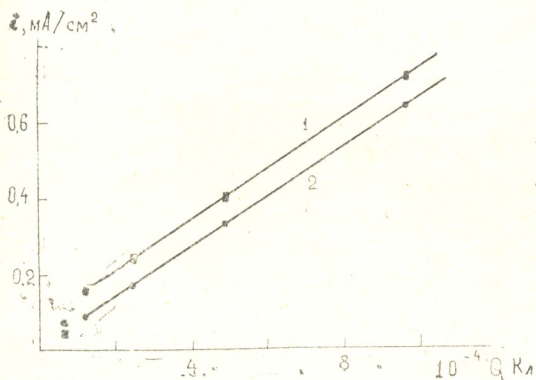


Рис. 4. Зависимость анодного тока в максимуме от количества электричества, затраченного на предварительное осаждение ДМ в растворе $5 \cdot 10^{-3}$ М $MnSO_4 + 0,2$ М Na_2SO_4 при потенциалах: 1—0,5 В; 2—0,7 В. Кривые снимали в растворе 0,2 М Na_2SO_4

Увеличение концентрации кислоты и уменьшение концентрации ионов Mn^{2+} в растворе, используемом для осаждения ДМ, а также увеличение потенциала предварительного осаждения (рис. 4) приводили к уменьшению токов в максимуме при снятии кривых в растворах сульфата натрия. По-видимому, причиной уменьшения токов во всех случаях является увеличение степени окисленности ДМ. Это предположение согласуется с уравнением для потенциала ДМ, выведенным Феттером и экспериментально подтвержденным Феттером и Егером [4]. Согласно этому уравнению, степень окисленности ДМ увеличивается с ростом потенциала электрода, уменьшением концентрации ионов Mn^{2+} и увеличением концентрации ионов водорода H^+ .

ბ. ცაბარელი, ლ. ჯაფარიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),
 შ. მახათაძე

Mn²⁺ იონების დაჟანგვა მბრუნავი დისკოს ელექტროდზე ნატრიუმის სულფატის ხსნარებში

რეზიუმე

შესწავლილია Mn²⁺ იონების დაჟანგვა ნეიტრალურ ხსნარებში. მანგანუმის ოქსიდით დაფარული პლატინის მბრუნავი დისკოს ელექტროდზე მიღებულია პოლაროგრამები დენის ვარდნით. დენის მნიშვნელობა მაქსიმუმში აღემატება ზღვრულ დიფუზურ დენს. არასტექიომეტრიულ მანგანუმის დიოქსიდში მანგანუმის დაჟანგულობის ხარისხი პრაქტიკულად ყოველთვის ნაკლებია თეორიულ მნიშვნელობაზე. ზღვრულ დიფუზურ დენზე მეტი დენის არსებობა ახსნილია მანგანუმის დაჟანგვით ოქსიდის ფენაში.

ELECTROCHEMISTRY

G. A. TSAGARELI, L. N. JAPARIDZE, Sh. M. MAKHATADZE

OXIDATION OF MANGANESE (II) IONS ON A ROTATING DISK ELECTRODE IN SODIUM SULFATE SOLUTION

Summary

The electrooxidation of manganese ions in a neutral solution has been investigated. Polarograms with fall of current were obtained on a rotating platinum disk electrode covered with manganese dioxide. The current in the maximum exceeded the limiting diffusion current. The oxidation level of manganese in the non-stoichiometric dioxide of MnO₂ was practically always less than the theoretical value. The excess of the limiting diffusion current is accounted for by manganese oxidation in the dioxide bulk.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. Moritz, K.-H. Heckner. Z. Phys. Chemie, 1975, № 4, 256.
2. E. Barchese, H. C. Chagas, S. Wolynce. An. Acad. Brasil Cienc., 1981, 53, № 2, 309-312.
3. H. Bode, A. Schmier, D. Berndt. Z. Electrochem., 1962, 66, 586.
4. К. Феттер. Электрохимическая кинетика, М., 1967.

В. В. ШАВГУЛИДZE, П. Г. ГОГОЛАДZE, Дж. И. ДЖАПАРИДZE

ПОЛЯРОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ХЛОРИСТЫХ И БРОМИСТЫХ КОМПЛЕКСОВ СВИНЦА В ЭТИЛЕНГЛИКОЛЕ

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 3.11.1982)

В литературе имеются данные о составе и устойчивости комплексов свинца с галогенид-ионами в диполярных апротонных растворителях, например в диметилформамиде [1], диметилсульфоксиде [2], диметилацетамиде [3]. Сведения аналогичного характера в растворах этиленгликоля в литературе отсутствуют. Этиленгликоль по кислотно-основным свойствам, степени наличия водородных связей, величинам констант диссоциации различных электролитов обнаруживает наибольшее сходство с водой. В то же время этиленгликоль резко отличается от воды динамическими свойствами и размерами молекул, что и должно отразиться на кинетике разряда разных комплексов. Представлялось целесообразным исследовать комплексообразование между ионами свинца и галогенид-ионами в этиленгликоле.

Измерения проводились на полярографе ОН-102 при 25°C по трехэлектродной схеме с компенсацией большей части омических потерь. Ионная сила растворов оставалась постоянной и равнялась 1,8. Для поддержания постоянной ионной силы применялся перхлорат натрия. Все соли, используемые в работе, были дважды перекристаллизованы и обезвожены. Методика эксперимента, а также очистки этиленгликоля приведены в работе [4]. Концентрация комплексообразователя поддерживалась постоянной и равной 0,001 М/л. Электродом сравнения служил насыщенный водный каломельный электрод, соединенный с ячейкой через промежуточный сосуд. Кислород из ячейки удалялся продувкой гелия, который предварительно пропускался через промывные склянки с раствором этиленгликоля. Комплексообразование в интервале концентрации аденда от 0,1 до 1,8 М/л. Во всех исследованных системах наблюдались четкие полярограммы с хорошо выраженной областью диффузионного тока. Обратимость электровосстановления свинца из этиленгликолевых растворов в присутствии и в отсутствии комплексообразователя проверялась нахождением величин угловых коэффициентов прямых $E - \lg I/I_d - 1$, которые близки к теоретическому значению ($tga = 0,029$).

При введении ионов хлора и брома в этиленгликолевый раствор волна свинца сдвигается в катодном направлении, что указывает на образование комплексов в системе $Pb^{2+} + Cl^-$ и $Pb^{2+} + Br^-$. Как видно из рис. 1, зависимость сдвига потенциала полуволны ($E_{1/2}$) иона свинца от концентрации ионов хлора и брома имеет криволинейный характер, что, как известно, отражает ступенчатое комплексообразование. Поэтому опытные данные были обработаны методом Дефорда и Юма [5]. По Дефорду и Юму, константы устойчивости образующихся комплексов рассчитываются по уравнению

$$\Delta E_{1/2} = \frac{RT}{nF} \ln F_0(c) - \frac{RT}{nF} \ln \frac{(I_d)_s}{(I_d)_c}$$



где

$$F_0(c) = 1 + k_1c + k_2c^2 + k_3c^3 + \dots = \text{anti ln} \left[\frac{nF}{RT} \Delta E_{1/2} + \ln \left[\frac{(I_d)s}{(I_d)c} \right] \right],$$

$$F_1(c) = \frac{F_0(c) - 1}{c} = k_1 + k_2c + k_3c^2 + \dots$$

Вследствие резкого увеличения значений функции на оси ординат откладывались значения логарифмов этих функций, а не значения самих функций. Разумеется, точность полученных констант образования

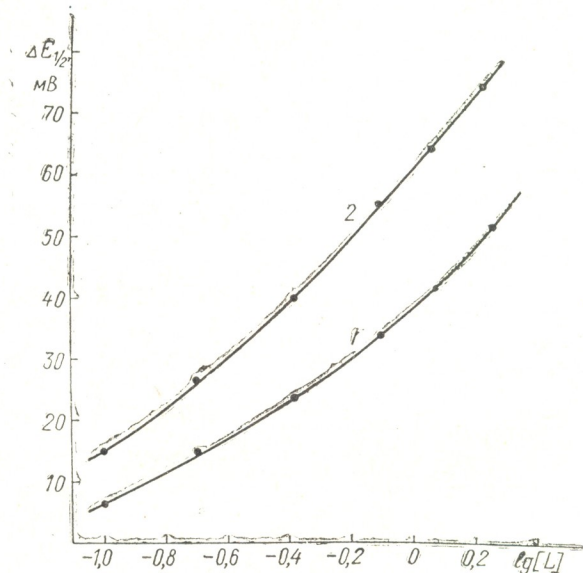


Рис. 1. Зависимость $\Delta E_{1/2} - \lg(c)$ для системы $Pb^{2+} + Cl^{-}$ (1) и $Pb^{2+} + Br^{-}$ (2) в этиленгликолевых растворах

при такой экстраполяции будет меньше, чем в случае экстраполяции просто функции $F(c)$. Как видно из рис. 2 и 3, в этиленгликолевых растворах свинец образует ряд хлористых и бромистых комплексов вплоть до PbA_4^{2-} ($A = Cl^{-}$ и $A = Br^{-}$).

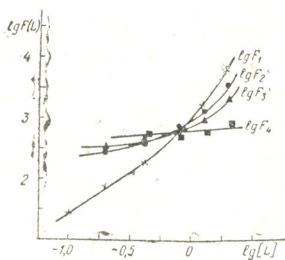


Рис. 2. Зависимость функции $F_1(c), F_2(c), F_3(c), F_4(c)$ от концентрации хлор-иона

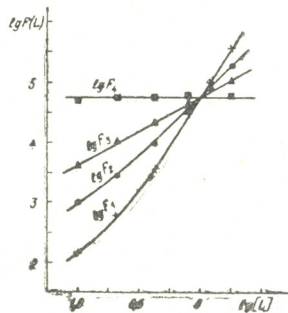


Рис. 3. Зависимость функции $F_1(c), F_2(c), F_3(c), F_4(c)$ от концентрации бром-иона

Обработка экспериментального материала для системы $Pb^{2+} + Cl^{-}$ и $Pb^{2+} + Br^{-}$ приводится в табл. 1 и 2, а состав и устойчивость образующихся комплексов — в табл. 3.

Таблица 1

Ступенчатое комплексообразование в системе $Pb^{2+}+Cl^{-}$

$[L], M$	$\Delta E_{1/2}, B$	$a=0,4343 \times \frac{nF}{RT} \Delta E_{1/2}$	$F_0(c) = \text{anti lga}$	$F_1(c) = \frac{F_0(c)-1}{[c]}$	$F_2(c) = \frac{F_1(c)-k}{[c]}$	$F_3(c) = \frac{F_2(c)-k_2}{[c]}$	$F_4(c) = \frac{F_3(c)-k_3}{[c]}$
1,8	0,0515	4,12	13180	7322,3	4060	2115	1020
1,2	0,0415	3,32	2090	1741	1437	990	592
0,8	0,034	2,72	524,8	656	800	700	525
0,4	0,0235	1,88	75,86	189,5	432	455	440
0,2	0,015	1,2	15,85	79,25	315	325	—
0,1	0,006	0,48	3,02	22,02	60	—	—

Таблица 2

Ступенчатое комплексообразование в системе $Pb^{2+}+Br^{-}$

$[L], M$	$\Delta E_{1/2}, B$	$a=0,4343 \times \frac{nF}{RT} \Delta E_{1/2}$	$F_0(c) = \text{anti lga}$	$F_1(c) = \frac{F_0(c)-1}{[c]}$	$F_2(c) = \frac{F_1(c)-k_1}{[c]}$	$F_3(c) = \frac{F_2(c)-k_2}{[c]}$	$F_4(c) = \frac{F_3(c)-k_3}{[c]}$
1,8	0,073	5,84	691800	384333,3	213461	118277	64601
1,2	0,0635	5,08	120200	100166,7	83420	69049	55880
0,8	0,055	4,40	25120	31400,0	39191	48286	57864
0,4	0,040	3,20	1585	3962,5	9750	22970	52437
0,2	0,0265	2,120	131,8	659	2980	12090	50480
0,1	0,015	1,20	15,85	158,5	950	3880	18850

Таблица 3

Значения констант образования хлористых и бромистых комплексов свинца в этиленгликоле

β_n	Cl^{-}		Br^{-}	
	Этиленгликоль	Вода [6]	Этиленгликоль	Вода [6]
$\beta_1, [PbA]^+$	15,85	30,2	63	43,65
$\beta_2, [PbA_2]^+$	$2,51 \cdot 10^2$	$1,2 \cdot 10^2$	$5,62 \cdot 10^2$	$3,09 \cdot 10$
$\beta_3, [PbA_3]^{-}$	$2,82 \cdot 10^2$	64,6	$2,0 \cdot 10^3$	$7,24 \cdot 10^2$
$\beta_4, [PbA_4]^{2-}$	$3,55 \cdot 10^2$	7,08	$8,75 \cdot 10^3$	$1,58 \cdot 10^2$

В аналогичных условиях в водных растворах имеется пять комплексов, однако их константа устойчивости меньше, чем в этиленгликольных растворах. В апротонных растворителях, например в диметилформамиде, диметилсульфоксиде, диметилацетамиде и пропиленкарбонате, диметилсульфоксиде, диметилацетамиде и пропиленкарбонате, обнаруживаются только три комплекса, однако константа устойчивости этих комплексов значительно выше, чем комплексов в водных и этиленгликолевых растворах. Можно предположить, что наличие развитой сети водородных связей в воде и этиленгликоле, увеличивая степень ассоциируемости молекул растворителя, снижает константу устойчивости образуемых в них галогидных комплексов свинца.

Академия наук Грузинской ССР

Институт неорганической
химии и электрохимии

(Поступило 4.11.1982)

3. შავგულიძე, პ. გოგოლაძე, ჯ. ჯაპარიძე

ტყვიის ქლორისა და ბრომის კომპლექსების პოლაროგრაფიული
 შესწავლა ეთილენგლიკოლში

რეზიუმე

პოლაროგრაფიული მეთოდის გამოყენებით შესწავლილია ტყვიის კომპლექსწარმოქმნა ქლორის და ბრომის იონებთან ეთილენგლიკოლში. დადგენილია მიღებული კომპლექსების შედგენილობა და გამოთვლილია მათი მდგომარეობის მუდმივები.

ELECTROCHEMISTRY

V. V. SHAVGULIDZE, P. G. GOGOLADZE, D. I. JAPARIDZE

POLAROGRAPHIC INVESTIGATION OF CHLORIDE
 AND BROMIDE COMPLEXES OF LEAD IN
 ETHYLENE GLYCOL

Summary

The formation of chloride and bromide complexes of lead in ethylene glycol has been studied polarographically. The composition has been determined and the constants of chloride and bromide complexes of lead have been calculated. It is shown that lead forms all the complexes from PbA^+ to PbA_4^{-2} with chlorine and bromine ions.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. М. Самойленко. ЖНХ, 13, № 1, 1968, 79.
2. В. М. Самойленко, В. И. Ляшенко. ЖНХ, 18, № 9, 1973, 2402.
3. В. В. Скопенко, В. М. Самойленко, С. В. Гарбуз. ЖНХ, 27, № 3, 1982, 665.
4. Дж. И. Джапаридзе, В. В. Шавгулидзе. Электрохимия, 8, 1972, 1837.
5. P. D. De Ford, P. N. Hume. J. Amer. Chem. Soc. 73, 1951, 5321.
6. В. А. Федоров. Коорд. химия, 1, № 7, 1975, 890.



Ц. М. ДАЛАКИШВИЛИ

ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ЛИПИДОВ КОРНЕЙ И КОРНЕВИЩ МОРОЗНИКА КАВКАЗСКОГО

(Представлено членом-корреспондентом Академии Э. П. Кемертелидзе 11.11.1982)

Изученные нами ранее липиды корней и корневищ морозника абхазского имеют необычный для высших растений липидный состав [1] и проявляют интересную биологическую активность [2].

В корнях и корневищах другого широкораспространенного на Кавказе вида — морозника кавказского *Helleborus caucasicus* A. Br. также накапливается большое количество липидов, химический состав которых отличается от типичных липидов.

Целью представленной работы является изучение жирнокислотного состава липидов корней и корневищ морозника кавказского.

Из липидов морозника кавказского смеси общих жирных кислот (ОЖК) получали щелочным гидролизом при комнатной температуре [3] с предварительным отделением неомыляемых веществ [4]. Главные показатели смесей жирных кислот определяли стандартными методами [4]: $d_4^{20}—0,9102$, $n_D^{20}—1,4630$, иодное число—120,0, число нейтрализации—192,4.

Свободные жирные кислоты выделяли из общих липидов колоночной хроматографией на колонке с силикагелем КСК. Из колонки фракции элюировали последовательно гексаном и смесью гексанидиэтиловый эфир в соотношении 99:1, 97:3, 95:5 и под конец смесью 90:10, получали свободные жирные кислоты (СЖК).

ОЖК и СЖК этерифицировали в метиловые эфиры жирных кислот диазометаном. Жирнокислотный состав ОЖК, СЖК и продукты периодат-перманганатного окисления анализировали на хроматографе «Рау 105» с пламенно-ионизационным детектором, на капиллярной колонке длиной 8 м, заполненной 3% OV 101, при температуре 200°, скорость газа-носителя He—40 мл/мин. Кислоты идентифицировали по эквиваленту длины цепи (ЭДЦ) [5].

Исследовали параллельно два образца ОЖК, полученные из свежей суммы липидов (А) и окисленной при хранении в течение одного года в обычных условиях ($t+21^\circ$ $t+23^\circ$, на свету) (В).

Как видно из приведенных выше данных, во всех образцах основными компонентами являются $C_{16:0}$; $C_{18:0}$, $C_{18:1}$, $C_{18:2}$. Но окисленные липиды имеют более разнообразный состав, в них дополнительно обнаруживаются низкомолекулярные кислоты — $C_{7:0}$, $C_{8:0}$, $C_{9:0}$, $C_{13:0}$, чем подтверждается процесс самоокисления липидов при хранении.

В УФ-спектре свежие липиды (А) морозника кавказского не проявляют поглощение, а окисленные (В) дают интенсивное погло-



щение в области 229—233 нм, соответствующее сопряженной диеновой системе, и слабое поглощение при 265—285 нм, характерное для карбонильной группы.

Жирнокислотный состав липидов морозника кавказского (% ГЖХ)

Кислоты	А-ОЖК	В-ОЖК	А-СЖК
C _{7:0}	—	сл (ТСХ)	—
C _{8:0}	—	сл (ТСХ)	—
C _{9:0}	—	3,0	—
C _{10:0}	0,2	4,2	сл
C _{11:0}	0,2	3,5	сл
C _{12:0}	сл	сл	—
C _{13:0}	—	0,2	—
X ₁	сл	сл	сл
C _{15:0}	сл	сл	—
X ₂	—	—	—
C _{16:0}	14,8	26,1	38,4
X ₃	л	сл	сл
C _{17:0}	—	сл	—
C _{18:0}	11,4	18,0	9,3
C _{18:1}	13,1	11,6	12,3
C _{18:2}	60,3	33,4	40,0
Σ насыщенных	26,6	55,0	47,7
Σ ненасыщенных	73,4	45,0	52,3

Сравнительным ИК-спектральным анализом образцов А и В установлено, что при хранении липидов идет обычный процесс свободнорадикального аутоокисления. В ИК-спектре окисленных липидов исчезают полосы 860—885 см⁻¹ гидроперекисной группы и появляются полосы 1600—1700 см⁻¹, характерные для α-β-ненасыщенных кетонов, свободных кислот — 950 см⁻¹, 2700—2500 см⁻¹, уменьшается интенсивность полос неокисленных олефинов — 3020 см⁻¹, 1660 см⁻¹, 730 см⁻¹ [6—8].

По данным УФ-, ИК-, ГЖХ-анализов можно заключить, что окисление липидов морозника кавказского направлено на образование кетопроизводных кислот и продуктов их деструкции.

Сумму метиловых эфиров общих жирных кислот разделяли препаративной ТСХ на силикагеле, импрегнированном 20% AgNO₃, в системе гексан-диэтиловый эфир (8:2). Получены зоны: с R_f 0,82 — насыщенные кислоты, с R_f 0,73 — моноеновая фракция жирных кислот, с R_f 0,57 — диеновая фракция жирных кислот, с R_f 0,08 X₁, R_f 0,0 X₂.

Положение двойной связи в ненасыщенных метиловых эфирах жирных кислот установили по фрагментам окислительной деструкции. Окисление проводили периодат-перманганатным реагентом Рудлова [9]. Фрагменты жирных кислот выделяли экстракцией диэтиловым эфиром. Одну часть из них метилировали diazometаном и анализировали на ГЖХ, другую часть обработкой переводили в аммиачные мыла и хроматографировали ТСХ на целлюлозе в системе трет-бутанол-NH₄OH—H₂O (20:1:4).

В зоне насыщенных кислот с R_f 0,82 найдены C_{16:0}—62,8%, C_{18:0}—37,2%, не содержат непредельных соединений, так как на ГЖ хроматограмме после окисления фракции указанные пики сохраняются.

Зона с R_f 0,73 содержит $C_{18:1}$ и следы $C_{16:0}$, $C_{15:0}$. При окислительной деструкции получены монокарбоновые кислоты $C_8:0$, $C_9:0$, $C_{15:0}$, $C_{16:0}$ и дикарбоновые $C_9:0$, $C_{10:0}$. Таким образом, в моноеновой фракции жирных кислот, кроме нормальной $\Delta 9$ $C_{18:1}$, установлена $\Delta 10$ $C_{18:1}$.

Зона с R_f 0,57 содержит $C_{12:0}$ —1,2%, $C_{18:2}$ —87,2%, 10% неидентифицированных компонентов. При деструктивном окислении получены монокарбоновые кислоты $C_6:0$, $C_7:0$, $C_8:0$, $C_9:0$, $C_{10:0}$ и $C_{12:0}$ и дикарбоновые $C_5:0$, $C_8:0$, $C_9:0$. Сравнивая результаты ТСХ и ГЖХ анализов, можно сказать, что, кроме обычных $\Delta 9,12$ линолевой кислоты, в диеновой фракции обнаружены $\Delta 5,8$, $\Delta 8,10$ и $\Delta 8,11$, $C_{18:2}$.

Сходство и различие в содержании изомеров жирных кислот липидов морозника абхазского и морозника кавказского труднообъяснимы, так как липиды были разной степени окисления и сырье было собрано в разных экологических условиях. Но самоокисление по направлению кетопроизводных кислот и наличие $\Delta 5$ ненасыщенностью наблюдаются в обоих случаях.

Академия наук Грузинской ССР

Институт фармакохимии

им. И. Г. Кутателадзе

(Поступило 11.11.1982)

ფარმაცოქიმიკა

ც. დალაქიშვილი

კავკასიური ხარისძირას ლიპიდების ცხიმოვანი მჟავების
 შედგენილობა

რეზიუმე

შესწავლილია კავკასიური ხარისძირას ლიპიდების საერთო და თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავების თვისობრივი და რაოდენობრივი შედგენილობა. ჩატარებულია შედარებითი გამოკვლევები ახალი და დაყოვნებით დაქანგული ლიპიდების ჯამებისა ინფრაწითელი, გაზ-ქრომატოგრაფიული, ულტრაიისფერ-სპექტრალური მეთოდებით. დადგენილია, რომ თვითდაქანგვის პროცესი მიმდინარეობს კეტომჟავების და თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავების წარმოქმნით.

გამოყოფილია ცხიმოვანი მჟავების ნაჯერი, მონოენოვანი, და დიენოვანი ფრაქციები.

ცხიმოვანი მჟავების უანგვის პროდუქტების შესწავლით გარდა ნორმალური $\Delta 9$ $C_{18:1}$ და $\Delta 9,12$ $C_{18:2}$ მჟავებისა გამოვლენილია იშვიათი იზომერები $\Delta 10$ $C_{18:1}$; $\Delta 5,8$; $\Delta 8,10$; $\Delta 8,11$ $C_{18:2}$.

PHARMACEUTICAL CHEMISTRY

Ts. M. DALAKISHVILI

FATTY ACIDIC COMPOSITION OF LIPIDS FROM THE ROOTS
 AND RHIZOMES OF *HELLEBORUS CAUCASICUS*

Summary

A comparative study of fresh and oxidated lipids from the roots and rhizomes of *H. caucasicus* was carried out. In lipids of *H. caucasicus* the usual process of spontaneous oxidation was found to take place in the direc-

tion of keto-derived- and free fatty-acid formation. The total and free fatty acidic composition was investigated, the principal acids being $C_{16:0}$; $C_{18:0}$; $C_{18:1}$; $C_{18:2}$. Saturated monoene and diene fractions were isolated from fatty acids. Besides normal $\Delta 9 C_{18:1}$; $\Delta 9,12 C_{18:2}$ acids, the presence of other isomers $\Delta 10 C_{18:1}$; $\Delta 5,8 C_{18:2}$; $\Delta 8,11 C_{18:2}$ was established by the method of periodate permanganate oxidation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ц. М. Далакишвили, Э. П. Кемертелидзе. Фитохимическое исследование морозника абхазского. Тбилиси, 1978.
2. И. Г. Андгуладзе, М. Д. Гедеванишвили. Сб. «Биологически активные вещества флоры Грузии», 14. Тбилиси, 1976, 171.
3. Э. И. Гигиенова, А. У. Умаров, А. Л. Маркман. МЖП, 34, № 9, 1969.
4. Руководство по методам исследования, технологическому контролю и учету производства в масложировой промышленности, 1, 2. Л., 1967.
5. Р. В. Головня, В. П. Уралец, Т. Е. Кузьменко. ЖАХ, XXXII, вып. 2, 1977, 340.
6. Л. Беллами. Инфракрасные спектры сложных молекул. М., 1963.
7. Успехи химии органических перекисных соединений и аутоокисления. Под ред. Н. М. Эмануэля. М., 1969.
8. К. И. Иванов. Промежуточные продукты и промежуточные реакции аутоокисления углеводов. М.—Л., 1949.
9. В. М. Хасанова, С. Д. Гусакова, Т. Т. Таубаев. ХПС, 49, 1978.

Т. В. САНЕБЛИДЗЕ

НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ АГРОРЕКРЕАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ ГРУЗИНСКОЙ ССР

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 6.1.1983)

Специфика пространственно-временного процесса развития народнохозяйственного комплекса Грузинской ССР заключается не только в увеличении объема производства и прогрессивных сдвигах в отраслевой структуре сферы материального производства, но и в росте значения отраслей непроеизводственной сферы, в частности тех из них, которые обеспечивают курортное лечение и отдых трудящихся СССР. В настоящее время курортно-туристское хозяйство превратилось в одну из основных линий территориальной специализации республики в общесоюзном масштабе. Здесь сосредоточено 4% коечного фонда санаторно-курортных и 7% коечного фонда туристских учреждений, а по степени их пространственной специализации Грузия занимает первое место в стране.

Рост материально-технической базы курортного хозяйства и туризма обуславливает формирование довольно сложных по своей структуре хозяйственных комплексов, включающих, наряду с подсистемами обслуживающих отраслей, ряд элементов сферы материального производства.

Сопряженное развитие курортно-рекреационных комплексов и обслуживающих их отраслей приводит в конечном счете к формированию интегральных рекреационно-производственных территориальных систем, в свою очередь включающих несколько подсистем: рекреационно-промышленную, агорекреационную, транспортно-рекреационную и т. д.

Агорекреационный комплекс представляет собой сочетание на определенной, выполняющей рекреационную функцию территории предприятий, производящих потребляемую на месте рекреантами сельскохозяйственную продукцию. Это определение содержания понятия агорекреационного комплекса, предложенное в данной работе, позволяет очертить круг проблем, изучаемых новым направлением в рекреационной географии — агорекреационной географией.

Формирование и развитие агорекреационных комплексов обусловлено не только количественным ростом сети курортно-рекреационных учреждений, но и качественными сдвигами в уровне рекреационного обслуживания, потребовавшими улучшения снабжения рекреантов продуктами питания, в частности малотранспортабельными продовольственными товарами. Существенную роль играет также необходимость утилизации отходов курортно-туристических предприятий.

В условиях Грузинской ССР процесс формирования агорекреационных комплексов начался в 60-х гг. в связи с организацией сети подсобных хозяйств при курортах и целенаправленной специализацией колхозов и совхозов окружающей курорты территории. Наиболее выраженные агорекреационные комплексы представлены в настоящее время в рекреационных районах Б. Гагра, Боржоми-Бакуриани, хотя по уровню развития они пока малосравнимы с агорекреационными



комплексами Кавказских минеральных вод и Б. Сочи, где уже сложилась разветвленная сеть овоще-молочных, плодородческих совхозов, птицефабрик и подсобных предприятий. Между тем, объем потребления рекреантами продуктов питания в Грузинской ССР довольно значителен. В 1981 г. только организованными отдыхающими и туристами в системе здравниц профсоюзов было потреблено мяса 2,7 тыс. т, масла 0,9 тыс. т, картофеля и овощей 12,9 тыс. т и т. д.

Дальнейшее развитие агрорекреационных комплексов непосредственно связано с претворением в жизнь принятой майским (1982) Пленумом ЦК КПСС Продовольственной программы страны. Директивными органами Грузинской ССР принято решение о передаче в ближайшее время Грузсоветкурортотргу 12 тыс. га земель, рациональное использование которых позволит положительно решить проблему снабжения растущего количества отдыхающих свежими продуктами питания.

Актуальность проблемы обеспечения рекреантов продуктами питания обусловлена спецификой структуры сельского хозяйства Грузии, специализированного на производстве южных, в том числе субтропических культур, продукция которых поставляется большей частью в другие союзные республики и на экспорт. Чайная и винодельческая промышленность дает до 80% стоимости вывозимой за пределы республики продукции пищевой индустрии. В основном на общесоюзный рынок работает консервная и табачная промышленность. Вывозится свыше половины продукции промышленности по розливу минеральных вод. С другой стороны, в Грузию ввозится примерно 30% потребляемого мяса и мясопродуктов, 60% молока и молочных продуктов, 70% хлебопродуктов, среди потребителей которых значителен удельный вес рекреантов.

Одним из видов формирующихся агрорекреационных комплексов являются зоны садово-огороднических кооперативов вокруг городских агломераций. В настоящее время они объединяют в СССР 15 млн. человек, а в перспективе их количество еще более возрастает. Агрорекреационные комплексы пригородного типа формируются на основе сочетания производственной и рекреационной деятельности трудящихся и представляют весьма перспективную форму производительного отдыха. Только садово-огородные кооперативы Грузинской ССР производят в год 1,7 млн. кг плодов и винограда, 0,5 млн. кг овощей и картофеля, одновременно способствуя отдыху трудящихся и повышая производительность их труда.

Агрорекреационные комплексы могут быть двух типов: курортные и туристические, отличающиеся не только ведомственным подчинением, но и структурой. Агрорекреационные комплексы курортов специализируются на производстве продуктов диетического питания, имеющих существенное значение для лечебного процесса. При туристских же центрах создаются подсобные сельскохозяйственные производства, обеспечивающие туристов свежими высококалорийными продуктами и использующие пищевые отходы. Нередко, особенно на крупных курортах, встречаются агрорекреационные комплексы смешанного типа.

Внутри агрорекреационных комплексов в перспективе могут развиваться не только производственные, но и трудовые связи, основанные на участии туристов, а в отдельных случаях и курортников в производственных процессах, имеющих познавательное и лечебно-оздоровительное значение.

В пространственном аспекте формирование агрорекреационных комплексов в прогнозном периоде будет носить очаговый или же ареальный характер, однако в отдельных курортно-рекреационных районах, например на Черноморском побережье Грузинской ССР, можно

прогнозировать создание мощного агрорекреационного комплекса более высокого уровня, типа отраслево-географического района общесоюзного значения.

Грузинский сельскохозяйственный институт

(Поступило 14.1.83)

ეკონომიკური გეოგრაფია

თ. სანებლიძე

საქართველოს აგრორეკრეაციული კომპლექსების ფორმირების
ზოგიერთი კანონზომიერება

რ ე ზ ი უ მ ე

ტერიტორიულ-რეკრეაციული კომპლექსების და მათი მომსახურე დარგების ურთიერთდაკავშირებული განვითარება განაპირობებს ინტეგრალური რეკრეაციულ-საწარმოო ტერიტორიული სისტემების ჩამოყალიბებას. ისინი, თავის მხრივ, შეიცავენ რამდენიმე ქვესისტემას: რეკრეაციულ-სამრეწველო, აგრორეკრეაციულ, სატრანსპორტო-რეკრეაციულ და ა. შ. აგრორეკრეაციული კომპლექსი (სისტემა) წარმოადგენს გარკვეული რეკრეაციული ფუნქციის მქონე ტერიტორიაზე არსებული საწარმოების ერთობლიობას, რომლებიც აწარმოებენ რეკრეანტების მიერ ადგილზე მოხმარებული პროდუქციის წარმოებას.

ნაშრომში განხილულია საქართველოს აგრორეკრეაციული კომპლექსების განვითარების ეტაპები, მათი რეგიონალური და ტიპოლოგიური თავისებურებები და განვითარების პერსპექტივები.

ECONOMIC GEOGRAPHY

T. V. SANEBLIDZE

SOME REGULARITIES IN THE FORMATION OF AGRORECREATIONAL
COMPLEXES OF THE GEORGIAN SSR

Summary

The paper deals with the stages in the development of agrotecreational complexes of the Georgian SSR, their regional and typological peculiarities and prospects of development.



Н. С. ВАРДЕЛАШВИЛИ, М. С. КВИНИКАДZE, Б. А. АЛИБЕГАШВИЛИ,
Г. М. БЕНИДZE, Д. Г. НАДАРЕИШВИЛИ, А. Л. ХУЦАИДZE

ГЕОХИМИЯ УРАНА, ТОРИЯ И ЭЛЕМЕНТОВ СПУТНИКОВ В НИЖНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЮЖНОГО СКЛОНА БОЛЬШОГО КAVKAZA

(Представлено академиком Г. А. Твалчрелидзе 24.3.1983)

Исследование распространенности U, Th и элементов-спутников (Pb, Rb, Sr) в рудоносных нижнеюрских отложениях Южного склона Большого Кавказа представляет значительный интерес как для изучения геохимических особенностей этих элементов, так и для выявления металлогенической специализации пород на эти элементы.

В ранней юре в зоне Южного склона Большого Кавказа начало альпийской тектоно-магматического цикла ознаменовалось интенсивным растяжением континентальной коры и образованием океанического бассейна. Процессы седиментации в бассейне сопровождались этапами излияния лав вначале кислого, а в среднем лейасе — основного состава.

На первом этапе, охватывающем ранний лейас, синхронно с терригенным осадконакоплением происходило излияние высокоглиноземистых лав, натриевых риолитов, антидромно эволюционировавших в направлении дацит-андезит-базальт.

На следующем этапе, охватывающем средний и поздний лейас, проявился океанический толеит-базальтовый вулканизм. При максимальном погружении геосинклинального трога, где происходило осадконакопление глинисто-сланцевой серии, по-видимому, развились ранее заложенные глубинные разломы, послужившие путями для излияния на дне океанического бассейна вулканических и формации натровых базальтов. Для них характерна умеренноглиноземистость и натриевый уклон.

Авторами предпринята попытка выявления на основе более 1000 измерений образцов нижнеюрских отложений Южного склона Большого Кавказа геохимических особенностей поведения U, Th, Pb и Sr в процессе отложения осадков и дальнейшего их преобразования. Исследуемые породы региона сгруппированы в пять групп и представлены в геохронологической последовательности. В таблице рассмотрены образцы, отобранные из западной (месторождения Аданге—Горная Абхазия) и восточной (Горная Кахети; Угелтехили; месторождения Кацдаг и Фелизчай) частей Южного склона Большого Кавказа.

Общей геохимической чертой региона являются значительные вариации содержания исследуемых элементов как в различных, так и в однотипных породах. Среднее содержание U и Th в гранитах и сланцах ниже кларковых значений, тогда как в риолитах, базальтах и песчаниках — выше этой величины. Следует отметить, что по распространенности U и Th аналогичная картина наблюдается в гранитах и осадочных породах Локского и Храмского выступов, тогда как в базальтах этих выступов, как правило, содержание данных элементов на порядок ниже [1—3]. Среднее содержание Pb в базальтах, слан-

Геохимические характеристики U, Th, Pb, Rb и Sr в породах Южного
 склона Большого Кавказа

Породы	Районы исследования	Количество образцов	Содержание элементов в г/т					Th/U	Коэф. концентрации			
									Элементы	Гор. Абхазия	Гор. Кахети	
			U	Th	Pb	Rb	Sr					
Граниты ср. юра	Гор. Абхазия	31	кларк	1,3	4,5	19,0	30,0	91,0	3,5	U	0,4	—
				3,5	18,0	20,0	200,0	300,0				
				1,6	9,1	51,0	98,0	76,0				
				2,9	12,5	47,0	104,0	74,0				
				2,2	10,8	49,9	101,0	75,0				
Сланцы ран. юра	Гор. Абхазия Гор. Кахети	Σ 367	ср. кларк	3,2	11,0	20,0	200,0	450,0	3,1	U	0,5	0,9
				1,7	8,5	45,0	40,0	80,0				
				2,0	8,4	26,6	46,0	89,7				
				1,7	8,5	43,0	84,9	84,9				
				0,5	1,7	7,0	60,0	20,0				
Песчани- ки ран. юра	Гор. Абхазия Гор. Кахети	Σ 233	ср. кларк	1,4	4,4	2,3	11,3	21,9	3,0	U	2,8	2,4
				1,3	3,0	9,9	8,8	105,0				
				1,4	3,7	6,6	10,0	63,5				
				0,5	3,0	8,0	45,0	440,0				
				—	—	26,0	28,0	78,0				
Базальты ран. юра	Гор. Абхазия Гор. Кахети	Σ 196	ср. кларк	4,6	15,5	176,5	41,2	59,0	3,4	U	—	—
				—	—	100,8	34,6	68,5				
				—	—	20,0	200,0	300,0				
				3,5	18,0	20,0	200,0	300,0				
				—	—	20,0	200,0	300,0				
Риолиты ран. юра	Гор. Абхазия Гор. Кахети	Σ 70	ср. кларк	—	—	—	—	—	5,1	U	—	1,3
				—	—	—	—	—				
				—	—	—	—	—				
				—	—	—	—	—				
				—	—	—	—	—				

цах и песчаниках ниже кларковых значений, в гранитах — того же порядка, а в риолитах в пять раз больше. Что касается Rb и Sr, то их среднее содержание во всех исследованных породах значительно ниже, чем в аналогичных породах земной коры [4].

Коэффициенты концентрации элементов свидетельствуют, что породы Горной Кахети обладают более высоким уровнем радиоактивности, чем Горной Абхазии. Свинца в сланцах и песчаниках Горной Абхазии больше, чем в аналогичных породах Горной Кахети, а в базальтах и риолитах Горной Кахети — наоборот. Коэффициенты концентрации Rb и Sr в обоих районах отличаются незначительно. Сланцы и песчаники региона характеризуются относительно более высоким содержанием U, Th, Pb, Rb и Sr, чем аналогичные породы стратиграфического разреза Дигоми—Сабурталинской депрессии [5, 6], что обусловлено различной формой их привноса в зоны седиментации.

Высокие значения Th/U отношений в песчаниках и сланцах региона указывают на существование в период осадконакопления в бассейне восстановительной среды, благоприятной для образования стратиформных залежей серного колчедана — концентрата продуктивной медно-полиметаллической минерализации. Об этом же свидетельствует высокий коэффициент концентрации стронция в песчаниках.

Низкие Th/U отношения в базальтах, при кларковых значений Th, указывают на привнос урана, а высокий коэффициент концентрации Pb в риолитах Горной Кахети при умеренном содержании U и Th указывает на привнос Pb.

Данные по содержаниям U и Th в рудах Аданге (пирит-пирротиновое) Горной Абхазии, Мазымчай (медно-пирротиновое), Филизчай (колчеданное) и Кацдаг (пирротиновое) показывают, что они не содержат этих элементов, либо содержат в незначительном количестве. Отдельные образцы имеют повышенные концентрации U и Th, но их колебания очень велики.

Полученные данные по распространенности U, Th, Pb, Rb и Sr в нижнеюрских отложениях Южного склона Большого Кавказа указывают, что в песчаниках проявляется положительная специализация на Th, U, Pb и Sr, в базальтах — на U, а в риолитах Горной Кахети — на Pb.

Кавказский институт
минерального сырья

(Поступило 25.3.1983)

გეოქიმია

ბ. ვარძალაშვილი, მ. კვინიკაძე, ბ. ალიბეგაშვილი, ბ. ბენიძე,
ჯ. ნადარეიშვილი, ა. ხუცაძე

ურანის, თორიუმისა და თანამგზავრი ელემენტების გეოქიმია
კავკასიონის სამხრეთი ფერდის ქვედაიურულ ნალექებში

რ ე ზ ი უ მ ე

კავკასიონის სამხრეთი ფერდის ქვედაიურულ ნალექებში მოცემულია ურანის, თორიუმის, ტყვიის, რუბიდუმისა და სტრონციუმის განაწილება. ნაჩვენებია ქანების გეოქიმიური სპეციალიზაცია შესწავლილია ელემენტების მიმართ.

N. S. VARDZELASHVILI, M. S. KVINIKADZE, B. A. ALIBEGASHVILI,
G. M. BENIDZE, D. G. NADAREISHVILI, A. L. KHUTSAIDZE

GEOCHEMISTRY OF U, Th, AND ASSOCIATED ELEMENTS
OF THE LOWER JURASSIC DEPOSITS OF THE SOUTHERN
SLOPE OF THE GREATER CAUCASUS

Summary

The distribution of U, Th, Pb, Rb and Sr in the Lower Jurassic deposits of the southern slope of the Greater Caucasus are given. The geochemical specialization of the rocks with respect to the investigated elements is shown.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. С. Вардзелашвили, Э. В. Соботович, Г. Н. Бондаренко, Т. Н. Мгелиашвили, Ш. М. Чхенкели. Прикладная радиометрия, т. 36, 1975.
2. Н. С. Вардзелашвили, М. М. Рубинштейн, Э. В. Соботович. Сообщения АН ГССР, 91, № 2, 1978.
3. А. Н. Комаров, С. А. Сергеев, Н. С. Вардзелашвили, В. В. Павшук. Геохимия, 2, 1982.
4. В. П. Виноградов. Геохимия, 1, 1956.
5. Н. С. Вардзелашвили, А. Л. Хуцаидзе, Г. Г. Арешидзе. Сообщения АН ГССР, 99, № 2, 1980.
6. Н. С. Вардзелашвили, Г. Г. Арешидзе, А. Л. Хуцаидзе. Сообщения АН ГССР, 107, № 3, 1982.

Г. М. ТУРАШВИЛИ

ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ РАСЧЕТ СООРУЖЕНИЙ НА СЕЙСМИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ КОНЕЧНО-РАЗНОСТНОЙ СХЕМЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 22.4.1983)

Расчетная модель здания представлена комбинацией однородных упругих, призматических тел.

На рис. 1 показаны семь разновидностей узлов конечно-разностной сетки, с помощью которых можно построить конечно-разностные схемы для установления напряженно-деформированного состояния зданий.

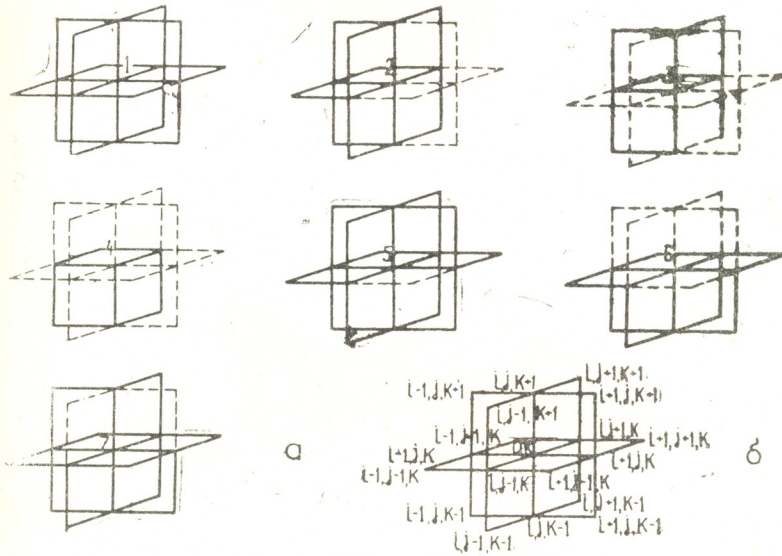


Рис. 1. Пространственные характерные узлы

Полная система дифференциальных уравнений равновесия в компонентах смещений U , V и W имеет вид [1], который удовлетворяет следующим граничным условиям:

в основании имеем

$$U = V = W = 0,$$

для граней, перпендикулярных оси ox ,

$$\sigma_x = \tau_{xy} = \tau_{xz} = 0,$$

для граней, перпендикулярных оси oy ,

$$\sigma_y = \tau_{yx} = \tau_{yz} = 0,$$

для граней, перпендикулярных оси oz ,

$$\sigma_z = \tau_{zx} = \tau_{zy} = 0,$$



для начальных перемещений и скорости принимаем

$$U_{(x,y,z,0)} = V_{(x,y,z,0)} = W_{(x,y,z,0)} = \\ = \frac{\partial U_{(x,y,z,0)}}{\partial t} = \frac{\partial V_{(x,y,z,0)}}{\partial t} = \frac{\partial W_{(x,y,z,0)}}{\partial t} = 0,$$

где компоненты напряжений $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \tau_{xy}, \tau_{xz}, \tau_{yz}$ связаны с компонентами перемещений по известным соотношениям [1].

Примем для произвольной ячейки конечно-разностной сетки обозначения, приведенные на рис. 1,б, тогда, используя конечно-разностные формулы, уравнения равновесия придадим вид [2]

$$a_1 (U_{i+1,j,k} + U_{i-1,j,k}) + U_{i,j+1,k} + U_{i,j-1,k} + U_{i,j,k+1} + U_{i,j,k-1} - \\ - 2(a_1+2)U_{ijk} + a_2 (V_{i+1,j+1,k} - V_{i-1,j+1,k} - V_{i+1,j-1,k} + V_{i-1,j-1,k} + \\ + W_{i+1,j,k+1} - W_{i-1,j,k+1} - W_{i+1,j,k-1} + W_{i-1,j,k-1}) + a_3 h^2 \cdot X = \\ = \frac{a_4}{\tau^2} h^2 (U_{ijk}^{t+\tau} - 2U_{ijk} + U_{ijk}^{t-\tau}),$$

$$V_{i+1,j,k} + V_{i-1,j,k} + a_1 (V_{i,j+1,k} + V_{i,j-1,k}) + V_{i,j,k+1} + V_{i,j,k-1} - \\ - 2(a_1+2)V_{ijk} + a_2 (U_{i+1,j+1,k} - U_{i-1,j+1,k} - U_{i+1,j-1,k} + U_{i-1,j-1,k} + \\ + W_{i,j+1,k+1} - W_{i,j-1,k+1} - W_{i,j+1,k-1} + W_{i,j-1,k-1}) + a_3 h^2 \cdot Y = \\ = \frac{a_4}{\tau^2} h^2 (V_{ijk}^{t+\tau} - 2V_{ijk} + V_{ijk}^{t-\tau}),$$

$$W_{i+1,j,k} + W_{i-1,j,k} + W_{i,j-1,k} + W_{i,j+1,k} + a_1 (W_{i,j,k+1} + W_{i,j,k-1}) - \\ - 2(a_1+2)W_{ijk} + a_2 (U_{i+1,j,k+1} - U_{i-1,j,k+1} - U_{i+1,j,k-1} + U_{i-1,j,k-1}) + \\ + a_2 (V_{i,j+1,k+1} - V_{i,j-1,k+1} - V_{i,j+1,k-1} + V_{i,j-1,k-1}) + a_3 h^2 \cdot Z = \\ = \frac{a_4}{\tau^2} h^2 (W_{ijk}^{t+\tau} - 2W_{ijk} + W_{ijk}^{t-\tau}),$$

где

$$a_1 = \frac{2(1-\nu)}{1-2\nu}; \quad a_2 = \frac{1}{4(1-2\nu)}; \quad a_3 = \frac{2(1+\nu)}{E}; \quad a_4 = \frac{2(1+\nu)}{E} \rho.$$

Из этих конечно-разностных выражений для определения шаговым методом компонентом деформаций $U_{ijk}^{t+\tau}, V_{ijk}^{t+\tau}$ и $W_{ijk}^{t+\tau}$ легко получаются рекуррентные соотношения. Они записываются для всех

Величины перемещений и силовых факторов в рассматриваемом здании типа прямоугольного параллелепипеда

Номера узлов	U см	V см	W см	Номера узлов	σ_y кгс/см ²	τ_{yx} кгс/см ²	τ_{yz} кгс/см ²
0,0,5	2,8	2,5	1,5	2,2,5	27,7	-9,1	-6,6
0,3,5	3,6	1,9	2,6	2,3,5	27,4	-14,2	-13,9
0,6,5	2,8	2,6	1,9	2,4,5	31,5	-8,0	-23,1
3,0,5	0,3	1,9	0,2	3,2,5	35,4	-6,5	-24,1
3,3,5	5,0	3,8	3,6	3,3,5	38,8	-9,4	-23,5
3,6,5	4,0	1,6	2,3	3,4,5	31,5	-14,1	-17,1
6,0,5	3,8	2,9	2,6	4,2,5	27,4	-12,0	-18,1
6,3,5	1,9	1,8	0,2	4,3,5	23,6	-5,7	-19,9
6,6,5	2,3	2,2	1,7	4,4,5	22,8	-13,4	-18,6

внутренних узловых точек сетки. Если наружная поверхность сооружения свободна от нагрузок, а компоненты перемещений U, V и W

во внешних узлах будут неизвестны, они должны быть исключены с помощью граничных условий.

При сейсмическом воздействии в процессе счета вводится массив перемещений грунта основания в виде сейсмограммы землетрясения.

При расчете заданное время динамического воздействия разбивается на интервалы τ и в каждый момент времени t по перемещениям в двух предыдущих моментах времени $t-\tau$ и $t-2\tau$ определяются все компоненты напряженно-деформированного состояния здания.

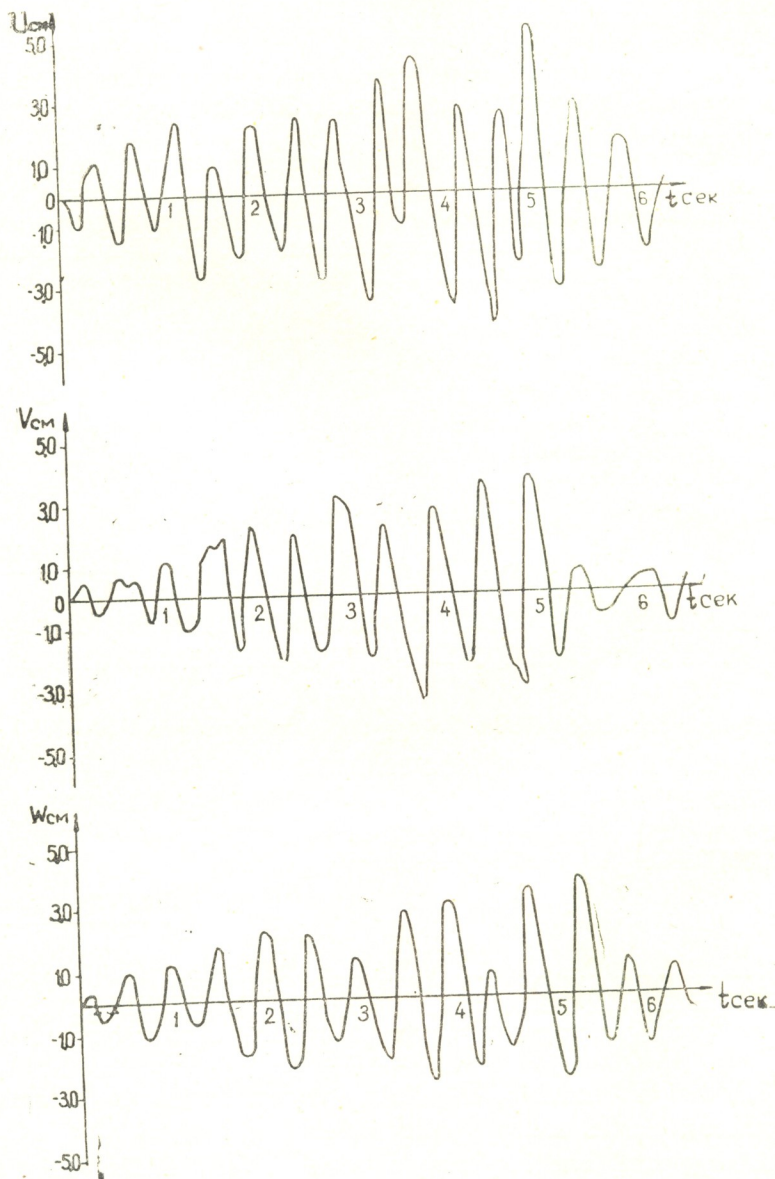


Рис. 2. 9-этажное здание крупнопанельного жилого дома серии 135 Б. График изменения составляющих перемещений во времени для характерного узла (3,3,9), полученных с использованием сейсмограммы «Газли»: а — компонента U, б — компонента V, в — компонента W

В первый момент времени перемещения во всех узловых точках определяются с учетом начальных условий, а перемещения и скорости всех узловых точек равняются нулю. После определения переме-

щений вычисляются компоненты напряженного состояния зданий в заранее выбранных точках. В этом состоит алгоритм решения динамической задачи сооружений, по которой составлена расчетная программа для ЭВМ.

В качестве примера рассматривается расчет здания крупнопанельного жилого дома серии 135 Б.

Для проведения расчета по указанной методике была построена континуальная модель здания. Континуализация была осуществлена из условия равенства величин периодов основного тона колебания прототипа и континуальной модели.

Расчет был выполнен для сейсмограммы восьмибалльного землетрясения Газли (17.05.76 г., СССР).

Основные геометрические и упругие характеристики модели размером в плане 1800×1800 см, высотой 3000 см, $\nu=0,3$, $E=2150$ кг/см², $\gamma=0,00025$ кг/см³.

Как показал расчет, из компонентов перемещений тела здания преобладающее значение имеют горизонтальные, достигающие максимального значения по истечении 5 сек после начала сейсмического воздействия. Полученные значения перемещений U , V , W приведены в таблице. Там же даны величины напряжений, выданные на печать в тот же момент времени.

На рис. 2 даны графики перемещений в характерной точке 13, 3, 9 расчетной модели.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт строительной механики
 и сейсмостойкости
 им. К. С. Завриева

(Поступило 22.4.1983)

საშენიანო მექანიკა

ბ. ტურაშვილი

ნაგებობების სივრცული ანბარიში სეისმურ ზემოქმედებაზე
 სივრცულ-დროითი სასრულო-სხვაობიანი სქემით

რეზიუმე

ნაგებობების საანგარიშო მოდელი წარმოდგენილია როგორც კომბინაცია ერთგვაროვანი დრეკადი პრიზმატული სხეულებისა.

მაგალითის სახით განხილულია 135 Б სერიის მსხვილპანელოვანი საცხოვრებელი სახლის ანგარიში, რომელიც ჩატარებულია 8-ბალიანი ღაზლის (17.05.76) მიწისძვრის სეისმოგრამისათვის.

STRUCTURAL MECHANICS

G. M. TURASHVILI

SPATIAL DESIGN OF STRUCTURES FOR SEISMIC INFLUENCES USING SPATIAL-TEMPORAL FINITE DIFFERENCES SCHEME

Summary

The design model of a building is represented by a combination of homogeneous, elastic, and prismatic bodies.

A large-panel dwelling-house of series 135-B building design is considered as an example. The design was carried out for the seismogram of the intensity VIII Gazli earthquake of 17 May, 1976.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. И. Мухелишвили. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М., 1966.
2. П. М. Варвак, Л. П. Варвак. Метод сеток в задачах расчета строительных конструкций. М., 1977.



СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Т. Д. ШУКАКИДЗЕ

К РАСЧЕТУ КРУГЛЫХ КОЛЬЦЕВЫХ ПЛИТ ПЕРЕМЕННОЙ ЖЕСТКОСТИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 28.4.1983)

В статье исследуется упругий изгиб изотропных круглых кольцевых плит переменной жесткости с помощью численного метода и метода коллокации.

Дифференциальное уравнение упругого равновесия таких плит можно представить в виде

$$\varphi''(x) - F_1(x)\varphi(x) = F_2(x)\frac{q}{E} - F_3(x)\varphi'(x), \quad (1)$$

где

$$F_1(x) = \frac{1}{x^2} - \frac{3\nu}{xy} \frac{dy}{dx}; \quad F_2(x) = -\frac{12(1-\nu^2)}{h(a)^3y^3} \frac{a^3}{2x} (x^2 - 1);$$

$$F_3(x) = \frac{1}{x} + \frac{3}{y} \frac{dy}{dx};$$

$\varphi(x)$ — угол поворота цилиндрического сечения плиты; q — интенсивность распределенной нагрузки; E — модуль упругости, ν — коэффициент Пуассона; x и y — безразмерные величины $\left(x = \frac{r}{a}, y = \frac{h(x)}{h(a)}\right)$; r — радиус; $h(x)$ — переменная толщина плиты и $a \leq r \leq b$.

С помощью формулы Тейлора уравнение (1) приводится к эквивалентному интегральному уравнению типа Вольтерра второго рода:

$$\begin{aligned} \varphi''(x) = [F_2(x) - F_3(x)\varphi'(x)] \frac{q}{E} + F_1(x)[\varphi(1) + (x-1)\varphi'(1)] + \\ + F_1(x) \int_1^x (x-t)\varphi''(t)dt, \end{aligned} \quad (2)$$

где

$$\bar{\varphi}'(x) = \varphi'(x) \frac{E}{q}.$$

Для решения уравнения (2) обратимся к методу последовательных приближений, полагая в нулевом приближении функцию $\varphi'(x)$ известной. Будем решать уравнение (2) численным методом, используя с этой целью рекуррентные соотношения М. Ш. Микеладзе [1].

Упругое равновесие кольцевых плит можно исследовать и методом коллокации. С этой целью функцию $\varphi'(r)$ будем искать в виде полинома;

$$\varphi(r) = A_0 + A_1 r + A_2 r^2 + A_3 r^3 + \dots + A_n r^n.$$

Соответственно,

$$\varphi'(r) = A_1 + 2 A_2 r + 3 A_3 r^2 + \dots + n A_n r^{(n-1)},$$

$$\varphi''(r) = 2 A_2 + 6 A_3 r + \dots + n(n-1) A_n r^{(n-2)},$$

где $A_0, A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ — неизвестные пока коэффициенты.

От выражений $\varphi(r)$, $\varphi'(r)$, $\varphi''(r)$ потребуем, чтобы они удовлетворяли граничным условиям и уравнению (1) в некоторых дискретных точках. В результате приходим к системе алгебраических уравнений относительно неизвестных коэффициентов полинома.

В качестве примера рассмотрим свободную вдоль внутреннего и свободно опертую вдоль внешнего контуров круглую кольцевую плиту: А) постоянной толщины ($h = \text{const}$) и Б) переменной толщины, меняющейся: а) по линейному ($h = kr + b$) и б) по экспоненциальному ($h = h(a) \cdot \exp \left\{ -\alpha \left(\frac{r^2}{a^2} - 1 \right) \right\}$) законам, соответственно.

Пусть $a = 10$ см, $b = 50$ см, $h(a) = 4$ см, $\nu = 0,3$.

При расчете плиты постоянной толщины методом коллокации результаты, полученные с помощью полинома 18-й степени, совпадают с известным аналитическим решением с точностью до трех значащих цифр. Решение же, соответствующее полиному 8-й степени, как и решение численным методом, полученное в 12-ом приближении, приводит к практически удовлетворительному результату.

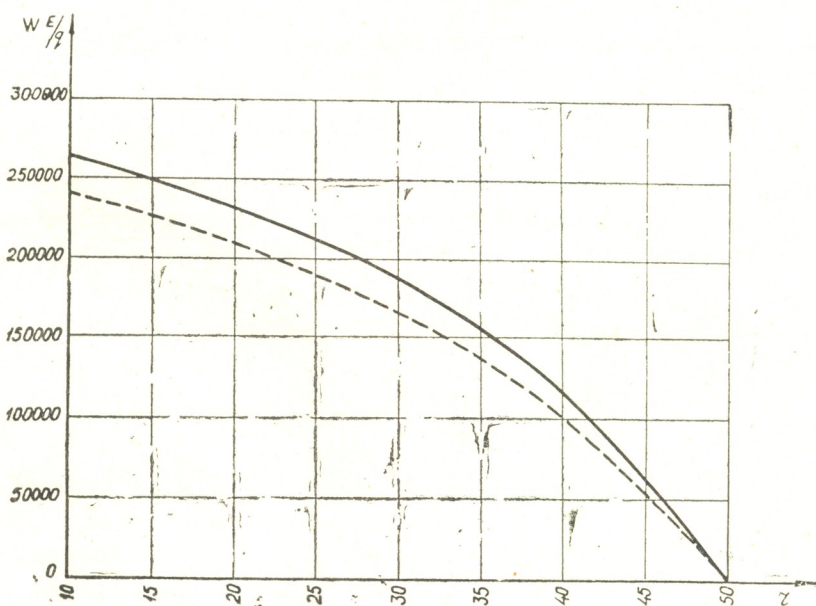


Рис. 1

При расчете плит переменной толщины оказалось, что в результате 14 приближений приходим к решению, которое практически совпадает с решением, полученным методом коллокации с помощью полинома 10-й степени.

Следует отметить, что в случае плиты постоянной жесткости функция $\varphi'(x)$ в нулевом приближении принималась равной нулю.

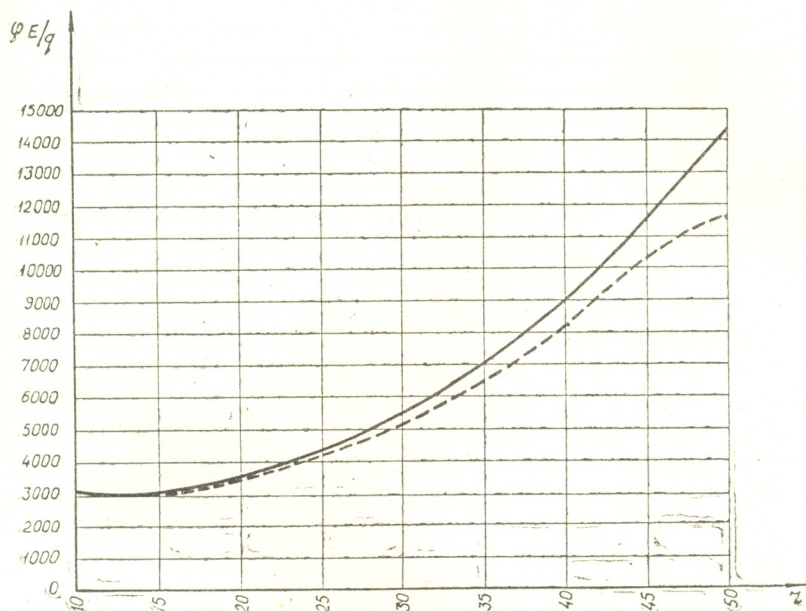


Рис. 2

В свою очередь, окончательные значения $\varphi'(x)$ для такой плиты служили нулевым приближением для плиты переменной жесткости.

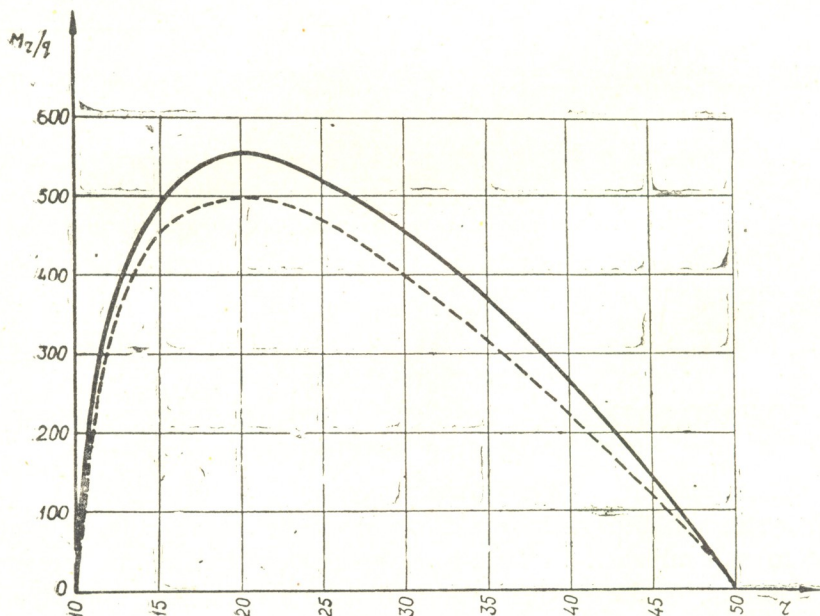


Рис. 3

На рисунках 1—4 изображены эпюры прогибов, углов поворота и изгибающих моментов для плиты переменной толщины ($h = kr + b$), построенный в соответствии с двумя применяемыми методами расче-

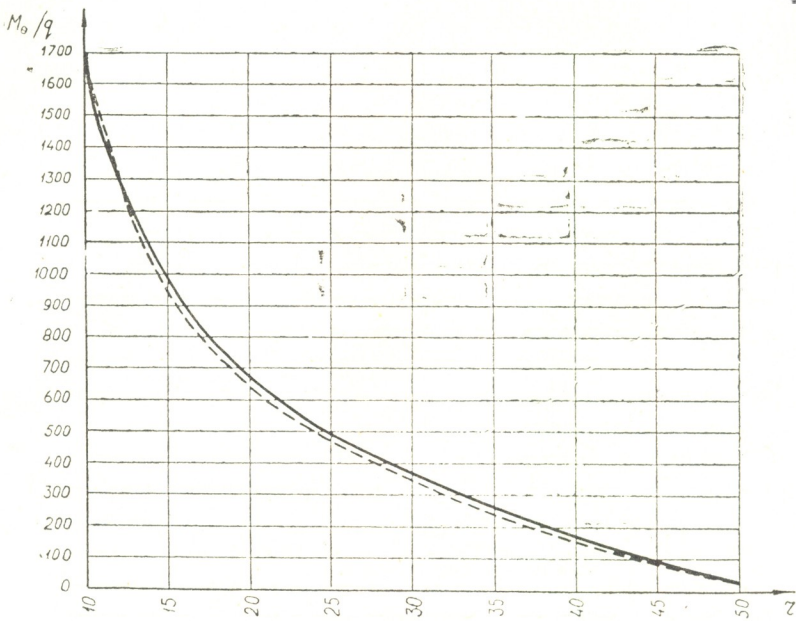


Рис. 4

та (сплошные линии соответствуют решению численным методом, а пунктирные — методом коллокации).

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 29.4.1983)

საგზინაგზო მექანიკა

თ. შუკაკიძე

ცვლადი სიხისტის წრიული რბოლური ფილების ანგარიშსათვის
რეზიუმე

ფილის დრეკადი წონასწორობის დიფერენციალური განტოლება დაიყვანება ვოლტერას ტიპის მეორე გვარის ეკვივალენტურ ინტეგრალურ განტოლებაზე, რომელიც შემდგომში იხსნება მიმდევრობითი მიახლოების ხერხით მ. მიქელაძის რეკურენტული ფორმულების საფუძველზე, იგივე განტოლება ამოხსნილია კოლოკაციის მეთოდით.

STRUCTURAL MECHANICS

T. D. SHUKAKIDZE

TOWARDS THE ANALYSIS OF ANNULAR PLATES WITH
VARIABLE STIFFNESS

Summary

A system of differential equations of elastic equilibrium of a plate is reduced to an equivalent Volterra-type integral equation of the second kind, which is solved by the successive approximations technique, using the recurrent formulae obtained by M. Sh. Mikeladze. The same equation is solved also by the collocation method. Some cases of variation of the thickness of the plate are considered in detail.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Ш. Микеладзе. ПММ, XVII, вып. 3, 1953.

И. Э. ТИМЧЕНКО

НАДЕЖНОСТЬ КРУПНОБЛОЧНОГО ЗДАНИЯ ПРИ СЕЙСМИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 14.9.1982)

Произведена оценка надежности 9-этажного крупноблочного здания типа «Глдани» при сейсмическом воздействии с помощью вероятностного метода расчета зданий и сооружений на сейсмостойкость [1] с учетом действующих норм сейсмостойкого строительства [2].

Схематический план здания показан на рис. 1. Стеновые блоки изготовлены из пемзобетона М-100 объемным весом до 1650 кг/м³ и уложены на растворе М-100. Железобетонные поясные блоки выполнены из тяжелого бетона М-150, соединены в антисейсмические пояса.

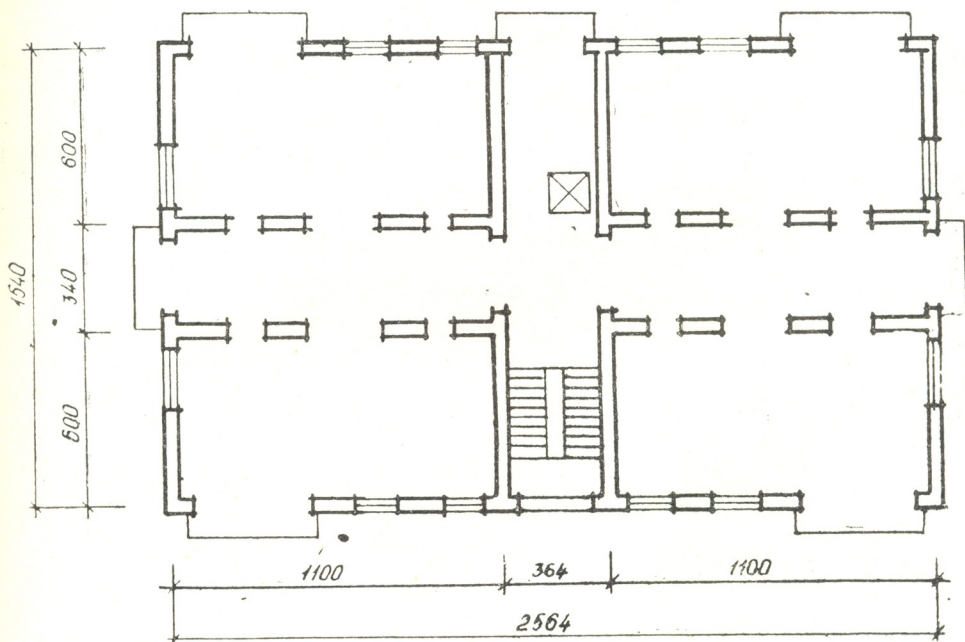


Рис. 1. Схематический план типового этажа к/б здания

В качестве предельного состояния здания при землетрясении принята величина взаимного предельного перекоса смежных этажей $\Delta u = 1/400 h_k$ (h_k — высота этажа). Величина максимального по времени сейсмического ускорения основания здания, отвечающая данному предельному состоянию в m -й точке k -го сечения при i -й форме собственных колебаний определяется в виде



$$W_{i,k,m} = \frac{\Delta u 4 \pi^2}{T_i^2 \beta_i k_\psi k_2 (\eta_{i,k,m} - \eta_{i,k-1,m})}, \quad (1)$$

где T_i — период i -го тона собственных колебаний здания; $\eta_{i,k,m}$ — коэффициент формы колебаний m -й точки k -го сечения (этажа); β_i — коэффициент динамичности; k_ψ — коэффициент диссипативности упругой энергии при колебаниях; k_2 — коэффициент, учитывающий конструктивные решения зданий и сооружений по нормам [2].

Формы и периоды собственных колебаний получены в результате расчета здания методом конечных элементов по пространственной динамической расчетной схеме. Конструктивные элементы здания аппроксимируются четырехугольными плоскими конечными элементами. В уровне каждого перекрытия сосредоточены 4 массы, каждая из которых имеет 3 степени свободы. Горизонтальная сейсмическая нагрузка прикладывалась отдельно в продольном и поперечном направлениях здания как составляющая вектора нагрузки. Для уменьшения числа неизвестных метода перемещений использована симметрия коробки здания.

Оценка надежности выполнена отдельно для двух вышеотмеченных направлений действия горизонтальной нагрузки с учетом первых трех форм собственных колебаний. Показатели надежности по безопасности в пределах каждого этажа здания при i -форме собственных колебаний определялись для четырех точек расположения сосредоточенных масс. Так как наступление предельного состояния в каждой из четырех точек рассматриваемого сечения является статистически независимыми событиями, то за показатель надежности $P_{i,k}$ k -го сечения принимается минимальный из четырех значений показателя надежности. Так что при учете первых трех форм собственных колебаний для k -го сечения будем иметь

$$P_k = \prod_{i=1}^3 P_{ik}. \quad (2)$$

Соответствующие результаты расчета приведены в таблице. Для сравнения оценка надежности того же здания выполнена и на основе теоретической кривой деформирования оси здания по первой форме колебаний с учетом совместного сдвига и изгиба

$$X = \frac{q}{2EI} \left(\frac{1}{2} H^2 x^2 - \frac{1}{3} Hx^3 + \frac{1}{2} x^4 \right) + \frac{q}{GF} \left(Hx - \frac{x^2}{2} \right), \quad (3)$$

где q — погонная масса; E и G — модули упругости на сжатие-растяжение и сдвиг, соответственно; I и F — момент инерции и площадь поперечного сечения, соответственно; x — текущая координата; H — высота здания.

При минимальном допусаемом значении показателя надежности, равном 0,95, надежность здания обеспечена при расчетной сейсмичности не более 7 баллов. При 8-балльной сейсмичности надежность здания в его нижней, средней и верхней частях недостаточна. Наименьший показатель надежности здание имеет в средней части. При

изгибно-сдвиговой кривой деформирования оси здания по формуле (3) надежность обеспечена при расчетной сейсмичности не более

Значения показателей надежности по безопасности к/б здания

მეტოლოგიური პიკეტაჟის ფურცელი	Показатели надежности для $J_0 = 7$ баллов ($J_0 = 8$ баллов)									
	Продольное направление сейсмической нагрузки					Поперечное направление сейсмической нагрузки				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
основные этажи	1 (0,96)	1 (1)	1 (1)	1 (0,96)	1 (1)	1 (0,93)	1 (1)	1 (1)	1 (0,91)	1 (1)
техническая бытовая лоджия	0,99 (0,93)	1 (1)	1 (1)	0,99 (0,93)	1 (1)	0,95 (0,65)	1 (0,99)	1 (1)	0,90 (0,94)	1 (0,99)
терраса балкон лоджия	1 (0,99)	1 (0,98)	1 (1)	1 (0,97)	0,99 (0,9)	0,98 (0,88)	1 (1)	1 (1)	0,98 (0,88)	0,93 (0,8)

7 баллов, причем, только в продольном направлении. Минимальный показатель надежности отвечает верхнему этажу.

Академия наук Грузинской ССР
Институт строительной механики
и сейсмостойкости
им. К. С. Завриева

(Поступило 17.9.1982)

სამშენებლო მეცნიერება

ი. ბიჩიანიძე

მსხვილბლოკური შენობის საიმედოობა სეისმური
ზემოკმედიების დროს

რეზიუმე

მსხვილბლოკური შენობის საიმედოობის შეფასება სეისმური ზემოქმედების დროს შესრულებულია მოქმედი სამშენებლო ნორმების შესაბამისად საკუთრივი რხევების სამი ფორმის გათვალისწინებით და შენობის ღერძის თეორიული დეფორმაციის საფუძველზე. შენობის დინამიკური მახასიათებლების მისაღებად გამოყენებულია სასრული ელემენტების მეთოდი, სივრცული საანგარიშო დინამიკური სქემა 44 შეყურსული მასით.

I. E. TIMCHENKO

RELIABILITY OF A LARGE-BLOCK BUILDING UNDER SEISMIC
IMPACT

Summary

The reliability of a large-block building under seismic impact has been calculated in conformity with constructional standards, with account of three forms of natural oscillations, and on the basis of a theoretical bending curve of the axis of the building. The method of finite elements and a spatial dynamic scheme with 44 concentrated masses has been used to obtain the dynamic characteristics of the building.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ш. Г. Напетваридзе. Научно-реферативных сборник, серия 14, вып. 6. М., 1981.
2. СНиП П-7-81. Строительство в сейсмических районах. М., 1982.



РАЗРАБОТКА И ОБОГАЩЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Т. Ш. ЭЛИЗБАРАШВИЛИ

ОТРАЖЕНИЕ И ПРЕЛОМЛЕНИЕ УДАРНЫХ ВОЛН ПРИ
 СКОЛЬЖЕНИИ ФРОНТА ПАДАЮЩЕЙ ВОЛНЫ ВДОЛЬ
 ГРАНИЦЫ РАЗДЕЛА ДВУХ СРЕД

(Представлено академиком А. А. Дзидзигури 17.9.1982)

Рассмотрено стационарное скольжение плоской ударной волны вдоль плоской границы раздела двух сред. При этом предполагается, что плотности граничащих сред одного порядка, а отражение является регулярным. Эти условия особенно четко выполняются для сочетания «взрывчатое вещество (ВВ) — твердое тело» и поэтому в данной работе они рассмотрены в качестве примера граничащих сред.

При скольжении фронта детонационной волны вдоль границы раздела «ВВ — твердое тело» в твердой среде всегда образуется преломленная ударная волна, а в продуктах детонации взрывчатого вещества, за исключением $P_d/\sigma_{сж} \leq 1$, распространяется волна разрежения. Ввиду того что для сочетания «ВВ — твердое тело» величина давления детонации P_d почти всегда превосходит величину предела прочности при сжатии твердого тела $\sigma_{сж}$, остается решить поставленную задачу лишь в том случае, когда в продуктах детонации проходит отраженная волна разрежения.

Обозначим скорость волны через D , а давление, плотность и массовую скорость среды на фронте волны — через P , ρ и u . Индексами «д», «о», и «п» соответственно обозначены параметры детонационной, отраженной и преломленной волн.

Джонсом и Эйрингом [1, 2] рассчитаны начальные параметры преломленной волны, когда фронт волны детонации скользит вдоль границы раздела двух сред, т. е. составляет с ней прямой угол. Согласно этим работам, определение начальных параметров преломленной волны можно производить из системы уравнений

$$\begin{aligned}
 \rho_c D_n &= \rho_n (D_n - U_n), \\
 \rho_c D_n U_n &= P_n, \\
 \frac{P_n}{P_d} &= \left[\cos \left(\sqrt{\frac{k-1}{k+1}} \Theta \right) \right]^{k-1}, \\
 \operatorname{tg}(\Theta - \varphi) &= \sqrt{\frac{k+1}{k-1}} \operatorname{tg} \left(\sqrt{\frac{k-1}{k+1}} \Theta \right), \\
 D_d \sin \varphi &= U_n \cos(\gamma - \varphi), \\
 D_n &= D_d \sin \gamma, \\
 P_n &= \frac{\rho_c C_c^2}{4} \left[\left(\frac{\rho_n}{\rho_c} \right)^4 - 1 \right],
 \end{aligned} \tag{1}$$

где ρ_c — плотность твердого тела; C_c — скорость продольной волны в твердом теле; k — показатель изэнтропы расширения продуктов детонации; γ — угол преломления; φ — угол расширения границы раздела; Θ — угол между фронтами детонационной и отраженной волн.

Однако эта система уравнений справедлива лишь в случае преломления в среде плоской ударной волны, т. е. когда направление вектора массовой скорости среды совпадает с нормалью фронта преломленной волны. При этом не учитывается и соотношение между скоростями падающей (D_d) и преломленной (D_n) волн.

Между тем, при $D_d \geq D_n$ падающие, отраженные и преломленные волны пересекаются в одной точке и начальные параметры волн могут быть определены аналитическим путем. В случае, когда $D_d < D_n$, преломленная волна обгоняет детонационную и создает зону предварительно напряженного (нестационарного) состояния среды. Это явление в значительной степени осложняет аналитический расчет начальных параметров преломленной волны, изучение которых предусмотрено в дальнейшем.

При решении поставленной задачи необходимо преломленную волну рассмотреть как косую. Тогда вектор массовой скорости среды U_n с фронтом волны составит не прямой угол, как это следует из теории плоской волны, а некоторый острый угол. Для определения этого угла целесообразно считать постоянной величину вектора U_n при любом его направлении. На самом деле, направление вектора U_n может совпасть с направлением нормали к расширяющейся границе раздела, если не принять во внимание влияние фронта преломленной волны, или с нормалью фронта преломленной волны, если пренебречь влиянием расширения границы раздела.

С учетом того угол между вектором U_n и фронтом преломленной волны составит $\frac{\gamma - \varphi}{2}$, а система (1) запишется в виде

$$\begin{aligned} \rho_c D_n &= \rho_n \left(D_d - U_n \cos \frac{\gamma - \varphi}{2} \right), \\ \rho_c D_n U_n \cos \frac{\gamma - \varphi}{2} &= P_n, \\ \frac{P_n}{P_d} &= \left[\cos \left(\sqrt{\frac{k-1}{k+1}} \Theta \right) \right]^{2k}, \\ \operatorname{tg}(\Theta - \varphi) &= \sqrt{\frac{k+1}{k-1}} \operatorname{tg} \left(\sqrt{\frac{k-1}{k+1}} \Theta \right), \\ D_d \sin \varphi &= U_n \cos \frac{\gamma - \varphi}{2}, \\ D_n &= D_d \sin \gamma, \\ P_n &= \frac{\rho_c C_c^2}{4} \left[\left(\frac{\rho_n}{\rho_c} \right)^4 - 1 \right]. \end{aligned} \quad (2)$$

Если же, кроме параметров преломленной волны, требуется определить начальные параметры отраженной волны, то необходимо III

и IV уравнения из системы (2) заменить законами сохранения массы, количества движения и сжимаемостью продуктов детонации, а так же другими дополнительными условиями. С учетом этого получим

$$\begin{aligned} \rho_c D_n &= \rho_n \left(D_n - U_n \cos \frac{\gamma - \varphi}{2} \right), \\ \rho_c D_n U_n \cos \frac{\gamma - \varphi}{2} &= P_n, \\ P_n &= P_o, \\ \rho_n (D_o - U_n \sin \beta) &= \rho_o [D_o - U_o \sin (\beta - \psi)], \\ \rho_n (D_o - U_n \sin \beta) [U_o \sin (\beta - \psi) - U_n \sin \beta] &= P_n - P_o, \\ U_o \sin (\beta - \psi) &= U_n \sin \beta - \frac{2 k D_n}{k^2 - 1} \left[1 - \left(\frac{P_o}{P_n} \right)^{\frac{k-1}{2k}} \right], \\ U_o \cos (\psi - \beta) &= U_n \cos \beta, \\ U_o \sin (\psi + \varphi) &= U_n \cos \frac{\gamma - \varphi}{2}, \\ D_o &= D_n \sin \beta, \\ D_n &= D_n \sin \gamma, \\ D_n \sin \varphi &= U_n \cos \frac{\gamma - \varphi}{2}, \\ P_n &= \frac{\rho_c C_c^2}{4} \left[\left(\frac{\rho_n}{\rho_c} \right)^4 - 1 \right], \end{aligned} \tag{3}$$

где β — угол отражения; Ψ — угол между U_o и поверхностью раздела двух сред.

Эти системы уравнений решены на ЭВМ для многих сочетаний «ВВ — твердое тело». Полученные данные для некоторых взаимодействующих систем «ВВ — твердое тело» представлены в таблице.

Начальные параметры отраженных и преломленных волн

Сочетание „ВВ— твердое тело“	№ системы	$\beta = 1,57 - \theta,$	$P_o P_n,$	$\rho_o,$	$U_o,$	$D_o,$	$\psi,$	$\gamma,$	$D_n,$	$\rho_n,$	$U_n,$	$\varphi,$
		рад	H/M^2	кг/м ³	м/с	м/с				кг/м ³	м/с	
Гранулит АС-4-Органическое стекло	(1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	(2)	0,5221	3346	—	—	—	—	1,1211	3692	1487	784	0,1891
	(3)	0,8889	3374	766	1038	3183	0,6516	1,1246	3698	1489	785	0,1902
Аммонит ВА-4—Доломит	(1)	0,9038	3224	—	—	—	—	1,0117	3323	3035	358	0,0515
	(2)	0,7810	2827	—	—	—	—	0,9879	3273	3000	355	0,0809
	(3)	1,0370	2843	834	826	3375	0,3171	0,9890	3275	3002	355	0,0817
Тротил—Платина	(1)	1,2692	4103	—	—	—	—	1,1548	3705	21669	52	0,0052
	(2)	1,1694	3899	—	—	—	—	1,1531	3702	21655	58	0,0119
	(3)	1,2901	3926	899	1075	3891	0,0337	1,1531	3702	21655	58	0,0122

Анализ данных таблиц показывает, что система (1) не гарантирует правильное решение задачи даже при условии $D_n < D_d$. Что же касается систем уравнений (2) и (3), то они пригодны для расчета начальных параметров отраженных и преломленных волн в случае



скольжения фронта падающей волны вдоль границы раздела двух сред. Причем результаты расчета по системе (2) всегда на 0,5—1,5% отличаются от результатов, полученных по системе (3). Однако преимуществом системы (3) перед системой (2) является то, что она решает задачу как для преломленной, так и для отраженной волн.

Академия наук Грузинской ССР
Институт горной механики
им. Г. А. Цулукидзе

(Поступило 17.9.1982)

საბაღოთა დამუშავება და გამდიდრება

ბ. ელიზბარაშვილი

ორი გარემოს გამყოფი საზღვრის გასწვრივ დაცემული ტალღის ფრონტის ცოცვისას დარტყმითი ტალღის არეკვლა და გარდატეხა

რ ე ზ ი მ ე

მოცემულია ორი გარემოს გამყოფი საზღვრის გასწვრივ დაცემული ტალღის ფრონტის ცოცვისას არეკვლილი და გარდატეხილი ტალღების საწყისი პარამეტრების განსაზღვრის მეთოდები. ამ დროს ბრტყელი დარტყმითი ტალღის ცოცვა სტაციონარულია. მოსაზღვრე გარემოთა სიმკვრივეები ერთი რივისაა, ხოლო არეკვლა — რეგულარული.

EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

T. Sh. ELIZBARASHVILI

THE INITIAL PARAMETERS OF REFLECTED AND REFRACTED WAVES ARISING AT A NORMAL INCIDENCE OF A SHOCK WAVE FRONT AT THE INTERFACE OF TWO MEDIA

Summary

A method is proposed for determining the initial parameters of reflected and refracted waves arising at a normal incidence of a shock wave front at the interface of two media. Conditions are determined under which a reflected wave, propagating along the first medium, is a shock wave or refractive one.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. H. Eyring, R. E. Powell, G. H. Dyffey, R. B. Porlin. Chemical Reviews, v. 45, 1949, 69-181.
2. А. К. Парфенов, А. Я. Апин. Взрывное дело, 52/9. М., 1963, 103—108.

О. Б. НИКОЛАЕВ, А. А. ГИГИНЕЙШВИЛИ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРАНУЛИРОВАННОГО МАГНИЯ ПРИ РЕАКТОРНОЙ ОБРАБОТКЕ ЧУГУНА

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 19.10.1982)

Одним из наиболее эффективных способов повышения стойкости изложниц является их отливка из чугуна, обработанного магнеиём.

В цехе изложниц завода «Запорожсталь» сотрудниками завода и ИМЕТ АН ГССР внедрен и успешно применяется процесс реакторного модифицирования предельного доменного чугуна первой плавки кремнемагниево́й лигатурой.

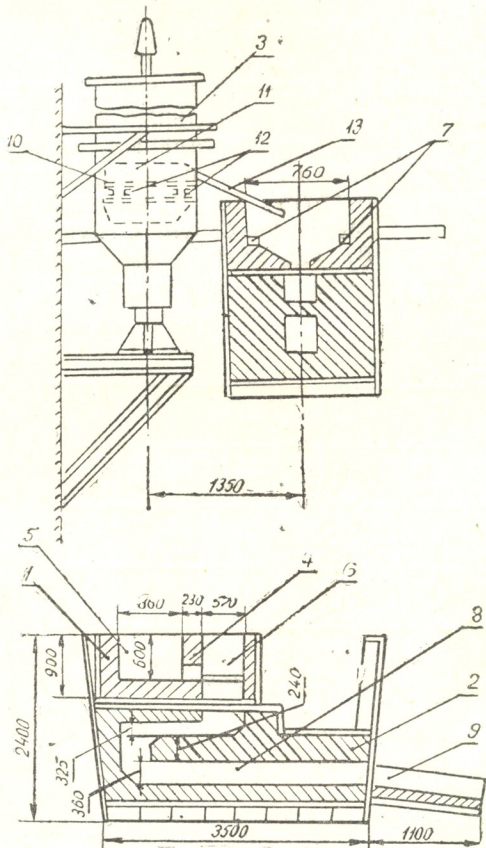


Рис. 1. Схематическое изображение конструкции реактора завода «Запорожсталь»

Несмотря на простоту конструкции реактора и его обслуживания, технология этого процесса имеет отдельные существенные недостатки: отсутствие возможности нормирования количества вводимого магнеия

38. „ბულეტენი“, ტ. 112, № 3, 1983



независимо от количества кремния, переходящего в металл из лигатуры, необходимость дробления кремнемагниевого лигатуры, обуславливающей образование пылевидной фракции, легко сгорающей над контактной чашей реактора в процессе ввода модификатора в жидкий металл и низкое содержание магния в кремнемагневой лигатуре.

Анализ процесса реакторной обработки позволил предположить, что вместо лигатуры, изготовляемой из металлического магния и ферросилиция, можно применить механическую смесь этих материалов. Это позволит вводить необходимое количество магния независимо от количества вводимого кремния. При этом исключается необходимость дробления лигатуры, содержащей магний, что помимо ухудшения показателей реакторного процесса вызывает необходимость соблюдения некоторых мер по технике безопасности.

На рис. 1 схематически изображен реактор завода «Запорожсталь», который состоит из съемной части (1), корпуса (2) и вибробункера (3). Чаша (1) перегородкой (4) разделена на приемную (5) и контактную (6) части. В нижней части перегородки (4) выполнены два окна (7), соединяющие приемную часть чаши (5) с ее контактной частью (6). В корпусе (2) выполнены каналы (8), заканчивающиеся желобом (9).

Вибробункер (3) имеет полезную емкость 1,3 м³. Внутри вибробункера на рабочей площадке вибропитателя (11) расположен фланец весовой опоры (10). Вибропитатель, установленный на резиновые амортизаторы (12), заканчивается лотком (13).

До начала работы реактора в вибробункере засыпается модификатор. Жидкий металл из чугуновозного ковша подается в приемную часть чаши (5). Из нее через соединительные окна (7) он поступает в контактную часть чаши, где с горизонтальных, а затем с наклонных плоскостей сливается встречными смыкающимися струями в канал (8).

Из вибробункера (3) по лотку (13) модификатор ссыпается в контактную чашу (6) в зону смыкания струй. Струями металла модификатор увлекается в канал (8), где взаимодействует с жидким чугуном. Модифицированный чугун выдается по желобу (9) в разливочный двухстопорный ковш.

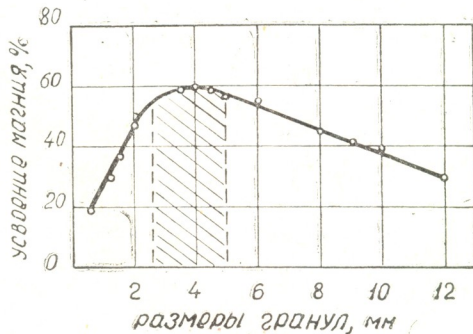


Рис. 2. Усвоение магния чугуном в реакторе в зависимости от размера гранул

Первоначальные эксперименты сводились к выявлению оптимальных размеров магниевых гранул, обеспечивающих максимальную степень усвоения магния жидким чугуном и их беспирозэффективный ввод в реактор.

Результаты этих экспериментов показаны на рис. 2.

Как видно из графика, в условиях завода «Запорожсталь» фракция 2,5–5,0 мм гранулированного магния является оптимальным.

В табл. 1 приведен химический состав чугуна 15 плавов до и после модифицирования.

Реакторная обработка чугуна ферросилицием и магнием обеспечивает повышение содержания в чугуне кремния, а также значительную десульфурацию металла от 0,025—0,031% исходного содержания серы до 0,002—0,005%.

Остаточное содержание магния в модифицированном чугуне колеблется в пределах 0,003—0,08%.

Усвоение магния чугуном при применении гранулята фракции 2,5—5,0 мм (без учета расхода магния на раскисление металла и соединение с другими газами) составляет 60%. При этом расход гранулированного магния и ферросилиция составляет 1,5—1,7 кг/т чугуна и 60 кг/т чугуна соответственно.

Таблица 1

№ плавки	Хим. состав чугуна до модифицирования, %				Хим. состав чугуна после модифицирования, %				
	C	Si	Mn	S	C	Si	Mn	S	Mg
1	3,80	0,80	0,85	0,03	3,80	2,13	0,85	0,005	0,045
2	3,60	0,82	0,72	0,027	3,60	2,06	0,72	0,002	0,007
3	3,55	0,82	0,67	0,034	3,55	2,06	0,67	0,005	0,074
4	3,60	0,85	0,66	0,025	3,60	1,55	0,66	0,005	0,054
5	3,75	0,87	0,89	0,027	3,75	2,14	0,89	0,002	0,044
6	3,65	0,85	0,69	0,025	3,65	1,55	0,69	0,005	0,053
7	3,70	0,95	0,65	0,032	3,70	1,95	0,65	0,003	0,065
8	3,56	0,80	0,71	0,031	3,56	1,94	0,71	0,005	0,078
9	3,75	0,98	0,66	0,035	3,75	1,98	0,66	0,003	0,066
10	3,68	0,88	0,78	0,026	4,00	1,88	0,78	0,005	0,078
11	3,90	0,80	0,71	0,031	2,56	1,98	0,71	0,005	0,072
12	3,68	0,90	0,71	0,031	3,60	1,94	0,71	0,003	0,080
13	4,05	0,85	0,78	0,030	3,90	1,84	0,78	0,003	0,072
14	4,05	0,88	0,78	0,030	4,00	1,88	0,78	0,005	0,070
15	4,05	0,85	1,05	0,027	4,08	1,78	1,12	0,003	0,033

79 опытных изложниц, отлитых из чугуна, обработанного в реакторе механической смесью гранулированного магния с ферросилицием, прошли полный цикл эксплуатации до выхода из строя. Общее количество наливов составило 4256.

Таблица 2

Анализ брака изложниц

Браковочные показатели	Сетка разгара	Продольные трещины	Привар слитка	Обрыв цапфы
Количество изложниц, штук	59,0	15,0	4,0	1,0
Количество изложниц, %	74,7	19,0	5,1	1,2
Средняя стойкость изложниц, в наливах	62,4	31,3	25,5	3,0

Средняя стойкость опытных изложниц, при удельном расходе 21,3 кг/т стали, равна 53,9 налива, т. е. на уровне изложниц, отливаемых из чугуна модифицированного в реакторе кремне-магниево-лигатурой, и в 1,6 раза выше стойкости изложниц из немодифицированного чугуна.

При осмотре отбракованных изложниц было установлено, что основной причиной выхода из строя является сетка разгара 74,7% (табл. 2). Только 19,0% изложниц вышли из строя по продольным трещинам. Из табл. 2 видно так же, что стойкость изложниц, вышедших из строя по вине продольных трещин два раза ниже стойкости изложниц, отбракованных по сетке разгара.

Таким образом, выполненные эксперименты подтвердили возможность и целесообразность использования в реакторном процессе крупногранулированного магния.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт металлургии
 им. 50-летия СССР

(Поступило 22.10.1982)

მეტალურგია

ო. ნიკოლაევი, ა. გიგინეიშვილი

გრანულირებული მაგნიუმის გამოყენება თუჯის რეაქტორული
 დამუშავებისას

რ ე ზ ი მ ე

მოცემულია ბოყვების ჩამოსხმისათვის საჭირო თუჯის მოდიფიცირების საკითხები გრანულირებული მაგნიუმით. თუჯის მიერ მაგნიუმის მაქსიმალურად ათვისებისათვის დადგინდა მისი ოპტიმალური გრანულომეტრიული შემადგენლობა. აღნიშნული თუჯით ჩამოსხმული ბოყვების ექსპლოატაციამ გვიჩვენა, რომ მისი მდგრადობა 1,6-ჯერ მეტია არამოდიფიცირებული თუჯის მიერ ჩამოსხმული ბოყვების მდგრადობაზე.

METALLURGY

O. B. NIKOLAEV, A. A. GIGINEISHVILI

USE OF GRANULATED MAGNESIUM IN REACTOR PROCESSING
 OF CAST IRON

Summary

The paper presents the findings of a study of the continuous process of reactor inoculation with metallic magnesium of processed pig iron designed for cupola casting. The granulometric composition of magnesium ensuring its maximum assimilation by cast iron has been determined.

The exploitation of experimental cupolas of cast iron inoculated in a reactor with a mixture of granulated magnesium and ferrosilicium showed the same stability when compared with cupolas cast serially from iron inoculated in a reactor with a silicon-magnesium alloying composition, being 1.6 times stabler than cupolas cast from non-inoculated iron.

The results demonstrate the feasibility and advisability of using granulated magnesium in the reactor process.



Б. И. НИНОШВИЛИ

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ
 ВИБРАЦИОННОГО ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ
 МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. В. Хвингия 30.12.1982)

Проведенными исследованиями [1, 2] установлено, что при вибрационном транспортировании мелкодисперсных материалов на частицах последних образуются трибозаряды, достаточные для проведения многих технологических процессов электронно-ионной технологии: сортирования зерна, обогащения полезных ископаемых и минералов, сепарации и смешивания различных материалов, изготовления слоистых пластинок и др.

С другой стороны, трибозаряды, возникшие на частицах перемещаемого материала и рабочего органа вибрационной транспортирующей машины, равные по величине и противоположные по знаку, обуславливают появление между контактирующими телами дополнительной силы притяжения. Эта сила ухудшает транспортабельность груза и тем самым оказывает определенное влияние на процесс вибрационного транспортирования.

Для изучения основных закономерностей вибрационного транспортирования мелкодисперсных материалов с учетом трибозаряда частиц была разработана феноменологическая упруго-вязко-пластическая модель монослоя груза [3] (рис. 1).

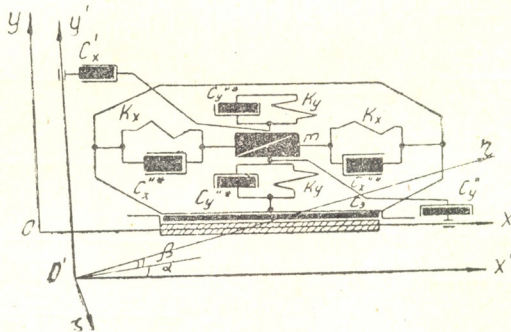


Рис. 1. Модель монослоя мелкодисперсного материала

Уравнения движения модели на отдельных этапах транспортирования имеют следующий вид:

на этапе упругой деформации

$$m\ddot{y} = -m\ddot{y}' - mg\cos\alpha - (K_y y + C_y^* \dot{y}) \left[1 + \lambda (K_y y + C_y^* \dot{y}) \left(\frac{\mu x}{r} \right)^2 \right], \quad (1)$$

$$m\ddot{x} = -m\ddot{x}' + mg\sin\alpha - K_x x - C_x^* \dot{x}, \quad (2)$$

на этапе скольжения

$$m\ddot{x} = -m\ddot{x}' + mg\sin\alpha - \mu \operatorname{sign}(\dot{x}) (K_y y + C_y^* \dot{y}) \times \left[1 + \lambda (K_y y + C_y^* \dot{y}) \left(\frac{\mu x}{r} \right)^2 \right] - C_x^* (\dot{x} + \dot{x}'), \quad (3)$$

на этапе свободного полета

$$m\ddot{y} = -m\ddot{y}' - mg \cos \alpha - C_y'' \dot{y} - C_y' (y + y') - F_{\text{пр}}(t_0) \exp \{-\nu(t' - t_0)\} \frac{r^2}{(r+y)^2} - (K_y y + C_y'' \dot{y}) \left[1 + \lambda (K_y y + C_y'' \dot{y}) \left(\frac{\mu x}{r} \right)^2 \right], \quad (4)$$

$$m\ddot{x} = -m\ddot{x}' + mg \sin \alpha - C_x' (\dot{x} + \dot{x}'), \quad (5)$$

где нормальная реакция груза на рабочий орган машины

$$N = (K_y y + C_y'' \dot{y}) \left[1 + \lambda (K_y y + C_y'' \dot{y}) \left(\frac{\mu x}{r} \right)^2 \right].$$

Решение этих уравнений производилось на ЭЦВМ «Наири 2к». Блок-схема расчета приведена на рис. 2.

При переходе с одного блока на другой начальными условиями являлись конечные значения параметров, полученные на предшествующем блоке.

Для качественного и количественного анализа также были решены уравнения движения модели монослоя мелкодисперсного материала без учета трибозаряда частиц [4].

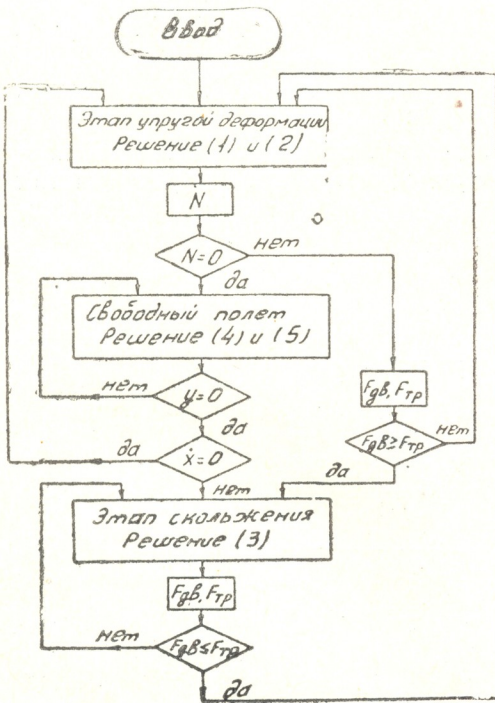


Рис. 2. Блок-схема расчета уравнений движения модели

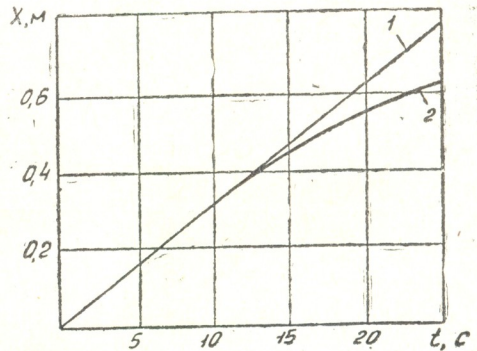


Рис. 3. Изменение перемещения модели в направлении оси x по времени

Исследования проводились на различных материалах. Ниже изложены некоторые результаты этих исследований на примере свинцового глета, широко применяемого в аккумуляторостроении. Дисперсность свинцового глета — 100 мкм, насыпной вес — 2,2 г/см³ (кривые 1 соответствуют случаю, когда не учитывается трибозаряд частиц, а кривые 2 — с учетом трибозаряда).

На рис. 3 приведены кривые изменения перемещения модели в направлении оси x по времени при амплитуде колебаний 1,0 мм и частоте колебаний 50 Гц.

Из графика хорошо видно, что кривые перемещения транспортируемого материала в направлении оси x носят возрастающий характер. Некоторое уменьшение перемещения при учете трибозаряда частиц объясняется возникновением силы притяжения электростатического характера, вызывающей ухудшение транспортабельности груза.

На рис. 4 представлены кривые изменения перемещения в направлении оси y по времени.

Сравнивая кривые 1 и 2, можно убедиться, что в случае учета трибозаряда частиц высота подбрасывания мелкодисперсного материала постепенно уменьшается. Затем материал зарядом насыщается и наступает режим перемещения с подбрасыванием материала на одинаковую высоту. При этом коэффициент использования вибрационной транспортирующей машины снижается до 0,7.

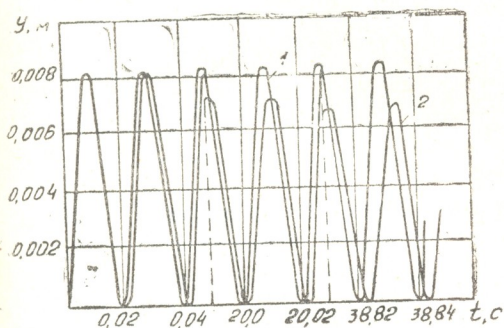


Рис. 4. Изменение перемещения модели в направлении оси y по времени

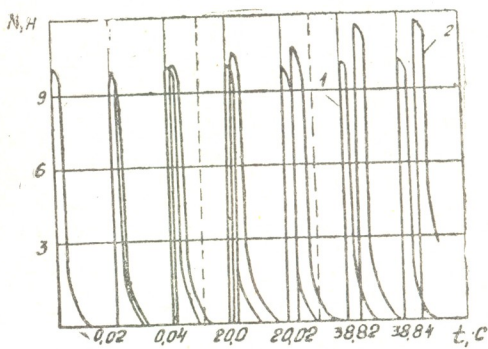


Рис. 5. Изменение нормальной реакции груза на рабочий орган по времени

Соответственно меняется и нормальная реакция груза на рабочий орган машины (рис. 5).

Из графика видно, что в случае, когда учитывается трибозаряд частиц, наблюдается увеличение нормальной реакции груза на рабочий орган. Это вызвано тем, что хотя амплитуда свободного полета постепенно уменьшается, из-за наличия силы электростатического притяжения, груз при падении на рабочий орган приобретает большое ускорение. Стабилизация величины нормальной реакции наступает после насыщения материала трибозарядом.

Таким образом, в результате проведенных исследований были получены качественно новые зависимости, характеризующие процесс вибрационного транспортирования мелкодисперсных материалов с учетом заряда частиц. Использование этих результатов позволяет оптимизировать режим работы вибрационных транспортирующих машин с целью их широкого внедрения во многие технологические процессы.

ბ. ნინოშვილი

 წვრილდისპერსიული მასალების ვიბრაციული ტრანსპორტირების
 კვლევის ზოგიერთი შედეგი

რეზიუმე

ნაშრომში მოცემულია ჩატარებული კვლევის შედეგად მიღებული მახასიათებლები, რომლებიც ასახავენ წვრილდისპერსიული მასალების ვიბრაციული ტრანსპორტირების პროცესს გადასაადგილებელი მასალის ტრიბოელექტრული მუხტის გათვალისწინებით.

MACHINE BUILDING SCIENCE

B. I. NINOSHVILI

 SOME RESULTS OF AN INVESTIGATION OF VIBRATIONAL
 TRANSPORTATION OF FINE-DISPERSIVE MATERIALS

Summary

A phenomenological model of freight monolayer is proposed with a view to studying the basic regularities of vibrational transportation of fine-dispersive materials, with account of the triboelectricity of particles. Equations of the movement of the model have been written and solved on a digital computer. The studies carried out have resulted in qualitatively new relations describing the process. Use of the results obtained permits to optimize the mode of operation of vibrational transporting vehicles.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ბ. ი. ნინოშვილი, ო. ს. სალკოვა, რ. გ. სამხარაძე. Применение вибрации в целях увеличения эффекта контактной электризации. Тбилиси, 1974.
2. ბ. ი. ნინოშვილი, ო. ს. სალკოვა, რ. გ. სამხარაძე. Труды НИИЭТ, т. X. Тбилиси, 1976.
3. ბ. ი. ნინოშვილი. Изв. АН СССР, Энергетика и транспорт, № 6, 1980.
4. И. Ф. Гончаревич. Динамика вибрационного транспортирования. М., 1972.



В. С. БААКАШВИЛИ, В. Н. КОВРОВ

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДЛИТЕЛЬНОЙ ПРОЧНОСТИ
 ХАОТИЧЕСКИ АРМИРОВАННЫХ СТЕКЛОПЛАСТИКОВ

(Представлено академиком Т. Н. Лоладзе 30.3.1983)

В работе [1] для описания деформативности хаотически армированных стеклопластиков предложено использовать интегральные уравнения теории наследственной пластичности, ядра которых содержат параметры различных уравнений. Такой подход позволяет не только описывать процессы ползучести, но и решать обратную задачу: на основании ограниченных во времени экспериментов на ползучесть определить параметры уравнений длительной прочности. Это дает возможность избавиться от экспериментов на длительную прочность, требующих больших материальных и временных затрат.

В качестве основополагающих уравнений будем рассматривать интегральное уравнение Больцмана—Вольтерра

$$E\varepsilon(t) = \sigma + \int_0^t k(t-\tau)\sigma(\tau) d\tau \quad (1)$$

и упрощенное уравнение [2], основанное на законе наследственности, предполагающее мгновенно-упругую деформацию малой по сравнению с полной

$$\varepsilon(t) = \int_0^t k(t-\tau)\sigma(\tau) d\tau. \quad (2)$$

Уравнение (2) представляет интерес для задач инженерной практики, так как содержит минимальное число констант, определяемых из эксперимента.

Для описания длительной прочности будем пользоваться экспоненциальной зависимостью вида [3]

$$t_p = Ae^{-\alpha\sigma}. \quad (3)$$

Уравнение ползучести, содержащее параметры выражения (3), полученные ранее [1] для соотношений (1) и (2), записываются соответственно

$$\varepsilon(t) = \frac{\sigma}{E} + \left(\varepsilon_p - \frac{\sigma}{E}\right) \cdot \frac{\sigma \cdot \alpha}{\ln A/t}, \quad (4)$$

$$\varepsilon(t) = \sigma\varepsilon_p \frac{\alpha}{\ln A/t}. \quad (5)$$

Зависимость (3) в явном виде не содержит температуру, влияние которой может быть учтено следующим образом: пусть для двух различных температур испытаний получены кривые длительной прочности, описываемые уравнениями

$$\begin{aligned} t_p(T_1) &= A_1 e^{-\alpha_1\sigma}, \\ t_p(T_2) &= A_2 e^{-\alpha_2\sigma}. \end{aligned} \quad (6)$$

Используя идею температурно-временной аналогии [4], найдем коэффициент температурно-временной редукции

$$a_{\tau} = \frac{t_p(T_1)}{t_p(T_2)} = \frac{A_1}{A_2} \exp\{-(\alpha_1 - \alpha_2)\sigma\}. \quad (7)$$

Как показывает анализ, выражение (7) может быть аппроксимировано зависимостью вида

$$a_{\tau} = \left(\frac{T_0}{T}\right)^k \exp\{-b(T_0 - T)\sigma\}. \quad (8)$$

Здесь T_0 — произвольно выбранная температура приведения; k и b — экспериментальные константы.

Выражение (8) предполагает, что любая кривая длительной прочности может быть приведена к некоторой заданной кривой путем сдвига вдоль оси времени и поворота на некоторый угол.

С учетом (8) уравнения ползучести (4) — (5), содержащие параметры длительности прочности и учитывающие влияние температуры, примут вид

$$\varepsilon(t_1, \tau) = \sigma/E + (\varepsilon_p - \sigma/E) \sigma \cdot \alpha / \ln(Aa_{\tau}/t), \quad (9)$$

$$\varepsilon(t_1, T) = \sigma \varepsilon_p \alpha / \ln(Aa_{\tau}/t). \quad (10)$$

Экспериментальная проверка полученных зависимостей была осуществлена на хаотически армированных стеклопластках. Испытания кубических образцов на сжатие в режиме ползучести осуществлялись на универсальной машине УМЭ-10 тм. Кроме экспериментов на ползучесть были проведены опыты на сжатие до разрушения и контрольные испытания на длительную прочность.

На рис. 1 в качестве примера показаны экспериментальные и расчетные кривые ползучести, рассчитанные по уравнениям (9) — пунктир и (10) — сплошная линия, а на рис. 2 даны расчетные кривые длительной прочности. Точками показаны результаты конкретных экспериментов.

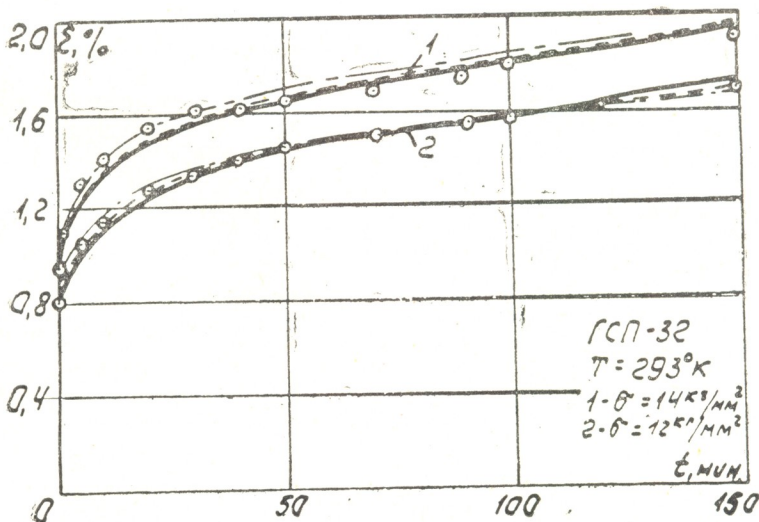


Рис. 1. Экспериментальные и расчетные кривые ползучести: — по уравнению (9), — по уравнению (10)

В уравнениях (9) и (10) необходимо определить величины ε_p , E , A , α , b , k . Точность аппроксимации и прогнозирования в значительной степени зависит от величины ε_p . В случае, если кривые ползучести не

имеют участка ускоренной ползучести, за ϵ_p может быть принята величина предельной деформации разрушения, которая, как известно, не зависит от уровня напряжений и слабо зависит от температуры в интервале рабочих (до 150°C) температур. Если кривая ползучести имеет ярко выраженный участок ускоренной ползучести, то в качестве ϵ_p следует принимать значение деформации, предшествующей третьей стадии ползучести. Величина мгновенного модуля упругости определялась по результатам испытаний на сжатие с большой скоростью деформации (до 20 с⁻¹).

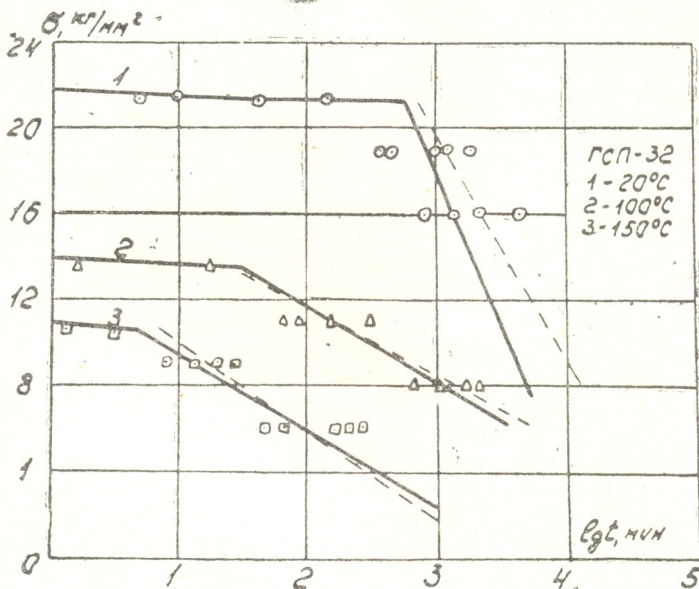


Рис. 2. Экспериментальные данные и расчетные кривые длительной прочности: — по уравнению (9), — по уравнению (10)

Параметры A и α определялись из экспериментальных кривых ползучести по методу наименьших квадратов, после чего подсчитывались значения коэффициентов b и k в формуле (8), путем сопоставления расчетных кривых длительной прочности при различных температурах. Температура приведения составляла 293°K. Расчеты проводились на ЭВМ «МИР-2». Отметим, что расчет по параметрам, найденным по данным из аппроксимации кривых ползучести уравнением (10), дает весьма близкие результаты к тем, которые получены из уравнения (9), что позволяет значительно упростить процедуру определения характеристик длительной прочности. Значения найденных параметров при температуре приведения даны в таблице.

Материал	T°K	ln A	α	b	K
ГСП-32 (E=5000 кг/мм ² , E _p =0,04)	293	9,69* (11,37)	0,15* (0,22)	0,0036 (0,0042)	-3,73 (-3,15)
	373	12,31 (13,03)	0,66 (0,73)	"	"
	423	8,33 (8,55)	0,63 (0,68)	"	"

* — расчет для уравнения (9).
 ** В скобках — расчет для уравнения (10).



Экспериментальные кривые длительной прочности при напряжениях, близких к пределу прочности при сжатии, имеют перегиб. Этот перегиб, по-видимому, обусловлен проявляющейся нелинейностью свойств ползучести материала и позволяет выделить на кривой длительной прочности два участка.

Участок линейных свойств ползучести, хорошо описывается методом, предложенным в настоящей статье в диапазоне времен разрушения, представляющих практический интерес. В области малых времен разрушения кривые ползучести имеют нелинейный характер и не могут быть вписаны в рамках линейной теории наследственности. Этим и объясняется тот факт, что расчетные значения времени разрушения при высоких уровнях напряжений значительно превышает наблюдаемое в эксперименте. Следует отметить, что эти промежутки времени исчисляются минутами и десятками минут, т. е. легко могут быть определены экспериментальным путем, тогда как постановка эксперимента на большие сроки службы представляет определенные трудности, устранить которые позволяет данная методика, основанная на оценке длительной прочности по ограниченному во времени кривым линейной ползучести.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 31.3.1983)

მანქანათმშენობა

მ. ჯააკაშვილი, ვ. კოვროვი

ქაოტურად არმირებული მინაპლასტიკის ხანგრძლივი სიმტკიცის
პროგნოზირება

რეზიუმე

ნაშრომში მოყვანილია ცოცვის განტოლებები, რომლებიც შეიცავენ ხანგრძლივი სიმტკიცის პარამეტრებს და ითვალისწინებენ ტემპერატურის გავლენას. ქაოტურად არმირებულ მინაპლასტიკებზე მიღებული განტოლებების ექსპერიმენტულმა შემოწმებამ დაგვანახა, რომ ცდის მრუდეების აპროქსიმაციის გზით ნაპოვნი პარამეტრებით ცოცვის გამარტივებული განტოლების ამონახსნი კარგ შედეგებს იძლევა, რაც მნიშვნელოვნად ამარტივებს ხანგრძლივი სიმტკიცის მახასიათებლების განსაზღვრას.

MACHINE BUILDING SCIENCE

V. S. BAKASHVILI, V. N. KOVROV

PREDICTION OF THE LONG-TERM STRENGTH OF CHAOTICALLY REINFORCED GLASS-PLASTICS

Summary

Creep equations containing long-term strength parameters and allowing for temperature effect are proposed.

Test check of the equations on chaotically reinforced glass-plastics proved that calculation of parameters derived from approximation of creep curves, simplified by creep equation, gives good results. This significantly simplifies the determination of long-term strength characteristics.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. С. Баакашвили, В. Н. Ковров. Сообщения АН ГССР, 84, № 2, 1976, 449—452.
2. Б. С. Бобров. Изв. вузов. Машиностроение, № 12, 1968, 48—52.
3. Г. М. Бартенев, Б. И. Паншин и др. Изв. АН СССР, Механика и машиностроение, № 6, 1960, 52—55.
4. Дж. Ферри. Вязкоупругие свойства полимеров. М., 1963.



Т. И. ТОЛОРАЯ, Г. К. ЧУМБУРИДZE

РАСЧЕТ ОБДЕЛКИ ВЫСОКОНАПОРНОГО ПОДЗЕМНОГО ТУРБИННОГО ВОДОВОДА ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ В УПРУГОЙ СРЕДЕ С УЧЕТОМ РАБОТЫ БЕТОНА НА РАСТЯЖЕНИЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 15.12.1983)

В состав гидротехнических сооружений крупных высоконапорных подземных гидроэлектростанций входят усиленные скальными массивами турбинные водоводы, служащие для подвода воды непосредственно к турбинам. Ввиду значительных величин внутреннего гидростатического давления, обделка водовода, как правило, устраивается комбинированного типа — с внутренней металлической оболочкой и наружным бетонным кольцом. Последнее служит для передачи части внутреннего давления на породу, разгружающее влияние которой обуславливает снижение расчетных напряжений в оболочке.

Расчет прочности стальной оболочки на внутреннее давление в упругой среде производится согласно нормативным документам. Упругая среда характеризуется коэффициентом удельного упругого отпора K_0 МПа/м. В расчетной схеме предусмотрено, что из-за технологических особенностей укладки звеньев трубопровода и бетонирования затрубного пространства между металлом и бетоном, а также бетоном и скалой возникает равномерно распределенный по всему периметру зазор величиной Ψ .

Нормальные напряжения в металлической оболочке σ_z при наличии упругого отпора горной породы K_0 подсчитывается по формуле

$$\sigma_z = \frac{P \cdot r + K'_0 \Psi}{\delta + 4,33 \cdot 10^{-6} r K'_0}; \quad (1)$$

где

P — расчетное внутреннее давление воды с учетом гидравлического удара МПа; r и δ — соответственно средний радиус и толщина металлической оболочки, м; K'_0 — приведенный коэффициент удельного упругого отпора породы, МПа/м, который зависит от толщины внешнего кольца (затрубного пространства).

Как видно из (1), растягивающие напряжения в обделке водовода, возникшие от действия внутреннего гидростатического давления, воспринимаются только металлической оболочкой и скальной средой. Считается, что внешнее бетонное кольцо, сразу же после приложения к нему (через оболочку) нагрузки от внутреннего давления, получает сквозные радиальные трещины, растрескивается и на восприятие растягивающих напряжений участие не принимает. Весь ход расчета обделки водовода на упомянутой методике делится на две стадии: первая — когда зазор между бетоном и металлом еще не сомкнулся и растягивающие напряжения от внутреннего давления принимает на себя только металлическая оболочка и вторая — когда зазор ликвидирован, оболочка плотно прижата к бетону и растягивающие напря-



жения распределяются между металлом и скалой в определенных соотношениях.

В течение последних лет ряд исследователей указывал на несовершенство принятой схемы расчета обделки ввиду неучета работы бетонной «обоймы» на растяжение. Однако, отсутствие в достаточном объеме экспериментальных исследований в натуральных условиях не давало возможности сколько-нибудь обоснованного учета этого явления.

На строительстве пятой нитки высоконапорного подземного турбинного водовода Ингурской ГЭС в период 1980—1982 гг. институтом ГрузНИИЭГС при содействии Ингургэстроя проведены натурные исследования статической работы обделки водовода. Для изучения деформации и температурных напряжений в оболочке, бетонной «обойме» и скальной среде в общей сложности были заложены 130 приборов. Срок наблюдений в настоящее время составляет 3 года. Внутреннее гидростатическое давление в водоводе достигло 3,3 МПа, что составляет около 63% от полного напора гидростанции. Путем обработки более 10 тысяч отсчетов по приборам с помощью ЭВМ установлена картина пряженно-деформированного состояния всей системы «металл-бетон-скала» и доля участия каждого элемента обделки в восприятии напряжений от внутреннего давления. Это дало возможность обоснованно подойти к вопросу о роли бетонного кольца. Было подтверждено, что в силу стесненных условий работы бетонного кольца в скальной среде, в нем не возникают продольные сквозные трещины вплоть до наступления момента исчерпания бетоном предела растяжимости. Это обстоятельство, а также результаты некоторых других исследований, использовано нами с целью усовершенствования методики расчета обделки водовода с учетом работы бетона на растяжение, которое излагается ниже.

В отличие от существующей двухстадийной методики расчета нами предлагается трехстадийная методика расчета обделки.

I стадия — между металлом и бетоном имеет зазор. Растягивающие напряжения приходится только на оболочку. Бетон и скала участия в работе не принимают.

Определим ту долю внутреннего давления P_1 , когда свободное расширение трубы завершилось и зазор оказался преодоленным.

$$P_1 = 12,345 \Psi \frac{\alpha_1^2 - 1}{r_2} 10^4 \text{ МПа}, \quad (2)$$

где $\alpha_1 = r_2/r_1$, а r_2 и r_1 — наружный и внутренний радиусы оболочки.

Растягивающее напряжение в оболочке равно

$$\sigma_1 = P_1 \frac{\alpha_1^2 + 1}{\alpha_1^2 - 1}. \quad (2)$$

II стадия работы — растягивающие напряжения после преодоления зазора распределяются в определенном соотношении между металлом, бетоном и скалой.

Наибольшее растягивающее напряжение в бетонной обойме σ_0^b достигается у внутренней грани, где

$$\sigma_0^b = \frac{P^* (\alpha_2^2 + 1) - 2 q^* \alpha_2^2}{\alpha_2^2 - 1}. \quad (4)$$

Здесь P^* — действующее на обойму равномерно распределенное по внешнему контуру внутреннее давление; q^* — интенсивность упругого отпора породы; $\alpha_2 = r_3/r_2$, r_3 и r_2 — наружный и внутренний радиусы бетонной «обоймы».



Начало трещинообразования в «обойме» еще не означает, что ее несущая способность исчерпана. При дальнейшем возрастании давления сверх P^* «обойма» продолжает работать на растяжение, радиальные трещины, возникшие у внутренней ее поверхности, постепенно распространяются по толще «обоймы» и, наконец, при давлении P_2^1 достигают внешнего контура «обоймы». В этом случае, наибольшее растягивающее напряжение достигает у внешнего контура «обоймы», где

$$\sigma_{\theta}^H = \frac{2P_2' - q'(\alpha_2^2 + 1)}{\alpha_2^2 - 1}. \quad (5)$$

Если теперь в выражении (5) значение σ_{θ}^H приравнять к нормативному пределу прочности бетона на растяжение R_p^H и решить его относительно P_2' , то после некоторых преобразований получим то предельное значение искомого давления на «обойму» P_2' , когда радиальные трещины в ней принимают сквозной (до породы) характер

$$P_2' = R_p^H \frac{\alpha_2^2 - A}{1 + A}, \quad (6)$$

где A — фактор упругих характеристик бетона и скальной среды, определяемый из выражения

$$A = \frac{E_2 - 1,150 K_0}{E_2 + 0,805 K_0}, \quad (7)$$

Здесь E_2 — модуль упругости бетона.

Определим значение внутреннего давления P_2 , действующего в водоводе в конце второй стадии работы:

$$P_2 = 0,295 P_2' \eta, \quad (8)$$

где P_2' — контактное давление между металлом и бетоном на второй стадии работы водовода; η — вспомогательный коэффициент, определяемый из следующего выражения:

$$\eta = 0,325 \cdot 10^6 E_2^{-1} (\alpha_1^2 - 1)(\alpha_2^2 - A)^{-1} (1,428\alpha_2^2 + A) + (\alpha_1^2 + 2,500). \quad (9)$$

III стадия работы — растягивающие напряжения воспринимаются только металлом и скалой, так как бетонная «обойма» ввиду возникновения продольных трещин, в работе на растяжение участия не принимает, а лишь передает радиальные усилия на породу.

Аналогично (8) и (9), пишем выражения для предельного давления и растягивающих напряжений в металлической оболочке

$$P_3 = P_3' l, \quad (10)$$

где P_3' — контактное давление между металлом и бетоном на третьей стадии работы водовода; l — вспомогательный коэффициент, определяемый из выражения

$$l = 12,38 \cdot 10^4 (\alpha_1^2 - 1) \left(\frac{1}{K_0} + \frac{1 - \mu_2^2}{E_2} \ln \frac{r_3}{r_2} \right) + 0,235 (\alpha_1^2 + 3,25). \quad (11)$$

თ. თოლორაია, გ. ჭუმბურიძე

ჰიდროელექტროსადგურის მიწისქვეშა სადაწნომ მილსადენის
 მოსახვის ანგარიში ბეტონის გაჭიმვაზე მხედველობაში მიღებით

რეზიუმე

ნატურულ პირობებში (ენგურჰესი) ჩატარებულმა გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ ბეტონის რგოლის გაჭიმვას დიდი მნიშვნელობა აქვს მილსადენის მოსახვის სტატიკური მუშაობისათვის. მიღებული შედეგების საფუძველზე დამუშავებულია მილსადენის მოსახვის ახალი სტატიკური ანგარიში ბეტონის გაჭიმვაზე მუშაობის მხედველობაში მიღებით, რაც საშუალებას გვაძლევს შევამციროთ ფოლადის მილის სისქე 8—12%-ით.

HYDRAULIC ENGINEERING

T. I. TOLORAIA, G. K. CHUMBURIDZE

CALCULATION OF THE LINING OF THE UNDERGROUND PRESSURE
 CONDUIT OF AN HYDROELECTRIC STATION, WITH ACCOUNT
 OF CONCRETE TENSION

Summary

According to the available specifications the lining of an underground high-pressure conduit in elastic medium is generally calculated without account of the work in tension of the external concrete ring. Full-scale tests carried out at the Inguri HES show that the tension of the concrete ring plays an important part in the statical work of conduit lining.

On the basis of the experimental results new statical calculation has been developed, taking into account the work of concrete in tension, allowing the reduction of steel pipe thickness by 8-12%.



Н. В. ЕГОРАШВИЛИ, М. Г. МИНДЕЛИ, Н. Е. АЗАУРАШВИЛИ

К МЕТОДИКЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОДВИЖНОГО КОБАЛЬТА В КАРБОНАТНЫХ ПОЧВАХ ГРУЗИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Ф. Чанишвили 22.12.1982)

При определении подвижного кобальта в карбонатных почвах в качестве экстрагентов нами были использованы следующие растворители: 1 н HCl, 1 н HNO₃ и ацетатно-аммонийный буферный раствор с рН 4,8. Так как извлекаемые раствором соли соединения кобальта, как и воднорастворимые, быстро закрепляются почвой и переводятся в более прочные соединения, они в карбонатных почвах находятся в «следовых» количествах или вообще отсутствуют. Поэтому нейтральная солевая вытяжка (KNO₃ и KCl) для определения подвижных форм микроэлементов в карбонатных почвах с рН выше 7,5 совершенно непригодна.

Определение кобальта в вытяжках 1 н HNO₃ и ацетатно-аммонийной буферной вытяжке с рН 4,8 проводили с нитрозо-R-солью и 2-(придилазо)-5-диэтилметааминофенолом (ПААФ) по методу, разработанному в ЦИНАО [1], а также в 1 н HCl с нитрозо-R-солью.

При определении кобальта в 1 н HNO₃ вытяжке использованием ПААФ в карбонатных почвах Грузии рекомендованная ЦИНАО методика частично была изменена, что выразилось в следующем: к 1 мл фильтра прибавляли 4 мл 20%-ного лимоннокислого натрия и 4 мл 40%-ного уксуснокислого натрия, затем к анализируемой пробе приливали 0,7—1,0 мл 0,05%-ного раствора ПААФ, тщательно перемешивали и через 10 мин прибавляли 10 мл 1,0 н H₂SO₄, встряхивали воронку и прибавляли 5 мл хлороформа, встряхивали 1 мин и затем нижний слой колориметрировали.

Определение кобальта данным методом в обеих вытяжках характеризовалось высокой точностью, хорошей воспроизводимостью, большой производительностью и, главное, хорошо улавливало различия в содержании кобальта в различных типах карбонатных почв Грузии.

Так как наиболее важно рекомендовать по возможности одну вытяжку при определении группы микроэлементов, т. е. при одинаковых условиях определять микроэлементы в соотношениях, соответствующих их поступлению в растения, рассмотрим возможность использования ацетатно-аммонийной вытяжки при определении кобальта с помощью ПААФ. Как видно из табл. 1, возможно определение подвижного кобальта в вытяжках ацетатно-аммонийного буферного раствора с применением ПААФ, о чем свидетельствует коэффициент корреляции между общепринятым методом определения кобальта с нитрозо-R-солью и ПААФ в данной вытяжке — $K=0,99$, уравнение регрессии $y=0,037+0,35x$, $\Sigma=\pm 0,045$ (табл. 1).

Проверено влияние кальция на результаты определения кобальта данным методом и обнаружено, что кальций в количестве до 100 мкг/мл почти не действовал на результаты анализов определения содержания кобальта.



Точность определения подвижного кобальта с использованием ПААФ проверяли методом обнаружения заведомо известных добавок раствора кобальта к почвенным вытяжкам. При определении кобальта в ацетатно-аммонийной буферной вытяжке с помощью ПААФ содержание введенных добавок обнаруживали с точностью от $\pm 0,1$ до 12,5%, что считается вполне допустимым.

Таблица 1

Сравнение различных методов определения подвижного кобальта в карбонатных почвах Грузии

№ образца	I п HNO ₃		Ацетатно-аммонийная буферная вытяжка		I п HCC с нитрозо-R-солью
	с нитрозо-R-солью	с ПААФ	с нитрозо-R-солью	с ПААФ	
15	1,5	2,05	0,1	0,3	3,0
41	1,7	3,3	0,15	0,5	4,4
43	1,2	2,2	0,07	0,25	2,4
56	4,0	5,1	0,3	1,0	7,2
57	3,2	4,75	0,17	0,7	6,6
68	3,1	4,75	0,17	0,7	6,0
70	3,0	4,4	1,2	3,5	6,0
71	3,3	4,4	1,2	3,2	6,6
75	2,6	3,7	1,35	4,0	5,7
79	2,5	3,2	0,2	0,6	5,4
83	1,5	2,05	0,168	0,5	3,2
90	1,1	2,0	0,35	1,2	3,0
94	2,0	3,85	0,26	0,6	3,8
99	1,7	3,3	0,09	0,45	4,1
101	0,8	1,6	0,21	0,8	1,7
105	7,4	12,3	0,56	1,8	13,6
112	7,1	11,8	0,5	1,7	12,8
131	1,5	2,0	0,11	0,35	2,9
132	1,5	2,1	0,09	0,3	2,9
162	4,5	5,5	0,32	1,1	7,6

$$R=0,99; \quad R=0,99$$

$$y=-0,099+0,59, \quad \Sigma \pm 0,70;$$

$$y=0,037+0,35, \quad \Sigma \pm 0,045$$

Проведенная проверка метода включает в себя оценку не только точности определения, но и его чувствительности, воспроизводимости данных.

Полученные аналитические данные в десятикратной повторности обработаны методами вариационной статистики.

При сравнении средних арифметических показателей использовался критерий t . Если нормированное отклонение, представляющее собой отношение разности сравниваемых средних арифметических к средней ошибке разности, превышало табличную величину t (при уровне значимости $P=0,05$), то различия между средними считались достоверными.

Как было отмечено выше, определение подвижного кобальта в ацетатно-аммонийной буферной вытяжке (рН 4,8) с помощью ПААФ хорошо улавливало различия в содержании кобальта в различных типах карбонатных почв Грузии.

Существующие в почве карбонаты не мешали определению кобальта данным методом. Но поскольку наши карбонатные почвы содержат от следов до 27% карбонатов, подходящим, т. е. правильным ацетатно-буферным экстрагентом, следует считать только такой, при котором рН раствора изменяется незначительно. По литературным данным [2], рН раствора при взаимодействии с карбонатными почвами (18% CaCO₃) может изменяться не более чем на 0,4. Это обус-

ловлено тем, что изменение pH раствора более чем на 0,4 приводит к существенным ошибкам. Когда же изменение pH достигает 1,0, то это указывает на разрушение буферного раствора. В почвенных вытяж-

Таблица 2

Воспроизводимость определения Co в карбонатных почвах
(мкг на 5 г почвы)

Частные определения											
Первый образец			Второй образец			Третий образец			Четвертый образец		
3,0; 3,0; 3,0; 3,0; 2,5; 2,5; 3,0; 2,5; 3,0; 3,0			1,5; 1,5; 3,0; 1,5; 1,5; 1,0; 4,0; 3,0; 3,0; 1,0			11,0; 12,0; 12,0; 12,0; 12,0; 12,0; 12,0; 13,5; 12,5; 12,0			4,5; 3,0; 3,0; 4,5; 3,0; 4,5; 4,0; 3,0; 4,5; 3,0		
средняя арифм.	макс.	мин.	средняя арифм.	макс.	мин.	средняя арифм.	макс.	мин.	средняя арифм.	макс.	мин.
	из данных повт.			из данных повт.			из данных повт.			из данных повт.	
2,85	3,0	2,0	2,1	4,0	1,0	12,1	13,5	11,0	3,7	4,5	3,5

Размах колебания

Абсолютный — 1,0	3,0	2,5	1,5
Относительный — 0,35%	1,43%	20,66%	40,54%
Квадратичная ошибка — 0,24	0,24	0,62	0,75
Ошибка среднего арифметического — 0,08	0,33	0,19	0,24
Козэфф. варьирования — 8,42%	49,5%	5,7%	20,3%
Относительная ошибка среднего арифметического при 10 параллельных — 2,3%	15,17%	1,57%	2,0%

ках ацетатно-аммонийного буферного раствора с pH 4,8 основных типов почв Грузии отклонение от pH 4,8 не превышало 0,3—0,4, что является вполне допустимым.

Тбилисский филиал Центрального
института агрохимического обслуживания

(Поступило 24.12.1982)

აგროქიმიის

ბ. მგორაშვილი, ა. მინდელი, ნ. ახაშრაშვილი

საქართველოს კარბონატულ ნიადაგებში მოძრავი კობალტის
განსაზღვრის მეთოდის აღწერა

რეზიუმე

კარბონატულ ნიადაგებში მოძრავი კობალტის განსაზღვრისათვის ჩვენ გამოვიყენეთ შემდეგი გამხსნელები: 1n HCl, 1n HNO₃ და აცეტატურ-ამიაკური ბუფერი 4,8 pH-ით.

1n HNO₃-ისა და აცეტატურ-ამიაკური ბუფერის გამოწერვაში Co-ის განსაზღვრას ვაწარმოებდით ნიტროზო-R-მარილით და ПААФ-ის (2-(პირიდინ-5-ილ)-5 დიეთილმეტამინოფენოლი) გამოყენებით, ხოლო 1n HCl-ის გამოწერვაში ნიტროზო-R-მარილით.

ПААФ-ის გამოყენებით მოძრავი კობალტის განსაზღვრის მონაცემები ორივე გამონაწურში შეესაბამება საკონტროლოდ აღებულ მონაცემებს, ხასიათდება დიდი სიზუსტით და მაღალი გამოსავლიანობით, და რაც მთავარია ნიადაგში არსებული კარბონატები ხელს არ უშლიან ანალიზის მსვლელობას.

AGRICULTURAL CHEMISTRY

N. V. EGORASHVILI, M. G. MINDELI, N. E. AZAURASHVILI

TOWARDS THE DETERMINATION OF MOBILE COBALT IN THE
CARBONATE SOILS OF GEORGIA

Summary

The following solvents were used to determine mobile cobalt in carbonate soils: 1N HCl, 1N HNO₃, and 4.8 pH acetate-ammonium buffer. In the extracts of 1N HNO₃ and of acetate-ammonium buffer Co was determined with the aid of nitroso-R-salt and PAAPh (2-(pyridylazo)-5 diethylmeta-aminophenol), and in 1N HCl extract with nitroso-R-salt. The data on the determination of Co with the aid of PAAPh correspond to the control data, being characterized by high precision and yield; and, what is most important, the soil carbonates do not hinder the course of analysis.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Методические указания по определению подвижных форм микроэлементов в почвах. М., 1973.
2. А. Н. Гюльяхмедов, М. Н. Хорошкин, Б. М. Хорошкин. Агрехимия, № 10, 1974.

А. Д. ГОРГИДЗЕ, Т. С. ГИРГВЛИАНИ

ЗОНАЛЬНОСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗЕРНОВЫХ И ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР В ВЕРХНЕЙ СВАНЕТИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Ф. Чаншвили 24.5.1983)

Зональность распространения культурных растений в Грузии фундаментально исследована академиком Н. Н. Кецховели [1]. Подобное исследование имеет большое теоретическое, но и не меньшее практическое значение, поскольку Грузия является горной страной и каждая ее часть, находящаяся на той или иной высоте над уровнем моря, в близости или в отдалении от моря или сухих пустынных районов, характеризуется соответствующими природными условиями. Разнообразие же внешних условий оказывает значительное влияние на распространение и дикой, и культурной растительности, так же как и на способы их возделывания и использования.

По многообразию природных условий особенно выделяется территория Верхней Сванети. Разница зачастую так велика, что по ассортименту возделываемых культур различаются не только соседствующие населенные пункты, но иногда и различные посевные участки в пределах одного и того же села. Например, в с. Лабскалди на землях, расположенных на склонах, обращенных к селу Цхумари (1650 м н. у. м.), возможно возделывать кукурузу — Лабскалдскую кремнистую желтую. Однако уже несколько выше (1700 м н. у. м.) можно сеять только ячмень, рожь, сажать картофель. Нами собраны в Лабскалди и образцы озимой пшеницы (1710 м н. у. м.).

Верхняя Сванети расположена в западной части Кавказского хребта и является высокогорным краем, главная ось которого пролегает вдоль ущелья р. Ингури. Природные условия на ее отдельных участках довольно различны. Река Ингури в верхнем течении, до сс. Ушгули, Кала, Ипари, протекает в узкой теснине (1560—1800—2300 м н. у. м.), а далее перед с. Латали переходит в эрозионное ущелье — в каньон; ниже Латали ущелье расширяется (около Лахамула), затем дальше, к западу, наравне с ущельем Ингури, ареал расселения и сельскохозяйственной деятельности местных жителей включает также ущелья ее притоков Накры и Ненскры (1000—1100 м н. у. м.). Верхняя Сванети пересекается р. Ингури в направлении Черного моря, что сильно влияет на ее западную часть (сс. Хаиши, Чубери, Накра, Лахамула). Указанное обстоятельство в определенной степени обусловило мягкость климата некоторых мест этого края высочайших вершин, что составляет немаловажную причину особенностей зонального распространения здесь культурных растений.

Таким же значительным является влияние резких колебаний температуры, суровой зимы и довольно жаркого лета. В зональности культурных растений этого края имеет значение и сравнительно высокое расположение лесного пояса, субальпийский и альпийский пояса здесь сужены, смежный пояс лежит относительно низко над уровнем моря, осадки обильны. Возделывание полевых культур в условиях края жаркого лета и суровой зимы выработало засухоустойчивость у яровых и морозостойкость у озимых культур, на основании чего сформировался интереснейший генофонд местных форм.



Ввиду того что земледельческие районы находятся на разной высоте над уровнем моря, села же и другие населенные пункты рассеяны по различным склонам гор и возвышенностей, а также принимая во внимание климатические, почвенные и другие факторы, на сегодняшний день для Верхней Сванети нами выделены следующие полевые зоны:

1. Зона преимущественного возделывания кукурузы с наличием редких посевов двурядного ячменя — 500—1200 м н. у. м., охватывает западную часть Верхней Сванети вдоль Ингури, включая общества Лахамула, Хаиши, расположенные в ущельях притоков Ингури, Накры и Ненскры, с. Накра и общество Чубери. На климат данной зоны оказывает сильное влияние влажный воздух Черного моря. Ведущая культура этой зоны кукуруза, высевается зубовидная и полузубовидная (низинных и предгорных экотипов). В этой зоне редка кукуруза горных экотипов. В зоне возделывания кукурузы пользуются большой популярностью также различные формы фасоли, представляющие два ботанических вида: *Ph. vulgaris* L. и *Ph. multiflorus* Nill. Среди них большим полиморфизмом отличается фасоль обыкновенная *Ph. vulgaris* L. Здесь сеют как выющиеся (св. макарчх), так и полукустовые (св. хногамд) и кустовые (св. гимки) формы этого вида.

Посевы пшеницы здесь редки, если не принимать во внимание собранный с 3—4 участков материал в сс. Зеда Лга, Кведа Лга и Квещиани, характеризующихся многообразием мягких пшениц (*var. erythrospernum*, *var. ferrugineum*, *var. miturum*, *var. lutescens*, *var. albidum* и другие).

2. Зона преимущественного возделывания озимой пшеницы с наличием посевов двурядного ячменя и небольших площадей скороспелой кукурузы — 1200—1400 м н. у. м., охватывает общества Пари, Эцери, Цхумари, Латали, Ленджери в входящие в общество Ипари сс. Цвирми и Аци. В этой зоне озимая пшеница засеивается лишь на приусадебных участках, однако формы как остистой, так и безостой пшеницы здесь отличаются большим многообразием: *var. erythrospernum*, *var. ferrugineum*, *var. caesium*, *var. alborubrum*, *var. albidum*. В посевах встречаются в виде примеси карликовая пшеница (*Triticum compestum*), изредка чистые посевы *T. durum* (2—3 поля в обществах Ленджери и Цхумари). Редка также *T. persicum* Vav. (*T. carthlicum* Nev.) в виде примеси в посевах озимой пшеницы. В виде примеси в посевах озимой пшеницы в с. Свифи общества Цхумари и с. Аци общества Ипари встречаются единичные колосья типа *T. spelta* L. В этой зоне засеиваются в большом количестве двурядный ячмень (*Hordeum polistichum* L.) и горные экотипы кремнистой кукурузы. Из зернобобовых сеют фасоль, бобы, горох и чечевицу.

3. Зона преимущественного возделывания яровой пшеницы с наличием посевов двурядного ячменя, ультраскороспелой кукурузы и ржи — 1400—1600 м н. у. м. В эту зону входят сс. Цвирми, Иали, Адиши, общества Ипари, Ленджери, Местия, Мулахи, Кала.

Состав форм мягкой пшеницы тот же, что и в нижней зоне, но с преимуществом остистых пшениц; в виде примесей нам попадались дика, а также спелтоидная, компактная, скверехседная, персикоидная, инфлатная и другие биотипы мягкой пшеницы. Высевается также ячмень, рожь, экотипы горной и высокогорной кукурузы.

4. Зона преимущественного возделывания двурядного ячменя — 1600—1800 м н. у. м. — Ипари, Кала. Основные посевные площади за-

няты под ячмень и кукурузу. Посевы озимой и яровой пшеницы находятся и в этой зоне, рожь и овес редки. Из бобовых сеют фасоль, бобы, горох и чечевицу.

5. Зона возделывания четырехрядного ячменя и картофеля — 1800—2200 м н. у. м., охватывает сс. общества Ушгули: Жибиани, Чвибиани, Чажаша и Муркмели, а также с. Адиши общества Ипари. В этих местах не встречается чистых посевов злаков. В посевах ячменя встречается примесь колосьев мягкой пшеницы.

Другие полевые культуры, кроме картофеля, на сегодняшний день не возделываются.

Таким образом, на посевных площадях Верхней Сванети решающее значение имеют три культуры: кукуруза, ячмень и пшеница, к тому же соотношение этих культур различно. Кукуруза, как культура, требующая для созревания в сравнении с другими культурами наиболее благоприятных условий (влаги и тепла) в течение длительного срока вегетации и развития, успешно возделывается лишь в западной части Верхней Сванети (500—1200 м н. у. м.); пшеницу сеют в центральной части, где для нее имеются гораздо более подходящие климатические и почвенные условия. На крайнем же востоке ведущей культурой является ячмень, так как другие культуры не успевают вызреть в условиях этой зоны.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт ботаники

Грузинский сельскохозяйственный
 институт

(Поступило 17.6.1983)

მეცნიერებათა

ა. გორგიძე, თ. გირგვლიანი

მარცვლოვნებისა და სამარცვლე-პარკოსანი კულტურების
 გავრცელების ზონალობა ზემო სვანეთში

რეზიუმე

ზემო სვანეთისათვის დადგენილია მარცვლოვნების და სამარცვლე პარკოსანი კულტურების გავრცელების ხუთი ზონა: 1. სიმიანდის უპირატესი გავრცელების ზონა ორრიგა ქერის ნათესების იშვიათი თანაბონიერებით 500—1200 მ ზ. დ.; 2. საშემოდგომო ხორბლის უპირატესი გავრცელების ზონა ორრიგა ქერის ნათესების არსებობით და საადრეო სიმიანდის ნათესების მცირე ფართობებით 1200—1400 მ ზ. დ.; 3. საგაზაფხულო ხორბლის უპირატესი გავრცელების ზონა ორრიგა ქერის, ულტრასაადრეო სიმიანდის და ჭვავის ნათესების არსებობით 1400—1600 მ ზ. დ.; 4. ორრიგა ქერის უპირატესი გავრცელების ზონა 1600—1800 მ ზ. დ. და 5. ორრიგა ქერისა და კარტოფილის გავრცელების ზონა 1800—2200 მ ზ. დ.

PLANT GROWING

A. D. GORGIDZE, T. S. GIRGVLIANI

ZONAL DISTRIBUTION OF CEREALS AND LEGUMINOUS PLANTS IN UPPER SVANETI

Summary

The following zones of preferential field-crop cultivation of cereals and leguminous plants have been singled out by the authors for Upper Svaneti:

1. Maize in the presence of thinly sown two-rowed barley, at 500-1200 m above sea level;



2. Winter wheat in the presence of two-rowed barley sowings and small areas of early-maturing maize, at 1200-1400 m a. s. l.
3. Spring wheat in the presence of two-rowed barley, ultraearly-maturing maize and rye sowings, at 1400-1600 m a. s. l.
4. Two-rowed barley, at 1600-1800 m a. s. l.
5. Four-rowed barley and potatoes, at 1800-2200 m a. s. l.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Кецховели. Зоны культурных растений в Грузии. Тбилиси, 1957.



ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

А. Н. БАКУРАДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР), Л. Н. ГУГУШВИЛИ,
М. Т. ДЖАФАРЛИ

О НЕКОТОРЫХ ПРОЯВЛЕНИЯХ СЛОЖНЫХ ФОРМ ПИЩЕВОГО ПОВЕДЕНИЯ У НИЗШИХ ОБЕЗЬЯН

Касаясь сложных форм поведения, И. П. Павлов [1, 2] на одной из «сред» рассматривал способность животных улавливать простейшие связи и отношения между предметами и явлениями как начало образования знания, зачатки конкретного мышления у млекопитающих, а И. М. Сеченов [3] допускал, что отвлечение и абстрагирование присущи не только человеку, но и животному миру.

И. С. Бериташвили в 1933 г. по поводу свойства животных улавливать связи и отношения между предметами и явлениями писал: «Вот эта целесообразность поведения в изменчивой обстановке, ...направленная на добычу пищи, под руководством представления о местонахождении пищи придает данному поведению «разумный» характер» [4—7].

Л. В. Крушинский в 1960 г. указывал на способность животных улавливать закономерности процессов после получения ими лишь однократной информации об изменении соотношения между элементами окружающей среды [8, 9].

Воспоминание жизненно важного объекта вызывает целенаправленную реакцию. Путь, по которому должна происходить эта поведенческая реакция, заранее не дан. Этот путь намечается каждый раз соответственно с данной ситуацией и с воспоминаниями из прошлого. На основе этого у животного в мозгу, должно быть, возникает представление о пути, который ведет к воображаемому жизненно важному объекту [10].

Основываясь на этих и других представлениях по указанной проблеме, мы задались целью экспериментально исследовать у низших обезьян (макак лапундер) процессы решения сложных задач, имеющих отношение к сложной форме пищевого поведения.

С этой целью у обезьян вырабатывали условнорефлекторное хождение (в условиях свободного передвижения) к трем двусторчатым ширмам (каждая длиной 1 м и высотой 0,7 м), расположенным в центре и у боковых стен экспериментальной комнаты. Расстояние между стартовой клеткой, расположенной у задней стены экспериментальной комнаты, и ширмами составляло 3 м. В качестве условных сигналов использовали световые раздражители, установленные в верхней части ширм. У обезьян вырабатывали различие между право- и левосторонними условнорефлекторными зрительными сигналами — красным кругом (диаметром 15 см) слева и зеленым кругом (диаметром 10 см) справа. Сигнальные световые фигуры предъявляли животным в случайном порядке по таблице Геллермана.

При восприятии одного из раздражителей обезьяна должна была совершить побег к одной из боковых ширм, а при восприятии другого — к симметрично расположенной. В этих случаях животное выпускали из клетки в момент предъявления сигнала.

После многократного сочетания сигнала с приемом пищи условное хождение было автоматизировано, т. е. осуществлялось при помощи хорошо проторенных временных нервных связей, и был сформиро-



рован целостный поведенческий акт, состоящий из побегки животного от стартовой клетки к соответствующим ширмам со скрытым периодом, равным примерно 5 сек, с последующим подкреплением и возвращением в клетку. Выработанная зрительная дискриминация при этом составляла 91,8% правильных решений (12 опытных дней, 260 проб, 15—25 проб за один опытный день). После этого переходили к основной программе эксперимента. Исходные раздражители (красный и зеленый круги) попеременно выставляли в верхней части ширмы, расположенной в центре между двумя боковыми ширмами (рис. 1).

При проецировании красного или зеленого круга с центра животное должно было пойти к одной из соответствующих боковых ширм: при предъявлении красного круга — к левой ширме, а при предъявлении зеленого — к правой. Несмотря на то что выработанные условные рефлексы на боковые световые сигналы были прочными, стойкими, в этой серии эксперимента все же наблюдались значительные ошибки в выборе подкрепляемого сигнала — правильные решения составили всего 65% из общего числа проб этой серии. Как показали наши опыты, автоматизированное условнорефлекторное поведение на зрительные сигналы вырабатывается у обезьян очень легко, но выработка реакций происходит не на размер и не на цвет раздражителя, а на сторону, с которой он предъявляется. Откуда идет световой сигнал, туда и направляется животное. Что это так, доказывается тем, что при подаче светового сигнала, независимо от его цвета и размера, животное идет туда, откуда подается этот сигнал. При предъявлении сигнала с центра животное часто не может осуществить правильную реакцию и поэтому число правильных решений составляет всего 65%.

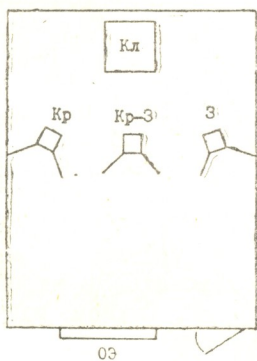


Рис. 1. Схема экспериментальной комнаты

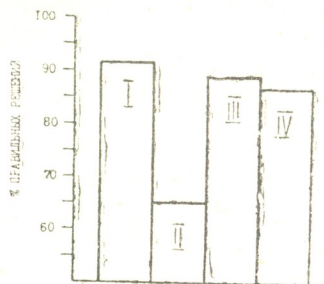


Рис. 2. Правильные решения при подаче сигналов в %: I — сбоку; II — с центра до применения предупреждающего сигнала; III — с центра с применением предупреждающего сигнала; IV — с центра без применения предупреждающего сигнала

Вследствие этого пришлось применить дополнительное обучение — в опыт был введен предупреждающий сигнал с боковых ширм, предъявляемый за 2—3 сек до проецирования сигнала с центральной ширмы.

Опыт заключался в следующем. В первых двух сочетаниях опытного дня давали предупреждающий сигнал продолжительностью 3 сек с одной из боковых ширм и уже после этого подавали сигнал с центра, аналогичный предупреждающему. В последующих пробах сигнал выставляли только с центра, предупреждающий сигнал не предъявляли. Использование предупреждающего сигнала способствовало осуществлению правильного различения зрительных раздражителей при про-

ещировании сигналов только с центра (88,8% правильных решений, 7 опытных дней, 144 пробы). Когда уровень зрительной дискриминации достиг 88,8% правильных решений, перешли к заключительной серии, в которой условные сигналы выставляли только с центра. Такие задачи животными решались на уровне 86,7% правильных решений (6 опытных дней, 129 проб) (рис. 2).

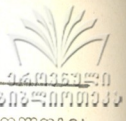
Как трактовать наблюдаемые поведенческие акты животных? Согласно представлению И. С. Бериташвили, животное первоначально идет на сигнал к ширме, руководствуясь исключительно образом местонахождения пищи, но потом, вследствие многократного повторения такого поведения в одной и той же среде, оно автоматизируется благодаря превращению той или другой части обстановки в условный сигнал к определенному отрезку поведения [4—7]. Такое поведение в свое время было названо И. С. Бериташвили «индивидуально приобретенным автоматизированным поведением». И. С. Бериташвили считал, что по своему характеру такое поведение подобно прирожденному или инстинктивному поведению, ибо каждое звено автоматизированного поведения определяется исключительно сопутствующими или предыдущими раздражителями безусловного или условного характера. При этом, пишет И. С. Бериташвили, хотя и возникает представление (образ), но оно не может играть руководящей роли, так как при посредстве временных связей поведение осуществляется быстро и экономно [4—7].

Теперь относительно поведения животного при подаче сигнала с центра, при котором животное осуществляет хождение либо к правой, либо к левой ширме в зависимости от цвета и размера зрительного раздражителя. В этом случае требуется более сложная работа, чем при автоматизированном пищевом поведении. Животное, получив сигнал с центра, должно пойти либо к левой, либо к правой ширме. Оно может сделать это в том случае, если помнит, что красный круг (большого диаметра) связан с левой ширмой, а зеленый круг (меньшего диаметра) — с правой, т. е. каждый раз при предъявлении красного круга у животного должен возникать образ местонахождения левой ширмы, а при предъявлении зеленого круга — образ местонахождения правой ширмы и, согласно этому образу, оно будет направляться либо к правой, либо к левой ширме. Понятно, что время, затраченное на осуществление такого поведенческого акта, значительно продолжительнее (более 6—8 сек), чем при подаче сигнала сбоку, когда поведение автоматизировано. Животное при подаче сигнала с центра при выходе из стартовой клетки часто останавливается, как бы задумываясь, в какую сторону идти, направо или налево, оно как бы вспоминает значение данного сигнала, и если вспомнило, идет правильно. Животному можно облегчить осуществление этой задачи при помощи очень кратковременного предупреждающего сигнала, за которым следует сигнал с центра.

Таким образом, при подаче сигнала с центра животное должно сразу решать рассудком, в какую сторону нужно идти, но часто идет неправильно, что связано, по-видимому, с тем, что с аналогичной ситуацией животное не встречалось в своей жизни, т. е. не имеет подобного жизненного опыта. Но если опыт будет приобретен, то надо полагать, что животное сразу будет решать задачу посредством рассудка.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физиологии
им. И. С. Бериташвили

(Поступило 6.1.1983)



ა. ბაბურაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი), ლ. გუგუშვილი, მ. ჯაფარლი

კვებითი ქცევის რთულ ფორმათა ზოგიერთი გამოვლინება
უდაბლეს მაიმუნებში

რეზიუმე

ორ მოპირდაპირე მხრიდან (გვერდებიდან) მოწოდებული ორი განსხვავებული სიგნალის მტკიცე მხედველობითი გარჩევის შემდეგ მაიმუნები (მაკაკულაუნდერი) ძნელად ან სრულიად ვერ ახერხებენ საკვების დაუფლებას, მაგრამ ამას ადვილად აღწევენ თუ საცდელი დღის დასაწყისში ცენტრიდან მიწოდებულ სიგნალს 1—2-ჯერ წინ უსწრებს 2—3 სექუნდის ხანგრძლივობის გამაფრთხილებელი სიგნალი გვერდიდან. მომდევნო სინჯები და სინჯები მომდევნო დღეებში სრულდება გამაფრთხილებელი სიგნალის გარეშე.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

A. N. BAKURADZE, L. N. GUGUSHVILI, M. T. JAFARLI

ON SOME COMPLEX FORMS OF ALIMENTARY BEHAVIOUR
PERFORMANCE IN LOWER MONKEYS

Summary

Following visual differentiation of a variety of signals, presented from the sides, pig-tailed monkeys either fail to perform a correct food-procuring behaviour or have considerable difficulty with the performance at the presentation of the same signals just in front of them. After a series of experiments, where at the beginning of an experimental day the signal presentation in front of the animal was preceded by a single or repeated, 2-3 sec warning signals from the sides, monkeys succeeded in making a correct response without the warning signal.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. П. Павлов. Полное собр. соч., т. 3, кн. 1, 2. М.—Л., 1951.
2. И. П. Павлов. Павловские среды, т. 3. М.—Л., 1949.
3. И. М. Сеченов. Избр. произв., I. М.—Л., 1952.
4. И. С. Бериташвили. Советская психоневрология, 9, 1933.
5. И. С. Бериташвили. Физиол. ж. СССР, 17, 1934—1935.
6. И. С. Бериташвили. Об основных формах нервной и психонервной деятельности. М., 1947.
7. И. С. Бериташвили. Структура и функция коры большого мозга. М., 1969.
8. Л. В. Крушинский. Биологические основы рассудочной деятельности. М., 1977.
9. Л. В. Крушинский. Формирование поведения животных в норме и патологии. М., 1960.
10. И. С. Бериташвили. В кн.: «Отсроченное поведение и рассудочная деятельность низших обезьян». Тбилиси, 1981.

Нуг. Н. НУЦУБИДЗЕ, А. А. МИШИН, Т. В. РОТАНОВА

ИНГИБИРОВАНИЕ ПАНКРЕАТИЧЕСКОЙ ЛИПАЗЫ ИОНАМИ МЕДИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. Н. Нуцубидзе 26.10.1982)

Панкреатическая липаза (КФ 3.1.1.3) — фермент, относящийся к группе сериновых гидролаз. Одной из наиболее характерных черт этого фермента является способность его активироваться на поверхности раздела фаз. До настоящего времени механизм этой активации окончательно не установлен. Неясно также, на какие стадии ферментативного гидролиза субстратов активация липазы оказывает наибольшее воздействие. В связи с этим весьма интересно изучение взаимодействия с липазой эффекторов, избирательно влияющих на одну стадию ферментативного превращения субстрата. Одним из таких эффекторов является подробно изученный И. В. Березиным и сотр. [1] ингибитор другого представителя сериновых гидролаз (α -химотрипсина)-катион меди, тормозящий стадию превращения комплекса Михаэлиса в апилфермент. Применение этого ингибитора для исследования каталитического действия липазы как в гомогенной, так и в гетерогенной средах позволило бы провести сравнение эффективности функционирования аппарата фермента в «исходном» и активированном состояниях.

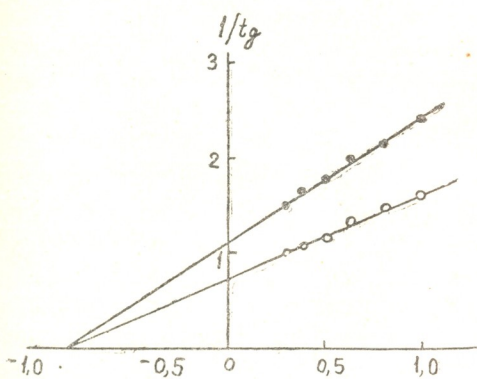


Рис. 1. Определение типа ингибирования ионами меди реакции гидролиза трибутирина, катализируемой липазой. Условия определения:

$[S]_0 = 1,67$ мМ, $[E]_0 = 10^{-9}$ М, ○ $[Cu]^{2+} = 0$, ● $[Cu]^{2+} = 5 \cdot 10^{-5}$ М

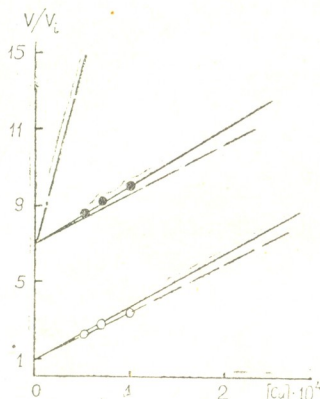


Рис. 2. Двухкомпонентное ингибирование гидролиза трибутирина, катализируемого липазой, гексилборной кислотой и ионами меди. Условия определения: $[E]_0 = 10^{-9}$ М, $[S]_0 = 1,67$ мМ, ● $[C_6H_{13}B(OH)_2] = 6,25 \cdot 10^{-5}$ М, ○ $[C_6H_{13}B(OH)_2] = 0$

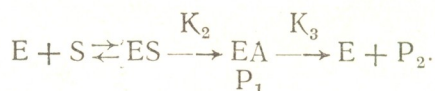
Мы изучили ингибирующее действие катиона меди на ферментативную активность панкреатической липазы в реакциях гидролиза специфических субстратов, триглицеридов, трибутирина (в эмульгированном состоянии) и триацитина (в растворе).

Взаимодействие катионов меди с молекулой липазы, как и в случае α -химотрипсина, приводит к обратимой инактивации фермента. Об этом свидетельствует тот факт, что активность липазы практически полностью восстанавливается при добавлении в реакционную смесь, содержащую фермент и ионы Cu^{2+} , комплексообразующего агента — этилендиаминтетрауксусной кислоты.

Методом Лайнуивера—Берка (рис. 1) было установлено, что ингибирование ферментативной активности липазы ионами меди носит неконкурентный характер. При этом константа ингибирования реакции гидролиза липазой эмульгированного трибутирина в выбранных нами условиях ($\text{pH } 6,0$ $0,1\text{M NaCl}$) оказалась равной $0,11$ мМ.

На рис. 2 представлены результаты двухкомпонентного ингибирования липазы ионами Cu^{2+} и гексилборной кислотой (ГБК). Известно, что борорганические кислоты, являющиеся специфическими ингибиторами сериновых гидролаз, связываются с активными центрами этих ферментов [2]. Взаимозависимость совместного ингибирования липазы катионами Cu^{2+} и ГБК свидетельствует о том, что и ионы Cu^{2+} связываются в активном центре липазы, а неконкурентный характер ингибирования липолитической активности ионами меди — о том, что это связывание происходит именно по каталитическому участку активного центра фермента.

Таким образом, из представленных данных следует, что ингибирование липазы ионами меди, как и в случае α -химотрипсина, оказывает влияние лишь на одну стадию в процессе превращения субстрата — на стадию ацилирования [2]:



Изучение ингибирующего действия ионов меди на гидролиз триацетина под действием липазы в гомогенной среде показало, что торможение ферментативной активности и в этом случае носит не конкурентный характер, однако константа ингибирования ($K=0,6^\circ$ мМ) отличается от константы, полученной при ингибировании липолиза трибутирина.

Из полученных результатов следует, что ингибирующее влияние ионов Cu^{2+} на ферментативную активность зависит от наличия в системе поверхности раздела фаз, или, другими словами, от степени «активированности» фермента.

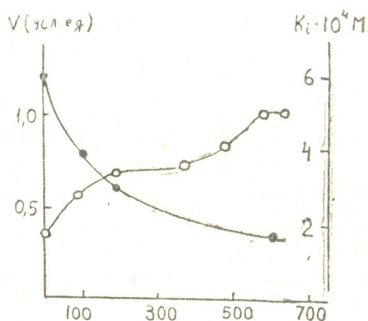
Ранее было показано, что наиболее высокоочищенные препараты липазы, не содержащие активирующих примесей, расщепляют триацетин с весьма низкими скоростями. Проведение же реакции гидролиза триацетина липазой в кювете рН-стата приводит к увеличению скорости более чем на два порядка (за счет влияния поверхности раздела раствор—воздух, материала кюветы и мешалки, пузырьков воздуха, образующихся при перемешивании и т. д.). Таким образом, в наших опытах по изучению липолиза триацетина фермент являлся в значительной степени активированным. Однако оказалось, что и этот препарат можно дополнительно активировать добавлением гидрофобной поверхности раздела фаз (силиконизированных стеклянных шариков—ССШ).

На рис. 3 представлен график изменения скорости катализируемого липазой гидролиза триацетина в зависимости от содержания ССШ

в кювете рН-стата. Из этого рисунка видно, что при содержании ССШ, равном 300 мг/мл, достигается максимальное увеличение скорости липолиза (в 2,9 раза). При этом, по-видимому, липаза переходит в максимально активированное состояние.

Мы изучили влияние добавления ССШ на эффективность ингибирования липазы ионами меди и установили, что степень ингибирования липазы увеличивается по мере добавления ССШ параллельно с увеличением скорости липолиза триацетина (рис. 3). Причем для максимально активированного фермента константа ингибирования липолиза триацетина (0,18 мМ) практически совпадает с константой, полученной при ингибировании липолиза эмульгированного трибутирина.

Рис. 3. ○ — зависимость скорости гидролиза триацетина, катализируемого липазой, от добавления силиконизированных стеклянных шариков (ССШ); ● — зависимость константы ингибирования гидролиза триацетина панкреатической липазой, ионами меди при добавлении ССШ



Согласно представлениям, развиваемым Дэньюэлем [3], взаимодействие липазы с поверхностью раздела фаз приводит к конформационной перестройке фермента, вызывающей значительные ускорения на стадии деацилирования. Полученные в настоящей работе результаты свидетельствуют о том, что воздействие поверхности раздела фаз на фермент проявляется и на стадии ацилирования, и, по-видимому, действие поверхности раздела фаз выражается в формировании каталитического участка активного центра фермента.

Академия наук Грузинской ССР
Институт биохимии растений

Академия наук СССР
Институт биоорганической химии
им. М. М. Шемякина

(Поступило 3.11.1982).

ბიოქიმია

მუზ. მუცუბიძე, ა. მიშინი, ბ. რობანოვა

პანკრეატული ლიპაზის ინჰიბირება სპილენძის იონებით

რეზიუმე

შესწავლილ იქნა პანკრეატული ლიპაზის ინჰიბირება სპილენძის იონებით. მიღებული შედეგების საფუძველზე გაკეთებულია დასკვნა, რომ ფაზათა გამყოფი ზედაპირის მოქმედებისას ხდება ლიპაზის აქტიური ცენტრის კატალიტიკური უბნის ფორმირება.

Nug. N. NUTSUBIDZE, A. A. MISHIN, T. V. ROTANOVA

INHIBITION OF PANCREATIC LIPASE BY COPPER IONS

Summary

The mechanism of pancreatic lipase inhibition by copper ions has been studied. It is shown that interaction of the interface and the enzyme leads to the formation of a catalytic site of the lipase active centre.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. Мартинек, А. В. Левашов, И. В. Березин. Молекулярная биология, 4, 1970, 339—347, 517—529.
2. Т. В. Ротанова, Р. Клаус, А. Г. Иванова, Л. М. Гинодман, В. К. Антонов. Биоорганическая химия, 2, 1976, 837—845.

Т. А. ДЖАЛИАШВИЛИ, В. М. ЗОТОВ, В. П. ДЕМУШКИН

ХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСТКОВ СВЯЗЫВАНИЯ АЛЬФА- И БЕТА-АДРЕНЕРГИЧЕСКИХ РЕЦЕПТОРОВ В КЛЕТКАХ ГОЛОВНОГО МОЗГА КРЫС

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 30.12.1982)

Ранее нами было показано, что некоторые биологически активные пептиды влияют на взаимодействие адренергических лигандов с альфа- и бета-адренорецепторами плазматических мембран клеток головного мозга крыс [1, 2]. Существенной особенностью их эффектов является частичное модулирование взаимодействия лигандов с адренорецепторами. Анализ собственных и литературных данных [3, 4] о нейрофизиологических эффектах пептидов наводит на мысль, что пептиды более специфически взаимодействуют с субпопуляциями адренергических рецепторов, чем использованные лиганды — дигидроалprenолол или дигидроэргокриптин. Надо предполагать, что биологическая активность пептидов определяется не только их аминокислотной последовательностью [5], но и структурными особенностями участков узнавания субпопуляций адренорецепторов. Это предположение подтверждается разнохарактерным влиянием некоторых пептидов на активность мембранных ферментов (аденилатциклазы и фосфодиэстеразы) в клетках глии и нейронов [5].

В настоящей работе мы попытались с помощью метода химической модификации выявить роль отдельных аминокислотных остатков адренергических рецепторов клеток глии и нейронов, лежащих в основе молекулярных механизмов узнавания рецепторами адренергических соединений, и, в частности, биологически активных пептидов.

В исследованиях использовали [^3H]-дигидроальprenолол ([^3H]-ДГА — 60 Ки/ммоль), [^3H]-дигидроэргокриптин ([^3H]-ДГЭ — 17,5 Ки/ммоль), стеклянные фильтры GF/C фирмы «Амершам» (Англия), 1-циклогексил-3-(2-морфолиноэтил)карбодимид фирмы «Серва» (ФРГ), L-алprenолол, фентоламин, DL-артеренол фирмы «Сигма» (ФРГ), 5,5-дитио-бис(2-нитро)бензойную кислоту, 2,4,6-тринитробензолсульфокислоту фирмы «Флука» (Швеция), N-ацетилимидазол, йодацетамид и дитиотрейтол фирмы «Пирс» (Швеция). Остальные реактивы производства «Союзхимреактива» (СССР) классификации х. ч. Фракции, обогащенные клетками глии и нейронов, получали из больших полушарий мозга крыс весом 150—170 г по Бломстранду и Хамбергеру [6]. Специфическое связывание [^3H]-ДГЭ с альфа-адренорецепторами определяли по Упричардсу и др. [7], а [^3H]-ДГА с бета-адренорецепторами — по Биланду и Снайдеру [8]. Химическую модификацию аминокислотных остатков адренергических рецепторов мембран клеток глии и нейронов производили по прописи Хабела [9] и описанной нами ранее [10]. Белок определяли по Спектору [11]. Радиоактивность проб измеряли на «Марк III» (США). Статистическую обработку полученных результатов производили регрессивным методом на вычислительной машине «Hewlett Packard 9815» (США).

В первой серии экспериментов установлена зависимость величины связывания меченых лигандов [^3H]-ДГЭ и [^3H]-ДГА с альфа- и бета-адренорецепторами от их концентрации для клеток глии и нейронов в координатах Скэтчерда (рис. 1, 2). Рассчитанные из этих графиков константы диссоциации лиганд-рецепторных комплексов составили в 40. „გაზაბე“, გ. 112, № 3, 1983

клетках глии: $[^3\text{H}]\text{-ДГЭ}$ $K_d=8,6$ нМ ($V_{\text{max}}=866$ ф моль/мг белка), $[^3\text{H}]\text{-ДГА}$ $K_d=4,8$ нМ ($V_{\text{max}}=360$ ф моль/мг белка), в сомах нейронов: $[^3\text{H}]\text{-ДГЭ}$ $K_d=13,3$ нМ ($V_{\text{max}}=123$ ф моль/мг белка), $[^3\text{H}]\text{-ДГА}$ $K_d=1,2$ нМ ($V_{\text{max}}=227$ ф моль/мг белка). Адренергическую природу связывания $[^3\text{H}]\text{-ДГЭ}$ подтверждали ингибированием фентоламином или ДЛ-артеренолом в концентрации 10^{-7} М.

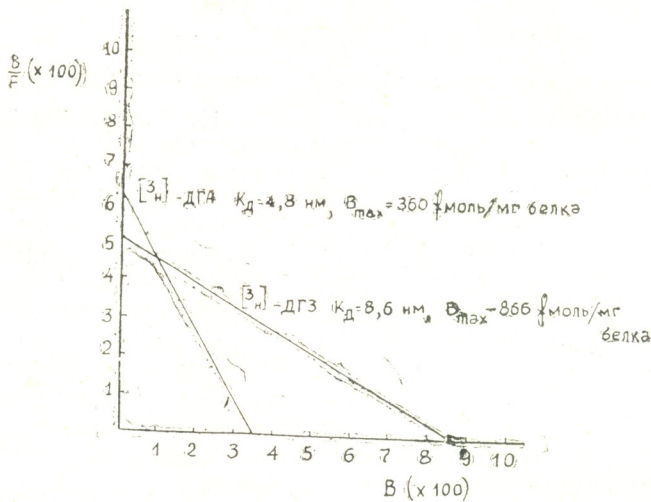


Рис. 1

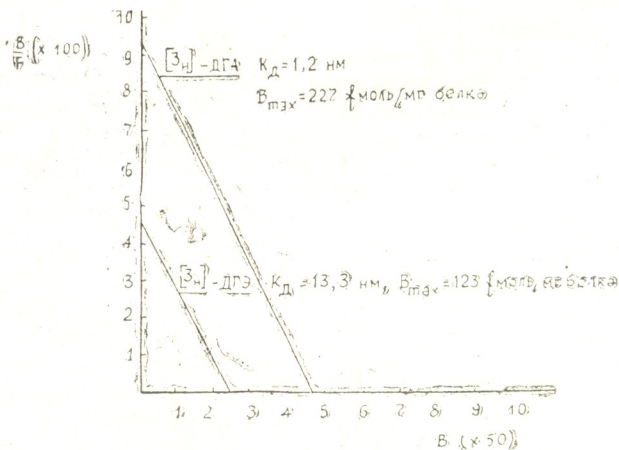


Рис. 2

С целью определения тех аминокислотных остатков, которые необходимы для связывания специфических лигандов с альфа- или бета-адренергическими рецепторами, плазматические мембраны клеток глии и нейронов подвергали химической обработке в условиях преимущественной модификации отдельных функциональных групп аминокислот (условия опыта см. в таблице). Как показано нами ранее, выбранные условия модификации достаточны для полной модификации доступных аминокислотных остатков [1]. В качестве контроля служили мембраны, выдержанные в условиях модификации, но без модифицирующего агента. Для выявления тех функциональных групп, которые непосредственно входят в участки узнавания рецептор-лиганда, химическую модификацию плазматических мембран проводили также в присутствии 10^{-4} М альпренолола для бета- и 10^{-3} М артеренола или фентоламина для альфа-адренергических рецепторов; если защитный эффект наблюдался, считали, что данная функциональная группа входит в участок узнавания рецептора. При рассмотрении результатов хи-

мической модификации адренергических рецепторов выясняется, что в участки узнавания альфа-адренорецепторов обеих клеток входят —S—S—, —NH₂-группы и тирозин (таблица). При их модификации Влияние химической модификации на специфическое связывание [³H]-ДГЭ с альфа- и [³H]-ДГА с бета-адренергическими рецепторами в гомогенатах клеток глии и нейронов (среднее из восьми определений)

Исследуемые типы адренорецепторов	Модифицируемые группы					
	—S—S	Tyr	—SH	COOH	His	NH ₂
НЕЙРОНЫ — альфа						
Степень модификации, %	90	28	69	70	28	93
Степень защиты, %	70	100	70	50	50	60
ГЛИЯ — альфа						
Степень модификации, %	92	96	70	68	0	94
Степень защиты, %	96	60	80	90	0	80
НЕЙРОНЫ — бета						
Степень модификации, %	63	0	27	60	0	
Степень защиты, %	80	0	95	96	0	
ГЛИЯ — бета						
Степень модификации, %	32	30	28	30	0	
Степень защиты, %	80	60	96	50	0	

Модификацию осуществляли: COOH-групп — $5 \cdot 10^{-3}$ М 1-циклогексил-3(2-морфолиноэтил)карбодимидом в присутствии $5 \cdot 10^{-2}$ М амида глицина при pH 4,7; гистидина — 10^{-3} М йодацетамидом при pH 4,7; —SH-групп — 10^{-3} М 5,5-дитио-бис(2-нитро)бензойной кислотой при pH 9,0; тирозина — $5 \cdot 10^{-3}$ М 1-ацетилмидазолом при pH 9,0; —S—S— групп — $5 \cdot 10^{-3}$ М дитиотреитолом в присутствии $5 \cdot 10^{-3}$ М 5,5-дитио-бис(2-нитро)бензойной кислоты при pH 7,4; NH₂-групп — $5 \cdot 10^{-3}$ М 2,4,6-тринитробензолсульфоокислотой при pH 9,0. Модификацию COOH-групп и гистидина проводили в 0,1 М фосфатном буфере при pH 4,7, а остальных групп — в 0,2 М боратном буфере при pH 9,0. Мембранные фракции суспендировали в соответствующем буфере и добавляли модифицирующие реагенты. Инкубировали 1 час при 25°C. После отмывки холодным раствором Рингера с pH 7,4 (3×40 мл) мембранные препараты суспендировали 50 мМ трис-НСl с pH 8,0 и испытывали на специфическое связывание с [³H]-ДГЭ с альфа- или [³H]-ДГА с бета-адренорецепторами. Инкубировали 15 мин при 25°C. Реакцию останавливали перенесением проб на фильтры GF/C и промывали 10 мМ трис-НСl с pH 8,0 (4×5 мл).

наблюдается защитный эффект, что свидетельствует о нахождении данных групп в участке узнавания альфа-адренергических рецепторов. Частичная модификация этих же групп в бета-адренорецепторах, а также COOH- и SH-групп в обоих типах адренорецепторов указывает на наличие различных субпопуляций альфа- и бета-адренергических рецепторов как в клетках глии, так и нейронов. Наши данные о наличии разных субпопуляций альфа- и бета-адренергических рецепторов подтверждаются и фармакологическими исследованиями ряда авторов [11, 12]. Кроме того, из полученных данных вытекает различие в химической структуре участков узнавания субпопуляций альфа-адренорецепторов клеток глии и нейронов. Обе субпопуляции содержат остатки цистеина и NH₂-группу, а одна из этих субпопуляций — остатки тирозина и гистидина и SH- и COOH-группы. Аналогичные эффекты наблюдаются и для субпопуляций бета-адренорецепторов. Следует также отметить, что альфа- и бета-популяции рецепторов плазматических мембран клеток глии и нейронов по-разному чувствительны к химической модификации. Вероятно, разная степень предельной моди-



фикации адренорецепторов в этих клетках объясняется разными соотношениями субпопуляций этих рецепторов в клетках глии и нейронов. Нельзя исключить также предположение о различном строении субпопуляций альфа- и бета-адренорецепторов клеток глии и нейронов [12, 13]. Дальнейшее исследование с использованием высокоселективных лигандов для отдельных субпопуляций адренергических рецепторов ЦНС позволит более детально изучить их химические свойства и оценить роль разных субпопуляций в биохимических механизмах действия пептидов на высшую нервную деятельность животных.

Академия наук Грузинской ССР
Институт биохимии растений

Академия медицинских наук СССР
Всесоюзный научный центр
психического здоровья

(Поступило 30.12.1982)

ბიოქიმიკა

თ. ჯალიაშვილი, ვ. ზოტოვი, ვ. დემუშკინი

პირთავგას თავის ტვინის უჯრედებში არსებული ალფა-და
ბეტა-ადრენერგული რეცეპტორების კატამოლამინებთან
შეკავშირების უბნების ქიმიური დახასიათება

რეზიუმე

ქიმიური, ანალიზური მოდიფიკაციის მეთოდების გამოყენებით შესწავლილია ცნს-ში არსებული ადრენერგული რეცეპტორების იმ უბნების სტრუქტურა, რომელსაც ადრენერგული ლიგანდები უკავშირდება.

დადგინდა, რომ ალფა- და ბეტა-ადრენერგული რეცეპტორების სუბპოპულაციები არსებობს ნეირონებსა და გლიურ უჯრედებში და ისინი შეიცავენ COOH, NH₂, SH ჯგუფებსა და ტიროზინის ნაშთს.

BIOCHEMISTRY

T. A. JALIASHVILI, V. M. ZOTOV, V. P. DEMUSHKIN

CHEMICAL CHARACTERIZATION OF THE BINDING OF ALPHA- AND BETA-ADRENERGIC RECEPTOR AREAS IN RAT BRAIN CELLS

Summary

The structure of areas in which adrenergic ligands are recognized by noradrenalin receptors of CNS was studied by chemical modification analysis. The recognition area of the subpopulation of alpha- and beta- adrenergic receptors in glial and neuronal cells comprises a COOH, NH₂, SH group, and tyrosine residues.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. А. Джалиашвили. Сообщения АН ГССР, 108, № 1, 1982.
2. Т. А. Jaliashvili, A. A. Bulatov, Yu. A. Pankov. 8th American Peptide Symposium. Arizona, USA, 1983.
3. A. Levitzki. Cellular Receptors for Hormones and Neurotransmitters, J. Wiley and Sons, Chichester, New York, 1980.
4. K. Starke. Rem. Physiol. Biochem. Pharmacol., Springer-Verlag, Berlin, New York 1977.
5. Т. А. Джалиашвили. Изв. АН ГССР, сер. биол., 7, № 4, 1981.
6. C. Blomstrand, A. J. Hamberger. J. Neurochem. 16, 1969.
7. D. C. U'Prichard, S. H. Snyder. J. Biol. Chem. 252, № 18, 1977.
8. D. B. Byland, S. H. Snyder. Mol. Pharmacol. 12 1976.
9. A. F. S. Habel. Methods in Enzymology. Raven Press, New York, 1972.
10. В. П. Демушкин, В. М. Зотов, Ю. А. Пляшкевич. Вестник АМН СССР, № 1, 1—96, 1982.
11. T. Spector. Anal. Biochem. 86, № 1, 1978.
12. J. A. Garcia-Sainz, J. N. Fain. TIPS 3, № 5, 1982.
13. K. P. Minneman, M. D. Dibner, B. B. Wolfe, P. B. Molinof. Science 204, 1979.



М. Д. ДЗИГУА

ИЗУЧЕНИЕ АНАБОЛИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ БЕЛКОВОГО ГИДРОЛИЗАТА—ЭРИТРОАМИНА КАК СРЕДСТВА ПАРЕНТЕРАЛЬНОГО АЗОТИСТОГО ПИТАНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. И. Квеситадзе 25.6.1983)

Одним из важных тестов, который определяет анаболическую эффективность азотистых препаратов для парентерального питания, является определение азотистого баланса.

Баланс азота показывает степень ассимиляции азотистых веществ, а также минимальную дозу азота, необходимую для поддержания положительного азотистого баланса организма [1—3].

С целью оценки анаболической ценности нового белкового гидролизата—эритроамина, приготовленного нами из очищенного эритроцитарного белка и микробного фермента *Actinomyces fragidae*₁₁₀, были проведены балансовые опыты на животных. Эритроамин содержит полный набор незаменимых аминокислот и большинство заменимых аминокислот, глубина гидролиза достигает 80%, лишен токсических и пирогенных свойств [4].

Эксперименты проводили на беспородных белых крысах обоего пола с массой тела 180—270 г. В каждой серии опытов использовали по 10 крыс. Для определения азотистого баланса каждую из крыс помещали в отдельную обменную клетку для сбора суточной мочи. Все опыты были проведены на фоне белкового голодания. Безбелковый рацион на 1 день на 1 крысу содержал следующие компоненты: крахмал — 13,36 г, сахар — 2,77 г, дрожжи — 0,5 г, подсолнечное масло — 2,47 г, солевая смесь (по Осборну) — 0,8 г, поливитамины — 9,4 мг, фильтровальная бумага — 0,2 г [5].

После полноценного белкового питания животных переводили на безбелковый рацион в течение 5—7 дней, на 8-й день крысам вводили эритроамин из расчета 0,3 г условного белка на 100 г массы тела в течение 7 дней, параллельно определяли в суточной моче общий азот по методу Кьельдаля и аминный азот по методу Мютинга и Кайзера. Усвояемость препарата изучали путем ежедневного определения азотистого баланса (разница между введенным и выведенным азотом).

С целью объективной оценки анаболической эффективности различных белковых гидролизатов «необходимо в эксперименте применение моделей, имитирующих соответствующие звенья патогенеза патологических состояний, при которых в клинике назначается парентеральное питание» [6].

Поэтому в дальнейшем анаболическую ценность эритроамина проверяли на модели токсического гепатита, который создавали у белых крыс путем введения им подкожно гепатотоксического яда — четыреххлористого углерода, разведенного стерильным подсолнечным маслом

(1:1) в дозе 0,5 мл/100 г трижды в течение недели. Животных переводили на безбелковый рацион после второго введения яда. У контрольных крыс брали печень для гистоморфологического подтверждения наличия гепатита. После третьего введения четыреххлористого углерода крысам начинали вводить эритроамин в течение 7 дней в тех же дозах, что и в предыдущем опыте. Определяли также ежесуточный азотистый баланс до и после введения гидролизата.

Многочисленными исследованиями доказано, что анаболические стероиды принимают активное участие в белковом обмене (активный транспорт аминокислот, антикатаболический эффект, участие в процессах транскрипции и трансляции генетической информации на субклеточном уровне и др.). Инсулин обуславливает повышенную задержку азота и усиливает синтез белка в организме, а витамины, как известно, принимают активное участие во всех видах обменных процессов [7].

В следующем опыте, с целью усиления эффекта парентерального азотистого питания, крысам с моделью токсического гепатита вводили эритроамин в сочетании с ретаболилом (анаболический стероид), инсулином и комплексом витаминов.

Ретаболил вводили из расчета 0,05 мг/100 г веса, инсулин — 0,5 ЕД/100 г, витамин С — 2 мг/100 г, витамин В₁ — 0,1 мг/100 г, витамин В₆ — 0,1 мг/100 г, витамин В₁₂ — 0,4 мкг/100 г веса тела.

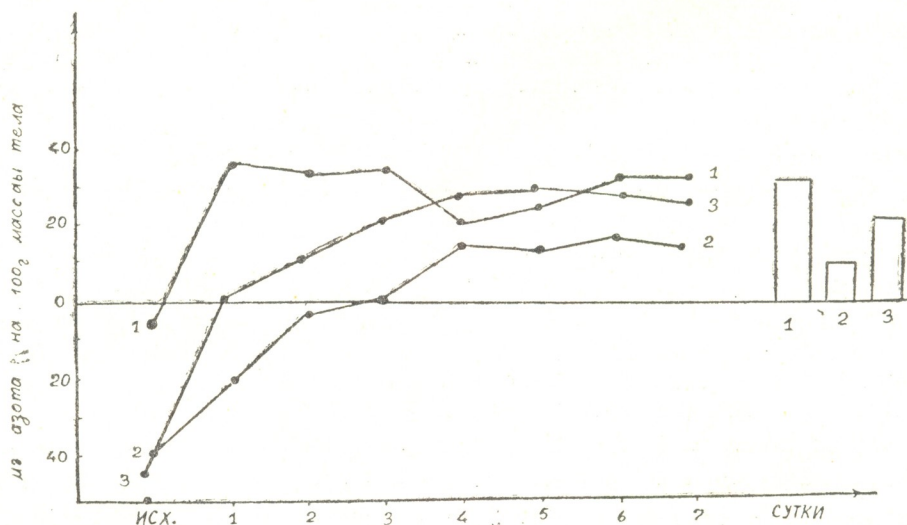


Рис. 1. Динамика азотистого баланса у белых крыс при применении ферментативного белкового гидролизата эритроамина на фоне белкового голодания: 1 — норма + эритроамин; 2 — токсический гепатит + эритроамин; 3 — токсический гепатит + эритроамин + физиологические регуляторы (столбики — среднесуточный азотистый баланс за 7 дней парентерального питания)

Каждый опыт содержал по 3 серии. Всего в эксперименте были использованы 102 крысы.

Экспериментами установлено, что новый белковый гидролизат — эритроамин при белковом голодании у здоровых крыс стойко выравнивает нарушенный азотистый баланс с 1-го дня введения (рис. 1).

При токсическом гепатите в течение первых 3 дней введения эритроамина азотистый баланс оставался отрицательным, что, по-видимо-

მუ, вызвано глубокими морфо-функциональными нарушениями в печеночной ткани. Однако после четвертого введения гидролизата азотистый баланс стал положительным (рис. 1).

Опыты с применением стимуляторов парентерального питания показали, что при токсическом гепатите на фоне белкового голодания эритроамин стойко выравнивает глубоко нарушенный азотистый баланс с 1-го дня введения (рис. 1), что указывает на необходимость использования в медицинской практике отмеченных стимуляторов с целью усиления эффективности коррекции нарушенного метаболизма при различных патологических состояниях.

Таким образом, показано, что введение нового ферментативного белкового гидролизата — эритроаминна в условиях экспериментального белкового голодания и токсического гепатита оказывает заметное анаболическое действие. Эти данные являются обоснованием того, что новый азотистый препарат — эритроамин в дальнейшем может быть применен в клинике как эффективный аминокислотный раствор, предназначенный для парентерального питания.

НИИ гематологии и переливания крови
им. Г. М. Мухадзе
МЗ ГССР

(Поступило 25.6.1983)

ბიოქიმია

3. ძიგვა

პარენტერალური აზოტური კვებისათვის განაუთვნილი ცილოვანი
ჰიდროლიზატის — ერითროამინის ანაბოლიური ეფექტურობის
შესწავლა

რ ე ზ ი მ ე

ექსპერიმენტში თეთრ ვირთაგვებზე დადგენილია ახალი ფერმენტული
ჰიდროლიზატის — ერითროამინის მაღალი ანაბოლიური ეფექტურობა.

BIOCHEMISTRY

M. D. DZIGUA

STUDY OF THE ANABOLIC EFFECTIVENESS OF ERYTHROAMINE
— A PROTEIN HYDROLYSATE — AS A PARENTERAL NITROGEN
NUTRITION AGENT

S u m m a r y

Experiments with white rats have demonstrated the high anabolic effectiveness of the title preparation in parenteral nutrition.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Н. Mitchel. Comparative Nutrition of Man and Domestic Animals. Acad. Press, N. Y., 1962.
2. Ю. Н. Кремер. Биохимия белкового питания. Рига, 1965.
3. З. А. Чаплыгина. Сб. «Современные проблемы гематологии и переливания крови». М., 1959, 34, 75—80.
4. В. Д. Кикнадзе, С. В. Дурмишидзе, М. Д. Дзигуа, Т. В. Ткешелашвили, Д. А. Долидзе, Р. И. Николайшвили, Н. Г. Алексидзе. Авт. свид. № 860765 от 5/VII—81 г.
5. Р. М. Гланц, Р. А. Криворучко. Пробл. гематол., № 7, 1973, 59—63.
6. Р. М. Гланц, Е. В. Сковронская, Г. П. Вовк. Пробл. гематол., № 3, 1981, 20—23.
7. Р. М. Гланц, Ф. Ф. Усиков. Парентеральное питание больных. М., 1979.

МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

Н. Н. ЯШВИЛИ, И. А. БЕРАДЗЕ

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ И ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ
НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ГОРНО-ЛУГОВЫХ
ПОЧВАХ ЗАПАДНОГО КАВКАСИОНИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. Н. Нуцубидзе 22.7.1982)

Освоение земель под сельскохозяйственные культуры в Сванетии имеет большое значение. Основным направлением хозяйства здесь является животноводство. Для получения максимального эффекта от животноводства необходимо создание прочной кормовой базы. В осуществлении этой проблемы важная роль принадлежит рациональному применению удобрений.

Многие исследователи [1—4] указывают, что эффективность удобрений зависит не только от физиологических свойств растения, времени внесения удобрений, их норм и сочетаний, но и от особенностей почвенной среды, как биогенной системы, от характера развития в почве микробиологических процессов.

Одним из важных показателей активности микробиологических процессов в почве является продуктивность почвенных микроорганизмов. Весьма существенное значение имеет и учет численности микроорганизмов в почве в связи с применением удобрений.

Вопрос влияния минеральных и органических удобрений на микробиологические процессы высокогорной зоны вызывает большой интерес среди исследователей, однако до настоящего времени он не изучен.

Исследования по влиянию минеральных и органических удобрений на численность микроорганизмов в почве проводились в 1978—1980 гг. на территории Ушгульского животноводческого совхоза Местийского района на юго-восточном склоне горы Халде (высота 2650 м н. у. моря, уклон 15—20°). Почва опытного участка горно-луговая, дерновая, оглеенная, внизу суглинистая, развивающаяся на мощном суглинистом мелкощелбнистом делювии, подстилаемом с глубины 125 см элюво-делювием коренных пород. Площадь опытной делювки 10 м², повторяемость 4-кратная. Из минеральных удобрений были использованы аммиачная селитра, суперфосфат и хлористый калий, в виде органического удобрения — перепревший навоз крупного рогатого скота.

Исследования проводились на полевом опыте по следующей схеме: 1) контроль б/у; 2) P₆₀K₆₀—фон; 3) P₆₀K₆₀+N₉₀; 4) P₆₀K₆₀+N₆₀; 5) P₆₀K₆₀+N₉₀; 6) P₆₀K₆₀+N₃₀ осенью; 7) P₆₀K₆₀+N₁₂₀; 8) P₆₀K₆₀+N₁₅₀; 9) навоз 20 т/га осенью; 10) навоз 30 т/га осенью; 11) P₆₀K₆₀+N₆₀+132 кг/га+Mo 1 кг/га. Содержание гумуса в 0—33 см слое почвы 6,3—3,4%, глубже 33 см содержание его резко снижается и доходит до 1,3%. Реакция почвы кислая. По гранулометрическому составу почва среднесуглинистая.

Изучение почвенной микрофлоры проводилось по методике, принятой ВАСХНИЛ и Институтом микробиологии АН СССР. Для характеристики биологических процессов, происходящих в почве, определялись некоторые физиологические группы микроорганизмов: сапрофиты,

актиномицеты, споровые, азотобактер и др. Определялась активность почвенных ферментов по А. Ш. Галстяну [5].

Результаты микробиологических исследований приведены в табл. 1, 2, 3. Полученные данные указывают на увеличение общего количества микроорганизмов при применении минеральных и органических удобрений.

Таблица 1

Влияние минеральных и органических удобрений на биологическую активность почвы (1978 г.)

№ п/п	Варианты опыта	МПА	КАА	Актиномицеты	Споровые	Грибы	Clost. past.	Азотобактер, %	Инвертаза, мг глюкозы на 1 г почвы	Каталаза, см ³ O ₂ за 1 мин на 1 г почвы	Дегидрогеназа, мг ТФФ на 10 г почвы
1	Контроль б/ц	2004	545	325	153	5,8	400	88	50	4,0	0,5
2	P ₆₀ K ₆₀ (фон)	2709	792	508	277	5,9	373	90	51	4,9	0,5
3	P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	3920	963	689	302	5,9	633	93	55	5,0	1,0
4	P ₆₀ K ₆₀ +N ₆₀	5340	1074	808	318	6,0	400	95	53	5,5	1,2
5	P ₆₀ K ₆₀ +N ₉₀	5915	1137	861	370	5,9	725	90	55	6,1	1,0
6	P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀ (осенью)	4298	1079	989	339	7,6	775	90	55	6,1	1,0
7	P ₆₀ K ₆₀ +N ₁₂₀	4074	1188	982	383	6,1	725	92	53	5,9	0,7
8	P ₆₀ K ₆₀ +N ₁₅₀	4865	1242	985	380	6,2	865	95	55	6,1	1,2
9	Навоз 20 т/га осенью	5348	827	625	317	6,2	750	98	55	6,1	1,4
10	Навоз 30 т/га осенью	6105	1080	816	293	5,9	725	100	58	5,9	1,3
11	P ₆₀ K ₆₀ +N ₆₀ +B2 кг/га+ Мо 1 кг/га осенью	6096	1162	909	331	5,9	692	100	54	6,0	1,4

По данным табл. 1 видно, что при внесении удобрений увеличивается общая численность микроорганизмов на МПА, на КАА, актиномицетов, споровых, аэробных и анаэробных микроорганизмов. Гораздо больший эффект получен при внесении удобрений в последующие годы (табл. 2, 3).

Таблица 2

Влияние минеральных и органических удобрений на биологическую активность почвы (1979 г.)

№ п/п	Варианты опыта	МПА	КАА	Актиномицеты	Споровые	Грибы	Clost. past.	Азотобактер, %	Инвертаза, мг глюкозы на 1 г почвы	Каталаза, см ³ O ₂ за 1 мин на 1 г почвы	Дегидрогеназа, мг ТФФ на 10 г почвы
1	Контроль б/у	2022	645	435	319	5,9	1222	90	51	4,5	0,9
2	P ₆₀ K ₆₀ (фон)	3542	915	588	329	6,5	1250	90	53	5,0	1,0
3	P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	4462	1328	1091	365	6,4	1325	92	55	5,2	1,1
4	P ₆₀ K ₆₀ +N ₆₀	5477	1632	1418	408	6,5	1294	91	54	6,0	1,1
5	P ₆₀ K ₆₀ +N ₉₀	5340	2019	1584	484	8,3	1309	92	54	6,5	1,4
6	P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀ (осенью)	6491	1053	950	950	9,0	1309	94	57	6,5	1,3
7	P ₆₀ K ₆₀ +N ₁₂₀	6105	1732	1427	408	8,6	1375	94	55	6,7	1,4
8	P ₆₀ K ₆₀ +N ₁₅₀	6351	1773	1367	380	9,0	1264	98	59	6,9	1,4
9	Навоз 20 т/га осенью	5590	1245	951	317	11,2	1325	100	55	6,5	1,8
10	Навоз 30 т/га осенью	6135	1224	1078	356	9,0	1358	100	56		1,5
11	P ₆₀ K ₆₀ +N ₆₀ +B2 кг/га+ Мо 1 кг/га осенью	6028	1586	1234	331	9,2	1375	100	56	6,0	1,4

Результаты данных последнего года исследования (табл. 3) указывают на резкое увеличение количества сапрофитов — на неудобренном варианте их количество равно 2579 тыс. на 1 г а. с. п., тогда как на варианте при внесении удобрений P₆₀K₆₀+N₁₂₀ оно составляет



9640 тыс., а при внесении $P_{60}K_{60} + N_{150}$ — 9930 тыс. на 1 г а. с. п. Эта закономерность распространяется на все физиологические группы микроорганизмов. Результаты 3-летних данных дают возможность выделить наилучшие варианты — $P_{60}K_{60} + N_{120}$ и $P_{60}K_{60} + N_{150}$. Что касается ферментативной активности (табл. 1, 2, 3), в этих почвах обнаруживается высокая активность гидролитических ферментов, в частности инвертазы. На неудобренном варианте активность инвертазы составляет 53 мг глюкозы на 1 г почвы, на варианте $P_{60}K_{60} + N_{120}$ — 61 мг глюкозы на 1 г почвы. Высокие показатели активности фермента инвертазы обусловлены большим развитием микрофлоры и более высоким содержанием органического вещества. В контрольном варианте содержание гумуса равно 5,3%, а в удобренных вариантах оно достигает 8,3—8,7%.

Таблица 3

Влияние минеральных и органических удобрений на биологическую активность почвы (1980 г.)

№ п/п	Варианты опыта	МПА	КАА	Актино- мицеты	Споро- вые	Грибы	Clost. past.	Азотобактер, %	Инвертаза, мг глюкозы на 1 г почвы	Катализа, cm^2O_2 за 1 мин на 1 г почвы	Дегидрогеназа, мг ТФФ на 10 г почвы
		тыс./г а. с. п.									
1	Контроль б/у	2579	762	541	409	6,2	1746	90	53	5,2	1,1
2	$P_{60}K_{60}$ (фон)	5558	4429	2586	910	7,6	1774	90	55	5,7	1,2
3	$P_{60}K_{60} + N_{30}$	6767	6518	3750	1160	8,0	1803	93	57	5,5	1,4
4	$P_{60}K_{60} + N_{60}$	8718	7633	4677	1538	8,1	1864	92	56	6,8	1,9
5	$P_{60}K_{60} + N_{90}$	9376	8196	5383	1728	8,0	1864	95	55	6,5	2,0
6	$P_{60}K_{60} + N_{30}$ (осенью)	8273	6773	4113	1893	8,3	1833	97	58	8,2	2,1
7	$P_{60}K_{60} + N_{120}$	9640	8746	5306	2086	9,8	1833	98	61	7,5	2,1
8	$P_{60}K_{60} + N_{150}$	9930	9066	5276	2076	8,1	1896	98	58	7,1	2,3
9	Навоз 20 т/га осенью	8993	6464	4277	1870	16,6	1833	99	60	6,7	2,2
10	Навоз 30 т/га осенью	9681	7803	4677	2149	11,2	1864	100	60	6,7	2,1
11	$P_{60}K_{60} + N_{60} + B_2$ кг/га + Мо 1 кг/га осенью	9442	7147	4440	1744	10,7	1803	100	55	7,2	2,1

Активность окислительно-восстановительного фермента в исследуемой почве слабая.

Сравнение данных результатов по годам показывает, что через 3 года после внесения удобрений резко повышается биологическая активность почвы.

Минеральные и органические удобрения обогащают почву питательными элементами. Данные химического анализа показывают, что количество общего азота в контрольном варианте составляет 0,24%, а в наилучшем варианте ($P_{60}K_{60} + N_{150}$) — 0,32%; гидролизующий азот в контроле равен 16,0 мг/100 г почвы, а в удобренном варианте — 28,5 мг/100 г почвы. Содержание усвояемого фосфора соответственно равно 14,5 и 31,6 мг/100 г почвы, а обменного калия — 7,9 и 9,8 мг/100 г почвы.

Внесение в почву удобрений улучшает питание растений, изменяет условия существования почвенных микроорганизмов. Биологическая активность почв под влиянием удобрения значительно возрастает. Эффективность минеральных и органических удобрений нельзя определять в отрыве от биологических процессов, проходящих в почве, так как деятельность почвенных микроорганизмов, их активизация способствуют увеличению коэффициента использования азота и других элементов.

Проведенными исследованиями установлено положительное действие внесенных минеральных удобрений на рост урожая сена. При

внесении N_{120} на фоне РК вес сухого сена равен 33,9 ц/га и по сравнению с фоном прибавка составляет 17,7 ц/га, или 109,2%.

Таким образом, полученные данные показали, что под влиянием внесения минеральных и органических удобрений улучшается биологическое состояние почвы.

Под влиянием внесения в почву удобрений в ней увеличивается активность гидролитических ферментов. Наибольшая активность отмечена на варианте $P_{60}K_{60}N_{120}$, где прибавка урожая сена более 100%.

Выявлена зависимость между численностью микроорганизмов в почве и удобрениями.

Грузинский НИИ почвоведения,
 агрохимии и мелиорации
 им. М. Н. Сабашвили

(Поступило 28.10.1982)

მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

ბ. იაშვილი, ი. ბერადე

მინერალური და ორგანული სასუქების გავლენა დასავლეთ
 კავკასიონის მთა-მდელოს ნიადაგების ბიოლოგიურ პროცესებზე

რეზიუმე

მინერალური და ორგანული სასუქების გამოყენება ხელს უწყობს ნიადაგში მიმდინარე ბიოლოგიურ პროცესებს. კერძოდ, იზრდება სხვადასხვა ფიზიოლოგიური ჯგუფის საერთო რაოდენობა და ფერმენტაციული აქტივობა. ყველაზე საუკეთესო ვარიანტად ითვლება $P_{60}K_{60} + N_{120}$ სადაც თივის მოსავლის ნამატი ფონთან შედარებით 109,2% შეადგენს.

MICROBIOLOGY AND VIROLOGY

N. N. IASHVILI, I. A. BERADZE

THE EFFECT OF MINERAL AND ORGANIC FERTILIZERS ON THE
 MICROBIOLOGICAL REGIME OF THE WEST CAUCASIAN
 MOUNTAIN-MEADOW SOIL

Summary

The use of mineral and organic fertilizers promotes biological processes occurring in the soil. Namely, it increases the total number of different physiological groups and enzyme activity. The experimental data show $P_{60}K_{60} + N_{120}$ to be the best fertilizer, the augmentation in hay harvest being 109.2%—as compared with the background.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. Н. Мишустин. Микроорганизмы и продуктивность земледелия. М., 1972.
2. Н. А. Красильников. Определитель бактерий и актиномицетов. М., 1949.
3. С. В. Егорова, В. П. Стефурак. Закономерности развития почвенных микроорганизмов. Л., 1975.
4. Л. А. Карягина, Е. Н. Воробьева. Почвоведение, 11, 1980.
5. А. Ш. Галстян. Ферментативная активность почв Армении. Ереван, 1974.



Ш. Г. СИЧИНАВА, Г. Ю. ШЕНГЕЛИЯ

ЧИСЛО ПОКОЛЕНИЙ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ
КОМАРОВ *ANOPHELES M. SUBALPINUS* HACKETT AND LEWIS,
1935 В КОЛХИДСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

(Представлено академиком Л. А. Канчавели 4.6.1982)

В низменной части Закавказья в сезоне насчитывается около 6—7 поколений *An. maculipennis* [1]. Однако в Грузии о количестве генерации и продолжительности жизни комаров *An. m. subalpinus* данных нет. Поэтому мы поставили перед собой задачу изучить эти вопросы в указанной низменности Западной Грузии.

Наблюдения о развитии I поколения *An. m. subalpinus* от кровососания перезимовавших самок до вылета генерации проводили в природе в с. Теклати Цхакаевского района в 1978 г., а затем были собраны самки I генерации этих комаров с кровью для получения в лаборатории II поколения. В течение сезона в лаборатории на 3-й день с момента начала массового вылета каждой генерации производили сбор подопытных комаров на II стадии пищеварения в том же населенном пункте для продолжения последующих опытов. Опыты проводили на открытой веранде, где температура и относительная влажность почти равнялись таковым наружного воздуха. Вылупившихся из яиц личинок этих комаров содержали в эмалированной посуде с водой из естественных биотопов и подкармливали сушеной дафнией и дрожжами. Для установления продолжительности жизни самок комплекса *An. maculipennis* по 50 экземпляров их помещали в садки и подкармливали сахарным сиропом и кровью. Самцов этих комаров, помещенных в другие садки, подкармливали сахарным сиропом.

Результаты подсчета числа поколений *An. m. subalpinus* за сезон 1978 г. представлены в таблице. Сезон данного года характеризовался обычной продолжительностью, но сравнительно пониженной температурой, и срок развития каждой генерации (кроме июльской и августовской) указанных комаров был более растянутым. Однако весной в связи с минимальной температурой воды и воздуха развитие I генерации *An. m. subalpinus* в природе от переваривания крови до вылета имаго было очень растянутым. В лаборатории срок развития последующих генераций параллельно с повышением температуры воды и воздуха постепенно сократился и июльская (IV) и августовская (V) генерации этих комаров развились в течение 21 и 23 дней соответственно. Осенью в соответствии с понижением температуры срок развития последней (VII) генерации рассматриваемых комаров значительно повысился и большинство вылетевших самок находились на



III степени ожирения. Единичные диапаузирующие особи у этих комаров появились еще с V поколения. Полная порция крови, принятая самками *An. m. subalpinus*, была достаточной для завершения гонографического цикла.

При среднесуточной температуре воздуха 21,0—23,3° и относительной влажности 75—85% (июль-сентябрь) из 50 самок *An. m. subalpinus* до 20 дней дожила 41, до 30 дней — 32, до 40 дней — 9, до 43 дней — 1. В соответствии с указанными сроками число живых особей *An. maculipennis* составило 38, 34, 8 и 1. Продолжительность жизни самцов этих комаров не превышала 14 суток, и интенсивная гибель наблюдалась с 8-х до 10-х суток.

Число генерации комаров *An. subalpinus* в 1978 г. и температуры воздуха и воды, им сопутствующие

Дата	Среднесуточная температура воды в градусах	Среднесуточная температура воздуха в градусах	Сроки явления в сутках				Вылет генерации	Число суток от кровососания до вылета генерации
			переваривания крови и откладки яиц	развития яиц	развития личинок I—IV стадии	развития куколок		
5/III — 28/IV	14,2	12,9	11	7	29	8	I	55
2/V — 8/VI	16,8	17,1	7	5	20	6	II	38
11/VI — 6/VII	21,0	21,5	4	4	14	4	III	26
9/VII — 29/VIII	23,3	23,8	3	3	12	3	IV	21
1/VIII — 23/VIII	21,6	21,8	4	3	12	4	V	23
26/VIII — 21/IX	20,0	21,2	5	4	14	4	VI	27
24/IX — 30/X	16,7	17,0	7	5	20	5	VII	37

Таким образом, в Колхидской низменности комары *An. m. subalpinus* дают 7 поколений. В лаборатории большинство самок этих комаров при кормлении их сахарным сиропом и кровью доживают до 30 дней, а единичные — до 43 дней. Продолжительность жизни самцов при кормлении сахарным сиропом не превышает 14 дней и гибель значительного числа наблюдается с 8-го до 10-го дня.

Институт медицинской паразитологии
и тропической медицины
имени С. С. Вирсаладзе
МЗ ГССР

(Поступило 3.9.1982)

ანბნომოლოგია

ზ. სიჭინავა, ზ. შენგელია

ANOPHELES M. SUBALPINUS HACKETT AND LEWIS, 1935, კოლმს
თაობათა რიცხვი და სიცოცხლის ხანგრძლივობა კოლხეთის
დაბლობში

რეზიუმე

ცდების შედეგად დადასტურდა, რომ *An. m. subalpinus* სეზონში იძლევა 7 თაობას. ლაბორატორიულ პირობებში ამ კოლოების დედლების უმრავლესობა შეკრის ხსნართა და სისხლით კვებისას ცოცხლობენ 30 დღემდე,

ბოლო ერთეულები — 43 დღემდე. მამლების სიცოცხლის ხანგრძლივობა შაქრის ხსნარით კვებისას არ აღემატება 14 დღეს და მათი მნიშვნელოვანი ნაწილი იღუპება 8-დან 10 დღემდე.

ENTOMOLOGY

Sh. G. SICHINAVA, G. Yu. SHENGELIA

THE NUMBER OF GENERATIONS AND LENGTH OF LIFE OF
ANOPHELES M. SUBALPINUS HACKETT AND LEWIS, 1935
IN THE KOLKHETI LOWLAND

Summary

Experiments have shown that *An. m. subalpinus* gives 7 generations during a season. Under laboratory conditions the majority of females, when fed with sugar syrup and blood, live to 30 days, only a few, to 43 days. The length of life of the males, when fed with sugar syrup, does not exceed 14 days, and the death of a large number of them is observed between the 8th and 10th days.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Н. Беклемишев. Учебник медицинской энтомологии, ч. 1. М., 1949.



Р. В. КАПАНАДЗЕ, Л. А. ХОПЕРИЯ, Л. С. ГЕГЕНАВА,
А. И. ГУГЕШАШВИЛИ, Л. А. ХАБАЗИ

ИЗУЧЕНИЕ НЕЙРОГИСТОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НЕЙРОНОВ И ИХ ОТРОСТКОВ В СИНУСОВОМ УЗЛЕ И СОСТОЯНИЕ СТРУКТУРЫ ПИТАЮЩЕЙ АРТЕРИИ ПРИ ВНЕЗАПНОЙ СЕРДЕЧНОЙ СМЕРТИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Деканосидзе 15.6.1983)

Выявление материальных основ аритмий сердца и внезапной сердечной смерти (ВСС) является одной из актуальных задач профилактической кардиологии.

В литературе имеются данные относительно поражения синусового узла при разных заболеваниях, в частности при инфаркте миокарда и нарушении ритма сердца [1—8].

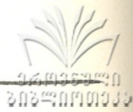
Изучение вопроса о функциональной слабости синоатриального узла (ССАУ) на сегодняшний день представляет особый интерес в связи с ее значительной частотой и особенно увеличением числа случаев ВСС.

Исходя из сказанного основной задачей данной работы является изучение структурной перестройки анатомических образований САУ, поскольку она лежит в основе дисфункции синусового узла, обуславливающей нарушение ритмичной работы сердца и наступление ВСС. В соответствующей литературе аналогичных исследований на секционном материале в условиях ВСС не имеется.

Макро- и микроскопические исследования проведены на секционном материале 54 группов мужчин, умерших внезапно, на фоне сильного стенокардического приступа. Материал брался из синоатриального узла, т. е. из области, находящейся между ушком правого предсердия и верхней полой веной вместе с питающей артерией, а также из разных участков желудочков.

После обработки взятого материала срезы окрашивались гематоксилином и эозином, пикрофуксином по методам ван Гизона, Селье, суданом III, по методам Ниссля и Бильшовского—Грос—Лаврентьева, а также орсеином.

Гистологическое исследование секционного материала показало, что у внезапно умерших людей как в коронарных сосудах, так и в самом миокарде имели место более или менее выраженные структурные изменения. В возрасте от 45, особенно от 50, до 65 лет в стенке как главных, так и более мелких коронарных артерий отмечались более выраженное разрастание волокнистой соединительной ткани, деформация эластических волокон, очаговая атрофия гладкомышечных волокон и отложение суданофильных липидов под интимой и в глубоких слоях меди. Сравнительно редко в стенке артерии выявлялись плазморрагия и фибриноидный некроз. В возрастной группе от 35 до 50 лет вышеуказанные изменения в стенке коронарных сосудов были выражены мало. Довольно редко в стенке питающей артерии синусового узла наблюдалось очаговое отложение суданофильных липидов, в основном под эндотелиальными клетками и между ними. Эластические волокна местами были огрубевшие, извилистой структуры и атро-



фированы. Указанные структурные изменения питающей артерии синусового узла превалировали в возрасте выше 50 лет. Фибриноидные изменения сосудистой стенки и окружающей периваскулярной соединительной ткани отмечались в тех 12 случаях, где в коронарах были обнаружены тождественные изменения.

По нашим данным, нет корреляции между структурными изменениями главных ветвей коронарных сосудов и изменениями артерий синусового узла.

В миокарде внезапно умерших имело место нарушение интракардиальной гемодинамики: гиперемия, стаз и диapedез форменных элементов крови. Довольно часто миоциты были в состоянии паренхиматозной, жировой и фуксинофильной дистрофии. Следует отметить, что дистрофические участки почти в половине изучаемых нами случаев образовывали обширные поля. Редко встречались фрагментация и мелкозернистый распад некоторых миоцитов (в 12 случаях), в основном в стенке левого желудочка.

Кроме указанного, в миокарде наблюдалось разрастание волокнистой соединительной ткани между миоцитами. В некоторых случаях оно было выражено значительно и занимало большую территорию левого желудочка. Из 54 изучаемых случаев мелкоочаговый кардиосклероз был выражен почти в половине (24) случаев (44,4%), постинфарктный кардиосклероз — в 8 случаях (14,9%), в 22 случаях (40,7%) кардиосклеротические изменения в миокарде отсутствовали.

На основе результатов наших исследований полагаем, что мелкозернистый распад миоцитов, развившийся на фоне стенозирующего атеросклероза, можно расценивать как острый очаговый инфаркт миокарда, а резко выраженные дистрофические изменения миоцитов в сочетании с нарушением интракардиальной гемодинамики — как предшествующий период острого инфаркта миокарда у внезапно умерших людей.

В области синусового узла обнаруживалось расширение мелких сосудов с явлениями гиперемии, диapedеза эритроцитов вокруг сосудов и между специфическими волокнами. Довольно часто имелся отек интерстиции, а именно, накопление отечной жидкости между специфическими мышечными волокнами, вследствие чего они были расщеплены друг от друга. В самом синусовом узле выявлялась слабо выраженная пролиферация коллагеновых и эластических волокон, разрастание нежноволокнистой соединительной ткани. Редко, особенно в тех случаях, когда в миокарде отмечались выраженные изменения со стороны миоцитов, в СА узле наблюдались деструкция клеточной структуры и уменьшение числа проводящих волокон. В области синусового узла в нейронах имели место явления хроматолиза, редко — размножение глиальных элементов, явления нейрофагии с появлением теней нервных клеток. Местами встречались деформированные нейроны более мелкого размера, находящиеся в процессе деформации и пигментации.

В молодой возрастной группе при ВСС в нейронах наблюдалось наличие хроматолиза разного характера — сегментарного, периферического, центрального и диффузного. Дендритические волокна нередко были утолщены, извилистой структуры, гиперимпрегнированы. Следует отметить, что хронические изменения тела нейронов обнаруживались в тех случаях, когда имелся стенозирующий коронароатеросклероз.

Сопоставление результатов собственного исследования с литературными данными дает право высказать мнение о том, что чем сильнее выражены коронароатеросклероз, склеротические изменения синусовой артерии и кардиосклероз, тем интенсивнее поражение нервных клеток и их отростков, находящихся в области синусового узла в случаях ИБС и хронической коронарной недостаточности. Далее, до наступления ВСС в анатомических образованиях синусового узла раз-

виваются определенные структурные и нейрогистологические изменения и в подавляющем большинстве случаев эти изменения предшествуют наступлению ВСС.

Если мы разделим мнение Т. Джеймса [9], то установленные нами структурные изменения в СА узле могут быть объяснены нарушением нормального морфогенеза его анатомических образований. Мы вполне разделяем мнение А. И. Струкова с соавт. [10] о том, что в патогенезе аритмий и вообще в прекращении сократительной функции сердца определенную роль играют структурные изменения проводящей системы сердца, которые морфологически выражаются в дисциркуляторных и очаговых деструктивных изменениях их специфических мышечных волокон.

Следует отметить, что собственные гистологические, нейрогистологические исследования секционного материала не дают возможности твердо заключить, являются ли установленные нами структурные изменения паренхимы и стромы СА узла хронического и острого характера ведущими в наступлении ВСС, развившейся на фоне стенокардии, или они свойственны данной области. Однако полагаем, что констатированные нами структурные изменения в СА узле в виде интраузловой дисциркуляции, диссоциации специфических волокон, разрастания соединительнотканых волокон разного вида, хроматолиза тел нейронов, гиперхроматоза, иногда с размножением глиальных элементов и явлениями нейронофагии действительно обуславливают дисфункцию данного узла и способствуют нарушению координационной работы специфических волокон с другими анатомическими образованиями проводящей системы сердца. Следовательно, структурно-функциональные изменения СА узла, разумеется наряду с другими способствующими факторами, играют определенную роль в наступлении ВСС.

НИИ клинической и
 экспериментальной кардиологии
 им. М. Д. Цинамзгвришвили
 МЗ ГССР

(Поступило 30.6.1983)

ციტოლოგია

რ. კაპანაძე, ლ. ხოფინია, ლ. ბაბინაძე, ა. ბუბუაშვილი, ლ. ხაბაჯი

სინუსის კვანძის ნეირონებისა და მათი მორჩევის
 ნეიროჰისტოლოგიური ცვლილებები და მისი მკვებავი არტერიის
 სტრუქტურული მდგომარეობა შეცარი კარდიული სიკვდილის დროს

რეზიუმე

სექციური მასალის (54 შემთხვევა) შესწავლის საფუძველზე შეცარი კარდიული სიკვდილის დროს სინუსური კვანძის ანატომიურ წარმონაქმნებში დადგენილია როგორც მწვავე, ისე ქრონიკული ხასიათის სტრუქტურული ცვლილებები. მწვავე ცვლილებები ვითარდება სტენოკარდიისა და საერთოდ შეცარი კარდიული სიკვდილის პროცესში, ხოლო ქრონიკული წინ უსწრებს ამ მოვლენას და თამაშობს მნიშვნელოვან როლს სინუსის კვანძის დისფუნქციის საქმეში. სინუსის კვანძის დისფუნქცია გულის მუშაობის ავარიულ სტადიაში კიდევ უფრო აღრმავებს გულის რითმული მუშაობის დარღვევის შესაძლებლობას და ქმნის ხელსაყრელ პირობას მისი ფუნქციის სრული შეწყვეტისათვის.

R. V. KAPANADZE, L. A. KHOPERIA, L. S. GEGENAVA, A. I. GUGESHASHVILI,
L. A. KHABAZI

STUDY OF NEUROHISTOLOGICAL CHANGES OF NEURONS AND THEIR
PROCESSES IN THE SINUS NODE AND THE STRUCTURAL STATE
OF THE SUPPLYING ARTERY AT SUDDEN CARDIAC DEATH

Summary

On the basis of a study of 54 cases of sudden death, the authors conclude that acute as well as chronic structural changes take place in the sinus node. Acute changes develop during anginal attacks and in the process of occurrence of death.

Chronic changes precede the fatal accident and play an important role in the formation of the dysfunction in the sinus node.

The dysfunction of the node in the emergency state contributes to the development of dysrhythmia and formation of favourable conditions for a complete arrest of its activity.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Д. Бакрадзе. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1964.
2. Е. Н. Миронович-Шевчук. Материалы 3-й научной сессии Волгоградского мед. ин-та. Волгоград, 1958, 90.
3. Е. Н. Миронович-Шевчук. Сб. науч. работ Волгоградского мед. ин-та, 12, 1959, 73.
4. N. Baldi *et al.* J. Ital. Cardiol., 7, 1977, 639.
5. R. Evans *et al.* Brit. Heart J., 7, 1977, 778.
6. Th. N. James. Anat. Rec., 3, 1962, 251.
7. Th. N. James. Progr. Cardiovascul. Dis., 5, 1968, 410.
8. M. Sugiuta *et al.* Jap. Heart J., 6, 1976, 731.
9. Т. Н. Джеймс. III Советско-Американский симпозиум по проблеме «Внезапная смерть». Каунас, 1982.
10. А. И. Струков, Л. В. Кактурский, Т. Н. Копьева, А. В. Свищев. Кардиология, 1, 1981, 34.

Д. Ш. ЧАНГЕЛИЯ

КЛИНИКО-ИММУНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БОЛЬНЫХ НЕЙРОЛЮПУСОМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. Р. Нанейшвили 29.9.1982)

Последние десятилетия характеризуются заметным развитием ряда важных разделов клинической неврологии. К таким разделам, несомненно, принадлежат нейроколлагенозы [1, 2].

Ознакомление с литературой последних лет показывает, что клиника и иммунопатология коллагеновых болезней нервной системы мало изучены. Исходя из этого мы поставили целью изучить особенности клинического течения и иммунопатологию одной из частых форм нейроколлагенозов — нейролюпусом.

Нами обследовано 26 больных системной красной волчанкой (из них 16 женщин и 10 мужчин).

Для определения количества Т-лимфоцитов применяли метод спонтанного розеткообразования [3]. О функциональной активности Т-лимфоцитов судили по синтезу ДНК в условиях стимуляции ФГА (фитогемагглютинином) [4]. У каждого больного культуры клеток изучали в разные сроки культивирования (3- и 5-суточные) в следующих условиях эксплантации: 1) с добавлением к культуре ФГА-М фирмы «Wellcome» из расчета 200 мкг на $1 \cdot 10^6$ клеток (I серия опытов); 2) с добавлением стрептококковой гиалуронидазы в дозе 6 мкг/мг (II серия); 3) без добавления антигена (III серия). За 3 часа до окончания культивирования добавляли ^3H тимидин и готовили препараты для автордиографии. Определение Т-клеток супрессоров проводили по методике Sakane и др.

Количество В-лимфоцитов определяли методом комплементарного розеткообразования [3]. Функциональную активность гуморального звена иммунитета оценивали по уровню иммуноглобулинов G, A, M [5]. Помимо содержания Т- и В-лимфоцитов, учитывали также содержание клеток, не образующих спонтанные и комплементарные розетки с эритроцитами барана и условно обозначенные как нулевые (0) клетки. При добавлении сыворотки больного системной красной волчанкой к нормальным лейкоцитозам методом иммунофлюоресценции обнаруживались антиядерные антитела почти у всех больных. По данным иммунофлюоресцентного анализа, ядра имели форму светящегося диска.

Клиническая картина поражения нервной системы при системной красной волчанке характеризовалась полисиндромностью. Распределение больных системной красной волчанкой по формам поражения нервной системы, полу и возрасту приведено в табл. 1.

Обычно неврологические осложнения у наблюдаемых нами больных выявлялись на 2-м и 3-м году заболевания. В семи случаях неврологические нарушения были ведущими во всей картине заболевания и только потом, через 2—3 года выявились ясные симптомы красной волчанки. Как показывают наши наблюдения, нервная система при красной волчанке поражается почти всегда не изолированно, а в картине общего заболевания.

Таблица 1

Клинические формы поражения нервной системы	Количество больных	Пол		Возраст	
		М	Ж	до 15 лет	16—35 лет
Центральная нервная система (энцефалиты, менинговаскулиты, миелиты)	9	3	16	6	13
Периферическая нервная система (полирадикулоневриты, мононевриты)	7	2	5	2	5
Диффузное поражение центральной и периферической нервной системы	10	5	5	2	8

Поражение центральной нервной системы при системной красной волчанке, по данным В. В. Михеева [1], в 51—76% случаев может быть основным симптомом заболевания.

Таблица 2

Показатели состояния Т- и В-системы иммунитета у больных нейрорлюпусом

Клинические формы поражения нервной системы	Т-система			В-система			Естественные киллерные клетки. Индекс цитотоксичности	
	Е-РОК	Реакция бласттрансформации лимфоцитов (по 3Н тминдну)	Индекс супрессии, %	ЕАК-РОК	Иммуноглобулины			
					G	M		A
Центральная нервная система (энцефалиты, менинговаскулиты, миелиты)	22,0 ± 0,5	16,0 ± 0,5	10—15	24,2 ± 2,5	2150 ± 160,0	210 ± 10,0	145 ± 18,2	10 ± 0,1
Периферическая нервная система (полирадикулоневриты, мононевриты)	41,0 ± 0,5	14,0 ± 1,5	20—30	21,0 ± 1,4	1950 ± 145,0	215 ± 9,4	142 ± 16,0	12 ± 0,1
Диффузное поражение центральной и периферической нервной системы	20,1 ± 1,2	12,2 ± 1,0	5—10	26,1 ± 2,1	2200 ± 165,0	215 ± 12,0	160 ± 17,2	7 ± 0,2
Контрольная группа (здоровые)	65,0 ± 3,5	62,0 ± 3,2	40—50	14,5 ± 1,0	1565 ± 145	110 ± 11,2	165 ± 16	16 ± 1,4

Как видно из таблицы, при системной красной волчанке независимо от формы поражения нервной системы резко понижены содержание Т-лимфоцитов и их функциональная активность, особенно Т-супрессоров.

Содержание В-лимфоцитов и нулевых клеток резко увеличено по сравнению с контрольной группой ($P < 0,001$). Необходимо отметить выраженную связь тяжести заболевания с изменениями показателей Т-системы и особенно Т-супрессоров и нулевых клеток.

Поскольку Т-система регулирует как клеточный, так и гуморальный иммунный ответ, то ее срыв при системной красной волчанке может быть одним из вероятных механизмов развития этого тяжелейшего заболевания.

Тбилисский институт
 усовершенствования врачей
 МЗ СССР

(Поступило 30.12.1982)

ქვეყნის მდივანი

ჯ. ჩანგელია

წითელი მგლურას ნევროლოგიური ფორმების კლინიკურ-
 იმუნოლოგიური დახასიათება

რეზიუმე

გამოკვლეულია კლინიკურად და იმუნოლოგიურად წითელი მგლურით დაავადებული 26 ავადმყოფი, რომელთაგან ცხრა ავადმყოფს აღენიშნებოდა ცენტრალური ნერვული სისტემის დაზიანება, შვიდს — პერიფერიული ნერვული სისტემისა, ხოლო 10 ავადმყოფს — ნერვული სისტემის დიფუზური ხასიათის დაზიანება. მიღებული მონაცემების საფუძველზე გამოტანილია დასკვნა, რომ წითელი მგლურას დროს ხშირად ზიანდება როგორც ცენტრალური, ისე პერიფერიული ნერვული სისტემა, რაც ვლინდება ენცეფალიტის მენინგო-ვასკულიტის, მიელიტის, პოლირადიკულონევრიტის და სხვ. სახით. იმუნოლოგიური გამოკვლევების შედეგად მიღებული მონაცემები ცხადყოფს Т-ლიმფოციტების როგორც რაოდენობის, ისე განსაკუთრებით მათი ფუნქციური აქტივობის მკვეთრ დაქვეითებას. აღსანიშნავია Т-სუპრესორების აქტივობის დაქვეითება ბუნებრივი კილერების აქტივობის მომატების ფონზე.

EXPERIMENTAL MEDICINE

D. Sh. CHANGELIA

CLINICO-IMMUNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF NEUROLUPUS PATIENTS

Summary

Twenty-six patients with systemic lupus erythematosus were investigated. The clinical picture of the lesions of the nervous system was polysyndrome. 9 patients had a lesion of the central nervous system (encephalitis, meningovascularitis and myelitis), 10 patients suffered from a diffuse lesion of the nervous system, and 7 patients had a lesion of the peripheral nervous system.

Independently of the form of the lesion of the nervous system, all the patients had a marked lowering of T-lymphocyte content and their functional activity, particularly that of T-suppressors. The content of B-lymphocytes and zero-cells increased compared to the group of controls. All the patients were found to have antinucleus autoantibodies.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Михеев. Коллагенозы в клинике нервных заболеваний. М., 1971.
2. А. И. Нестеров, Я. А. Сигидин. Клиника коллагеновых болезней. М., 1961.
3. M. Jondal *et al.* J. Exp. Med., 1972, v. 136, 207-215.
4. Yu. A. Malashkhia, M. T. Geladze. Neurology (USA), 1976, № 11, v. 26, p. 1081-1099.
5. G. Mancini *et al.* Immunochemistry, 1965, № 2, 235-254.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

М. С. КОКИЧАШВИЛИ, Е. А. КУТАТЕЛАДЗЕ

ВЛИЯНИЕ ОДНОКРАТНОЙ ИНТЕНСИВНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА АКТИВНОСТЬ КИСЛЫХ ГИДРОЛАЗ В СЕРДЕЧНОЙ МЫШЦЕ КРЫС, НЕ АДАПТИРОВАННЫХ И АДАПТИРОВАННЫХ К ФИЗИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. В. Асатиани 5.5.1983)

Систематическая физическая нагрузка существенно влияет на метаболический статус сердечной мышцы. Наблюдаемые при этом изменения направлены прежде всего на адаптацию обменных процессов к повышенным нагрузкам [1—3]. Роль лизосомных кислых гидролаз в адаптационной перестройке метаболизма миокарда при физических нагрузках почти не исследована, и имеются лишь единичные сообщения [4—7]. Однако несомненно, что именно лизосомный аппарат должен непосредственно участвовать в выведении из клеток «отработанных шлаков», переваривании клеточных органелл, утративших свою функцию, и обуславливать усиление процессов внутриклеточного обновления, тем самым обеспечивая гиперплазию, гиперфункцию и гипертрофию миокарда [5, 8, 9].

Опыты проводили на белых беспородных крысах 6—8-месячного возраста массой 180—200 г. Животные были разделены на две группы. Крыс первой группы предварительно адаптировали к физической нагрузке тренировкой в течение 4 недель плаванием ступенчато возрастающей интенсивности при температуре воды 33—35°C по методике Р. И. Ленковой и С. В. Усика [10]. Интенсивность плавания увеличивалась за счет возрастания массы груза от 6 до 20% от массы тела животного. Продолжительность плавания составляла 4 мин. Крыс второй группы не тренировали. Спустя 48 часов после завершения тренировочного цикла как адаптированных, так и неадаптированных крыс подвергали однократной интенсивной физической нагрузке плаванием в течение 4 мин с грузом, составляющим 20% от массы тела животного. Сразу же, спустя 1 и 24 часа после однократной нагрузки крыс декапитировали. Извлеченное сердце гомогенизировали в растворе, содержащем 0,15 М КСl, 0,05 М КНСО₃ и 0,006 М ЭДТА (рН 7,4).

Для определения общей и свободной активности исследуемых кислых гидролаз полученные гомогенаты обрабатывали по методу, разработанному А. А. Покровским и соавт. [11]. В гомогенатах и надосадочной фракции определяли активность: кислой фосфатазы (КФ 3.1.3.2) по методу Жанетто и де Дюва [12], кислых протеиназ (КФ 3.4.23.—) по методу Ансона в модификации Икезава и др. [13], кислой β-галактозидазы (КФ 3.2.1.23) и кислой β-глюкозидазы (КФ 3.2.1.21) по методу Патела и Таппела [14]. Белок определяли по методу Лоури и др. [15]. Полученные цифровые данные обрабатывали методом вариационной статистики с использованием для определения статистической достоверности критерия Стьюдента.

Результаты наших исследований представлены в таблице. Из таблицы видно, что в состоянии покоя у животных, адаптированных к



интенсивным физическим нагрузкам, общая активность кислых гидролаз достоверно выше, чем у контрольных (нетренированных) крыс. Такая активация лизосомного аппарата в сердечной мышце животных, адаптированных к нагрузкам, вероятно, направлена прежде всего на сохранение гомеостаза сердечных миоцитов при усилении функциональной активности миокарда. Аналогичные изменения активности кислых гидролаз, но в скелетных мышцах, отмечали и другие авторы [16, 17].

Активность кислых гидролаз в сердечной мышце крыс после однократной интенсивной физической нагрузки (вмоль субстрата в минуту на мг белка)

Фермент	Вид активности	Стат. показатель	Неадаптированные крысы				Адаптированные крысы			
			Покой	Плавание с грузом		Покой	Плавание с грузом			
				Сразу	Отдых		Сразу	Отдых		
					1 час			24 часа	1 час	24 часа
Кислая фосфатаза	ОА	М ±m	5,71 0,27	5,44 0,30	4,87× 0,24	5,60 0,17	6,78* 0,20	7,39× 0,18	8,31× 0,47	6,63 0,17
	СА	М ±m	1,92 0,09	2,55× 0,23	2,81× 0,23	1,87 0,14	1,97 0,14	2,46× 0,17	2,88× 0,23	2,15 0,16
Кислые протеиназы	ОА	М ±m	3,34 0,17	2,93 0,18	2,19× 0,16	3,20 0,17	6,03* 0,33	6,75 0,19	7,32× 0,24	5,93 0,21
	СА	М ±m	1,50 0,11	1,42 0,11	1,27 0,09	1,39 0,11	1,74 0,10	2,09× 0,12	2,32× 0,09	1,91 0,08
β-галактозидаза	ОА	М ±m	0,258 0,010	0,205× 0,015	0,206× 0,012	0,267 0,016	0,335* 0,021	0,396× 0,014	0,429× 0,019	0,314 0,012
	СА	М ±m	0,090 0,006	0,116× 0,009	0,132× 0,009	0,125× 0,010	0,102 0,007	0,134× 0,013	0,150× 0,012	0,096 0,011
β-глюкозидаза	ОА	М ±m	0,148 0,007	0,117× 0,010	0,111× 0,011	0,140 0,009	0,207* 0,008	0,219 0,009	0,260× 0,007	0,198 0,008
	СА	М ±m	0,037 0,004	0,059× 0,006	0,060× 0,007	0,047 0,004	0,047 0,005	0,055 0,006	0,068× 0,008	0,046 0,004

Примечания: в таблице представлены средние величины из 10—12 опытов; ОА — общая активность ферментов; СА — свободная активность ферментов; статистически достоверные различия ($P \leq 0,05$) между величинами в состоянии покоя и после физической нагрузки обозначены знаком ×, а — между величинами у неадаптированных и адаптированных животных в состоянии покоя — знаком *.

Однократная интенсивная физическая нагрузка плаванием с грузом, составляющим 20% от массы тела животного, вызывает разнонаправленные изменения общей активности кислых гидролаз у адаптированных и неадаптированных крыс. Спустя 1 час после нагрузки общая активность всех исследованных ферментов у адаптированных животных достоверно выше, а у неадаптированных — ниже, чем в состоянии покоя.

В отличие от общей активности, свободная активность кислых гидролаз как у адаптированных, так и у неадаптированных крыс спустя 1 час после нагрузки достоверно выше, чем в состоянии покоя. Исключение составляет лишь свободная активность кислых протеиназ у неадаптированных крыс, которая имеет тенденцию к уменьшению.

Полученные сдвиги активности ферментов, а именно уменьшение общей и одновременно увеличение свободной активности кислых гидролаз в сердечной мышце неадаптированных крыс после интенсивной физической нагрузки, вероятно всего, можно объяснить нарушением проницаемости лизосомных мембран. Вычисляя процент свободной активности ферментов от общей, который считается одним из показателей состояния проницаемости лизосомных мембран, можно убедиться, что у нетренированных крыс этот показатель увеличивается и достигает максимальных значений спустя 1 час после нагрузки. Такое увеличение процента свободной активности ферментов от общей указывает на лабильзацию лизосомных мембран, причиной которой может быть гипоксия миокарда [18, 19], наблюдаемая при интенсивных нагрузках.

У адаптированных крыс после интенсивной физической нагрузки повышается как общая, так и свободная активность исследованных кислых гидролаз. Поэтому процент свободной активности ферментов от общей у животных этой группы увеличивается незначительно.

Таким образом, в результате адаптации к интенсивным физическим нагрузкам предварительной тренировкой достигается определенная стабилизация лизосомных мембран в сердечной мышце крыс. Поэтому повреждающее действие гипоксии на мембраны лизосом, наблюдаемое при интенсивных физических нагрузках у адаптированных животных, выражено в меньшей степени, чем у неадаптированных.

Тбилисский государственный
 медицинский институт

(Поступило 12.5.1983)

მეცნიერებათა აკადემია

ა. კოკიჩაშვილი, ე. კუთათელაძე

ფიზიკური დატვირთვებისადმი არადაპტირებული და ადაპტირებული ვირთავების გულის კუნთში მუცე ჰიდროლაზების აქტივობის შესწავლის მიზნით დადგინდა, რომ ინტენსიური ფიზიკური დატვირთვისადმი წინასწარი ტრენინგით ადაპტირებულ ვირთავების გულის კუნთში ლიზოსომების მემბრანები განიცდის გარკვეულ სტაბილიზაციას. ამიტომ ლიზოსომების მემბრანებზე ინტენსიური ფიზიკური დატვირთვის დროს განვითარებული ჰიპოქსიის დამაზიანებელი ზემოქმედება ადაპტირებულ ცხოველებში ნაკლებადაა გამოხატული, ვიდრე არადაპტირებულებში.

რეზიუმე

ერთჯერადი ინტენსიური ფიზიკური დატვირთვის შემდეგ ვირთავების გულის კუნთში მუცე ჰიდროლაზების თავისუფალი და საერთო აქტივობის შესწავლით დადგინდა, რომ ინტენსიური ფიზიკური დატვირთვებისადმი წინასწარი ტრენინგით ადაპტირებულ ვირთავების გულის კუნთში ლიზოსომების მემბრანები განიცდის გარკვეულ სტაბილიზაციას. ამიტომ ლიზოსომების მემბრანებზე ინტენსიური ფიზიკური დატვირთვის დროს განვითარებული ჰიპოქსიის დამაზიანებელი ზემოქმედება ადაპტირებულ ცხოველებში ნაკლებადაა გამოხატული, ვიდრე არადაპტირებულებში.

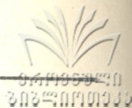
EXPERIMENTAL MEDICINE

M. S. KOKICHASHVILI, E. A. KUTATELADZE

EFFECT OF INTENSIVE PHYSICAL EXERCISE ON ACID
 HYDROLASE ACTIVITY IN THE HEART MUSCLE OF RATS
 ADAPTED AND NON-ADAPTED TO PHYSICAL LOADS

Summary

A study of total and free acid hydrolase activity in rat heart muscle after intensive physical exercise has demonstrated that certain stabilization of lysosomal membranes takes place in rat heart muscle adapted to physical



loads of preliminary training. Hypoxia, developed after intensive physical exercise, has been found to reveal a less pronounced damage effect on the lysosomal membranes in adapted animals than in non-adapted ones.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ф. З. Меерсон. Адаптация сердца к большой нагрузке и сердечная недостаточность. М., 1975.
2. J. O. Hollözy. *Prog. Cardiovasc. Dis.*, 18, № 6, 1976, 445-458.
3. J. Poortmans. *Bull. Europ. Physiopath. Resp.*, 15, № 2, 1979, 187-201.
4. A. Salminen, V. Vihko. *Pflugers Arch.*, 389, № 1, 1980, 17-20.
5. Т. К. Климентьева. Сб. «Современные аспекты физиологии, адаптации и патологии». Новосибирск, 1979, 44—47.
6. Е. А. Кутателадзе, А. В. Антелава, А. И. Болквадзе и др. Сб. «Вопросы возрастной медицины», 28, ч. I. Тбилиси, 1978, 87—95.
7. Н. Н. Маянская, Т. К. Климентьева. Тезисы III Всесоюзного симпозиума по медицинской энзимологии. Астрахань, 1979, 98—99.
8. А. А. Покровский, В. А. Тутельян. *Лизосомы*. М., 1976.
9. Д. С. Саркисов. *Очерки по структурным основам гомеостаза*. М., 1977.
10. Р. И. Ленкова, С. В. Усик. *Физиол. ж. СССР им. И. М. Сеченова*, 63, № 6, 1977, 858—863.
11. А. А. Покровский, А. И. Арчаков, А. М. Герасимова и др. *Цитология*, 9, № 5, 1967, 561—567.
12. R. Gianetto, C. de Duv. *Biochem. J.*, 59, 1955, 433-438.
13. H. Ikezawa, T. Aoyagi, T. Takeuchi, H. Umezawa. *J. Antibiotics*, 24, № 7, 1971, 448-490.
14. V. Patel, A. Tappel. *Biochim. Biophys. Acta*, 191, № 1, 1969, 86-94.
15. O. H. Lowry, N. J. Rosebrough, A. L. Farr, R. J. Randall. *J. Biol. Chem.*, 193, 1951, 265-275.
16. L. Pilstrom, V. Vihko, E. Aström, A. Arstila. *Acta physiol. scand.* 104, № 2, 1978, 217-224.
17. V. Vihko, A. Salminen, J. Rantamäki. *J. Appl. Physiol.*, 47, № 1, 1979, 43-50.
18. Ф. З. Меерсон, Л. Ф. Панченко, Л. Ю. Голубева и др. *Кардиология*, 10, № 7, 1970, 71—79.
19. R. S. Decker, A. R. Poole, J. S. Crie *et al.* *Amer. J. Pathol.*, 98, № 2, 1980, 425-456.



В. М. ЧХИКВАДЗЕ, Г. А. ЗЕРОВА

МОРФОЛОГИЯ ТУЛОВИЩНЫХ ПОЗВОНКОВ И СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ГАДЮКОВЫХ ЗМЕЙ

(Представлено академиком Л. К. Габуния 30.12.1982)

Обычно современных ядовитых змей семейства гадюковых (Viperidae), распространенных в СССР и Западной Европе, относят к двум родам: *Vipera Laurenti*, 1768 и *Echis Merrem*, 1820. Род *Vipera* на данной территории представлен 8 видами: *V. ammodytes*, *V. aspis*, *V. berus*, *V. kaznakovi*, *V. latasti*, *V. lebetina*, *V. ursini*, *V. xanthina*, а также множеством форм, таксономический ранг которых, по-видимому, соответствует лишь подвидовому уровню или цветовым вариациям [1—3]. Род *Echis* представлен обитающим у нас в Средней Азии одним видом *E. multisquamata* [4].

Еще в прошлом веке род *Vipera* был разделен на два самостоятельных рода, собственно *Vipera* и *Pelias*. Ключевыми признаками для выделения рода *Pelias* служили: наличие крупных щитков на верхней поверхности головы и всего одного ряда мелких чешуй между глазом и верхнегубными чешуями.

Самостоятельность родов *Pelias* и *Vipera* длительное время являлась предметом обсуждения [5—8]. Впоследствии эта проблема, казалось бы, исчерпала себя, и ныне всех гадюковых змей СССР и Западной Европы (кроме эфы) относят к роду *Vipera* [1—3].

Для определения величины таксономического hiatus между видами рода *Pelias* и *Vipera* мы провели исследование посткраниальных скелетов следующих современных видов: Viperidae: *Vipera ammodytes*, *V. berus*, *V. kaznakovi*, *V. lebetina*, *V. russeli*, *V. xanthina*, *Echis multisquamata*, *Bitis arietans*, а также некоторых Crotalidae: *Agkistrodon*, *Crotalus*, *Trimeresurus*.

Результаты нашей работы подтвердили самостоятельность родов *Vipera* и *Pelias*. Оказалось, что исследованные туловищные позвонки гадюк совершенно четко распадаются на две группы и они соответствуют делению их на роды *Vipera* и *Pelias* (см. таблицу).

Еще раз следует подчеркнуть, что указанные выше морфологические различия четко прослеживаются только на туловищных позвонках: в шейном и хвостовом отделах наблюдается некоторое перекрывание признаков: у группы *Pelias* в шейном отделе остистый отросток несколько выше и короче, гипапофиз немного удлиннен и направлен вниз; у группы *Vipera* в хвостовом отделе остистый отросток ниже и длиннее, гипапофизы укорочены и направлены более назад. Аналогичные изме-

Сравнительная характеристика туловищных позвонков гадюковых змей
родов *Pelias* и *Vipera*

№	<i>Vipera Laurenti</i> , 1768	<i>Pelias Merrem</i> , 1820
1	Тело позвонка относительно широкое и короткое (значение индекса cl/paw сдвинуто в сторону меньших значений).	Тело позвонка относительно узкое и длинное (значение индекса cl/paw сдвинуто в сторону больших значений).
2	Тело позвонка относительно короткое при более широком зигосфене (значение индекса cl/zw сдвинуто в сторону меньших значений).	Тело позвонка относительно длинное при более узком зигосфене (значение индекса cl/zw сдвинуто в сторону больших значений).
3	При относительно широком теле позвонка пре- и постзигапофизы менее удалены (значение индекса $paw/ro-prg$ сдвинуто в сторону больших значений).	При относительно узком теле позвонка пре- и постзигапофизы более удалены (значение индекса $paw/ro-prg$ сдвинуто в сторону меньших значений).
4	Остистый отросток высокий и относительно короткий (значение индекса plu/nh сдвинуто в сторону меньших значений).	Остистый отросток низкий и относительно длинный (значение индекса plu/nh сдвинуто в сторону больших значений).
5	Гипапофиз хорошо развит, длинный, массивный, его кончик слегка раздвоен.	Гипапофиз менее развит, в большинстве случаев загнут назад, его кончик не раздвоен.
6	Парапофизарные отростки более массивные.	Парапофизарные отростки менее массивные.
7	Подцентральные гребни присутствуют и развиты в большей или меньшей степени.	Подцентральные гребни плохо развиты или отсутствуют.
8	Дополнительные отростки (<i>processus accessorius</i>) слабо развиты и почти не выступают за внешние края презигапофизов.	Дополнительные отростки (<i>processus accessorius</i>) относительно сильнее развиты и выступают за внешние края презигапофизов.

Примечание: значение индексов см. в [9].

нения остистого отростка и гипапофиза в ряду шейный-туловищный-хвостовой отделы наблюдаются у многих крупных *Viperidae* и *Crotalidae* (*Bitis arietans*, *Echis multisquamata*, *Atheris squamigera*, *Agkistrodon piscivorus* и др.), причем их хвостовые позвонки становятся похожими на туловищные позвонки *Pelias*. Следовательно, более архаичными следует считать следующие признаки *Pelias*:

- 1) остистый отросток низкий и удлинённый;
- 2) гипапофиз короткий и направлен вниз и назад.

К сожалению, нами не были исследованы западноевропейские виды *V. aspis* и *V. latasti*, однако морфологическое сходство их с гадю-

ками типа *V. lebetina*—*V. xanthina* является очевидным и определяет их принадлежность к данному роду [1, 3, 6, 8, 10].

Кроме современных, нами были исследованы позвонки ископаемых гадюк из ряда местонахождений Северного Причерноморья. Оказалось, что уже в среднем сармате имеются позвонки гадюк родов *Vipera* и *Pelias*, морфологически четко различимые. Следовательно, их дивергенция произошла значительно раньше среднего сармата, вероятно уже в раннем миоцене. Напомним, что древнейшие *Viperidae* известны начиная с миоцена [2, 11, 12].

В связи с изложенным вероятно принадлежность некоторых или большинства ископаемых гадюк Западной Европы к этим двум родам — *Vipera* и *Pelias*. Так, например, крупная ядовитая змея из плиоценового местонахождения Полгарди в Венгрии, предположительно отнесенная к роду *Bitis* [13], скорее всего принадлежит крупной гадюке типа *V. lebetina*. Позвонки гадюк крупнее гюрзы обнаружены также в СССР в местонахождениях Калфа и Кучурган [14].

Дополнительное подтверждение самостоятельности родов *Vipera* и *Pelias* дает сходство позвонков гадюк рода *Pelias* (*P. berus*, *P. ursini*, *P. kaznakovi*) с позвонками наиболее примитивных современных африканских гадюк *Atractaspis aterrima* и *Causus rhombeatus* [15]. *Causus* и *Atractaspis*, как и *Pelias*, характеризуются наличием крупных щитков на верхней поверхности головы [2, 10], и их иногда выделяют (вместе с примитивным азиатским родом *Azemioops*) в подсемейство *Atractaspiinae* [10] или даже род *Azemioops* выделяют в отдельное подсемейство *Azemioarinae* [16], противопоставляя их всем остальным родам гадюк.

Учитывая примитивность рода *Pelias* и его длительную самостоятельную эволюцию, можно предположить, что ранг отличий между группами *Vipera* и *Pelias* выше родового. Поэтому здесь предлагаем рассматривать их в качестве самостоятельных триб *Viperini tribus nov.* и *Peliini tribus nov.* Не исключено, что эти группировки представляют собой самостоятельные подсемейства.

Академия наук Грузинской ССР
Институт палеобиологии
им. Л. Ш. Давиташвили

Академия наук Украинской ССР
Институт зоологии
им. И. И. Шмальгаузена

(Поступило 30.12.1982)

ბალეობიოლოგია

ვ. ჩხიკვაძე, ბ. ჯეგორია

ზოგირითი გველგესლას სისტემატიკური აღივლი და მათი ტანის
ბალეობის მორფოლოგია

რ ე ზ ი უ მ ე

პალეარქტიკის თანამედროვე და ნამარხი გველგესლების ტანის მალეობის
მორფოლოგია იძლევა საფუძველს აღვადგინოთ გვარ *Pelias*-ის დამოუკიდებ-
ლობა.

V. M. CHKHKVADZE, G. A. ZEROVA

 THE MORPHOLOGY OF THORACAL VERTEBRAE AND SYSTEMATIC
 POSITION OF SOME VIPERINE SNAKES

Summary

The peculiarities of the morphology of thoracal vertebrae in recent and fossil species of Viperidae of the Palearctic allow to restore the independence of the genus *Pelias*.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Г. Банников, И. С. Даревский, В. Г. Ищенко, А. К. Рустамов, Н. Н. Щербак. Определитель земноводных и пресмыкающихся фауны СССР. М., 1977.
2. П. В. Терентьев. Герпетология. М., 1961.
3. R. Mertens, H. Wermuth. Die Amphibien und Reptilien Europas. Frankfurt a/Main, 1960.
4. В. А. Черлин. Труды ЗИН, т. 101. Л., 1981.
5. A. Strauch. Mem. de l'Academie Imperiale des Sciences de St.-Petersbourg. VII serie, XIV, 6, 1869.
6. E. Schreiber. Herpetologia Europaea. 1875.
7. L. V. Mehely. Ann. Mus. Nat. Hung., IX. 1. Budapest, 1911, 186-243.
8. А. М. Никольский. Фауна России и сопредельных стран. Пресмыкающиеся (Reptilia), т. II. Ophidia: Петроград, 1916.
9. W. Auffenberg. Tulane stud. in Zool., 10, 3, 1963, 131-216.
10. Н. Марх, Г. В. Рabb. Fieldiana Zool., 44, 21, 1965, 161-206.
11. Основы палеонтологии. Том «Земноводные, пресмыкающиеся, птицы». М., 1964.
12. R. Hoffstetter. In: J. Piveteau. Traite de Paleontologie. Tome V. Paris, 1955, 606-662.
13. Т. Kormos. Földtani Közlozy, 41. Budapest, 1911, 1-19.
14. В. М. Чхиквадзе. Вопросы герпетол. (Ашхабад), № 5, 1981, 151-152.
15. M. Thireau. Bull. Mus. Nat. Hist. Nat., 2e ser., 39, 3, 1967, 454-470.
16. K. F. Liem et al. Fieldiana Zool., 59, 2, 1971, 65-126.



3. შენგელია

ადილურ ენათა ვოკალიზმის ისტორიისათვის

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა არნ. ჩიქობავამ 10.12.1982)

ადილურ ენებში წარმოდგენილია ვოკალიზმის სამწევრა სისტემა (ა, ა, გ); ხმოვნები აქ, როგორც ცნობილია, ლიაობის მიხედვით უპირისპირდება ერთმანეთს და ხაზოვან სისტემას ქმნის: ა ყველაზე ღია ხმოვანია, **ა** — ყველაზე ნაკლებ ღია, ა-ს კი საშუალო ლიაობა ახასიათებს ([1], 108, უდრ. [2]).

სამეცნიერო ლიტერატურაში გამოთქმულია მოსაზრება, რომ ადილური ენების ხმოვანთა სამწევრა სისტემა წარმოიქმნა ორწევრა სისტემისაგან. ამ სამ ხმოვანს შორის ინოვაციად ზოგ ავტორს მიაჩნია ა ხმოვანი ([3], 427; [4], 43), ზოგს — **ა** ([5], 24—25), ზოგსაც — ა ([6], 64—65; [7], 78; [8], 47).

ჩვენ ვიზიარებთ უკანასკნელ თვალსაზრისს, რასაც მხარს უჭერს: ა) ადილურ ხმოვანთა დისტრიბუცია; ბ) აფხაზურ-აბაზური და უბიხური ენები, სადაც ა და **ა** ხმოვნები წარმოდგენილია, ა კი არა გვაქვს.

ვფიქრობთ, საშუალო ლიაობის ა ხმოვანი მიღებულია ყველაზე ღია ა ხმოვნისაგან პოზიციურად — ყველაზე ნაკლები ლიაობის მქონე მომდევნო მარცვლის **ა** ხმოვანთან ნაწილობრივი რეგრესული ასიმილაციით. ამ ვარაუდს მხარს უჭერს ადილური ფონოტაქტიკის ზოგი წესი:

1. ერთი მხრივ, სახელის ფუძის ბოლოსწინა მარცვალში ა მაშინ გვაქვს, თუ ფუძის ბოლოკიდური ხმოვანი არის **ა** (მ ა ა **ა** „ტყე“, მ ა ლ' **ა** „ცხვარი“, ჩ ა მ **ა** „ძროხა“, ქ ი ა ც **ა** „მარცვალი“, ჩ ა შ **ა** „ღამე“...); ამოსავლად აქ ა ხმოვანი უნდა ჩაითვალოს (ე. ი. მ ა ა **ა** < *მ ა ა **ა**, მ ა ლ' **ა** < *მ ა ლ' **ა**, ჩ ა მ **ა** < *ჩ ა მ **ა**, ქ ი ა ც **ა** < *ქ ი ა ც **ა**, ჩ ა შ **ა** < *ჩ ა შ **ა**...).

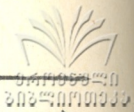
ზოგჯერ ფუძის ბოლოკიდური **ა** ხმოვანი დაკარგულია, მაგრამ წინა მარცვლის ა მისი მასიმილირებელი გავლენის შედეგია (ბ ა ა < *ბ ა ა < *ბ ა ა „ჯონი“, ღ ი ა ა < *ღ ი ა ა „ორთქლი“, ჯ ა რ ა < *ჯ ა რ ა < *ჯ ა რ ა „ბრინჯაო“...).

2. მეორე მხრივ, სახელის ფუძის ბოლოსწინა მარცვალში ა შენარჩუნებულია, თუ ბოლო მარცვლის ხმოვანი არის ა (ქ ა ლ' ა „ყმაწვილი“, მ ა ა ა „ღლე“, მ ა თ ა „კალათა“, მ ა ა ა „ორმო“, თ ა მ ა ა „ფრთა“...).

ზოგ სიტყვაში ფუძის ბოლოკიდური ა დაკარგულია, მაგრამ წინა მარცვალში მაინც ა გვექნება (შ ა ლ' ა < *შ ა ლ' ა „ვედრო“, ა ა ა ა < *ა ა ა ა „უნავირო“, ღ ი ა ა < *ღ ი ა ა ა „სახელო“...).

ყურადღებას იქცევს სახელის ფუძის ბოლოკიდური ადილურ ენებში. სახელი ადილურ ენებში, როგორც ცნობილია, ბოლოვდება ა ან **ა** ხმოვანზე (1; ა ხმოვანი სიტყვის ბოლოს არ გვხვდება. სახელის ფუძის ბოლოკიდური ა ხმოვანიც

(1 შეიძლება ეს ხმოვნები სახელის განუსაზღვრელ ფორმაში არ აღმოგვაჩნდეს (მოკვეცილი იყოს), მაგრამ განსაზღვრულ ფორმაში აღდგება.



ა-საგან ჩანს მიღებული; მასიმილირებელი გავლენა აქ მიეწერება სახელობითი ბრუნვისა და განსაზღვრულობის -რ აფიქსის მომდევნო ჯ ხმოვანს, რომელიც ამჟამად გაუჩინარებულია. ხმოვნის აღდგენას რ-ს მომდევნოდ მხარს უჭერს ის ვარემოება, რომ ადილურ სუფიქსურ მორფემათა ძირითადი სტრუქტურული ტიპი CV აგებულია.

სახელობითის ამჟამინდელი -რ სუფიქსის მომდევნოდ ჯ ხმოვანი დაკარგულია, მაგრამ თავისი მასიმილირებელი გავლენის წყალობით ა ხმოვანი ა-დ უქცევა. მაშასადამე: ჭ ა ლ ' ა-რ < * ჭ ა ლ ' ა-რ ჯ < * ჭ ა ლ ' ა-რ ჯ „ყმაწვილი“, მა ზ ა-რ < * მა ზ ა-რ ჯ < * მა ზ ა-რ ჯ „მოვარე“, მა ძ ა < * მა ძ ა-რ ჯ < * მა ძ ა-რ ჯ „დღე“...

ზმნაშიც შეიძლება ისეთი პოზიციები დაიძებნოს, სადაც ა-საგან მიღებულად მიიჩნევა:

ა. კაუზატივის პრეფიქსი ხან ღა-ს სახით გვაქვს, ხან — ღა-ს სახით. ერთმარცვლიანი ზმნური ძირის წინ ღა-ს მაშინ გვაქვს, თუ ძირისეული ხმოვანია ჯ, ხოლო ღა-ს კი მაშინ, თუ ზმნის ძირისეული ხმოვანია ა (მაგ. შდრ. ა ზ ღა-ჯ „ართვენიებს“ და ა ზ ღა-ჯ „დააძახებინებს“).

ბ. მყოფადი II-ისა და მასდარის -ნ-გ-სგან უნდა მოდიოდეს; ამას ადასტურებს მასდარის განსაზღვრული ფორმა (შდრ. კ ი ა-ნ და კ ი ა-ნ-გ-რ „სვლა“), სწორედ დაკარგული ჯ უნდა იყოს მიზეზი წინა მარცვლის (ე. ი. ზმნის ძირეული) ხმოვნის ა-ში გადასვლისა...

გ. ასევე ა-ს ა-ში გადასვლა შეიძლება გამოეწვიოს მყოფადის -შთ მაწარმოებელსაც, რომლის მომდევნოდაც გ ივარაუდება გაუჩინარებულად (აღდგება ნამყო უსრულის ფორმაში — კ ი ა-შთ „წავა“ და კ ი ა-შთ გ-ღა „მიდიოდა“, შდრ. ნამყო სრული კ ი ა ღა „წავიდა“).

ზემოთ წარმოდგენილი ანალიზი, ვფიქრობთ, შესაძლებლობას გვაძლევს დავასკვნათ: ადილურ ენებში ისტორიულად მოქმედებდა ხმოვანთა რეგრესული ასიმილაცია (უმლაუტი), რის შედეგადაც გარკვეულ პოზიციებში ღა ა ხმოვნისაგან მომდევნო მარცვლის გ-ს გავლენით მივიღეთ საშუალო ღაობის ხმოვანი ა (სქემატურად: *ა-გ → ა-გ).

ეს პროცესი ისტორიულად მოქმედი პროცესია, ამიტომ, ბუნებრივია, სავარაუდოდ მწყობრი სისტემა ერთგვარად შერყეული იყოს სხვა ფონეტიკური თუ მორფონოლოგიური პროცესების (კანონების) მოქმედების გამო.

ბევრი საკითხი კიდევ საკვლევაა. ასეთია, მაგალითად, საკითხი, თუ რატომ გვაქვს ორზე მეტი მარცვლის შემცველ სახელში ბოლოდან მესამე, მეოთხე, მეხუთე... მარცვალში ა, როცა მისი მომდევნო ხმოვანი არ არის გ; ან: რატომ არის, რომ აწმყოში ზმნის აბსოლუტურ ბოლოკიდურში გვხვდება ა...

თუ ჩვენი მოსაზრება ა ხმოვნის გენეზისის შესახებ სწორია, მაშინ ცნობილ სვანურ უმლაუტს გვერდში ამოუდგება ტიპოლოგიურად მსგავსი ადილური უმლაუტი.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ენათმეცნიერების ინსტიტუტი

В. Г. ШЕНГЕЛИА

К ИСТОРИИ ВОКАЛИЗМА АДЫГСКИХ ЯЗЫКОВ

Резюме

Автор придерживается мнения, что трехчленная система гласных адыгских языков (а, ä, ə) исторически возводится к двухчленной (а, ə). В частности, гласная фонема среднего подъема ä получена от гласной верхнего подъема а путем регрессивной ассимиляции (умляута) с последующей гласной нижнего подъема ə (напр., čämə < *čamə „корова“, čal'ä-r < *čal'ä-rə < *čal-a-rə „парень“, jä-γä-žə < *jä-γa-žə „заставляет прясть“, k⁰a-št < *k⁰ä-štə < *k⁰a-štə „пойдет“...).

LINGUISTICS

V. G. SHENGELIA

TOWARDS THE HISTORY OF THE VOCALISM OF THE ADYGHE LANGUAGES

Summary

The author believes that the three-member vocalic system of the Adyghe languages (a, ä, ə) historically goes back to a two-member one (a, ə). In particular the vowel phoneme of the middle rise ä derives from the vowel of the upper rise ä as a result of regressive assimilation (umlaut) with the following vowel of the lower rise ə (e. g.: čämə < *čamə “cow”, čal'ä-r < *čal'ä-rə < *čal'a-rə “boy”, jä-γä-žə < *jä-γa-žə “makes her spin”, k⁰a-št < *k⁰ä-štə < *k⁰a-štə “he will go”, etc.).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. С. Трубечкой. Основы фонологии. М., 1960.
2. A. Kuipers. Phoneme and Morpheme in Kabardian (Eastern Adyghe). Gravenhage, 1960.
3. Н. Ф. Яковлев, Д. А. Ашхамаф. Грамматика адыгейского литературного языка. М.—Л., 1941.
4. Б. Х. Балкаров. Фонетика адыгских языков. Нальчик, 1970.
5. Г. В. Рогава, З. И. Керашева. Грамматика адыгейского языка. Краснодар—Майкоп, 1966.
6. М. А. Кумахов. Вопросы языкознания, № 6. М., 1973.
7. К. В. Ломтатидзе. Ежегодник иберийско-кавказского языкознания, VI. Тбилиси, 1979.
8. М. А. Кумахов. Сравнительно-историческая фонетика адыгских (черкесских) языков. М., 1981.

112-ე ტომის ავტორთა საძიებელი

- აბაშიძე მ. 79
 აბაშმაძე მ. 312
 აბზიანიძე ე. 151
 აბულაძე მ. 87, 335
 აბურჯანია ა. 132, 320
 ადამაშვილი გ. 516
 ადღერი ვ. 416
 აზატრაშვილი ნ. 611
 ალექსიძე გ. 175
 ალექსიძე ნ. 171
 ალიბეგაშვილი ბ. 575
 ამირეჯიბი რ. 343
 არევაძე დ. 100
 არეშიძე ქრ. 315
 არველაძე ი. 183
 არველაძე მ. 307
 ასტახოვი გ. 94
 აფციაური ფ. 72
 ახალკაცი ე. 331, 555
- ბაკაშვილი ვ. 604
 ბაგრატიშვილი გ. 327
 ბაირამაშვილი ი. 63, 112, 279
 ბაკურაძე ა. 156, 391, 620
 ბალაბუქევი ა. 299
 ბალარჯიშვილი გ. 315
 ბარელაძე გ. 499
 ბაღათურია გ. 36
 ბახტაძე ა. 63
 ბეზარაშვილი გ. 335
 ბენიძე გ. 575
 ბერაძე ი. 636
 ბერიკაშვილი ვ. 171
 ბერიშვილი ვ. 151
 ბერიშვილი ნ. 372
 ბეროძე ზ. 352
 ბერუჩაშვილი ბ. 120
 ბონდირევი ი. 347
 ბორინეცი ი. 331, 555
 ბოცვაძე გ. 504
 ბუალავა თ. 287
 ბუთხუზი ს. 151
 ბულია ნ. 360
- გაბელაია ა. 51
 გაბისიანი ა. 366
 გაბისონია ვ. 48
 გაბრიაძე დ. 547
 გაგუა ა. 423
- გარიშვილი თ. 432
 გეგენავა ლ. 643
 გედევანიშვილი გ. 395
 გერმანიშვილი ზ. 391
 გიგაური რ. 551
 გიგინეიშვილი ა. 596
 გიგოლაშვილი ნ. 324
 გილაური ზ. 363
 გირგვლიანი თ. 615
 გიუნაშვილი ლ. 443
 გლურჯიძე ლ. 287
 გოგატიშვილი ი. 76
 გოგოშვილი ნ. 91
 გოგოლაძე პ. 564
 გოგოძე ი. 251
 გონაძე ნ. 432
 გორგიძე ა. 386, 615
 გორგიძე დ. 43
 გორდაძე ე. 284
 გუგუშაშვილი ა. 643
 გუგუშვილი ლ. 620
 გურგენიძე ნ. 551
- დავიდოვა ე. 171
 დალაქიშვილი ც. 567
 დარჩიანი გ. 331, 555
 დვალი ე. 156
 დვალი ნ. 143
 დიდბულთძე გ. 511
 დიდიძე ც. 472
 დიომუშკინი ვ. 628
 დობორჯინიძე ლ. 276
 დოლიძე ა. 315
 დოლიძე ვ. 331, 555
 დოლიძე ჯ. 171
- ებანიძე დ. 363
 ეგორაშვილი ნ. 135, 611
 ელიავა გ. 391
 ელიაშვილი ჯ. 39
 ელიზბარაშვილი ტ. 108, 592
 ენუქიძე რ. 437
 ერემეიშვილი მ. 547
 ეფრემოვა ე. 56
- ვასნიოვი ვ. 319
 ვაჩნაძე ე. 312
 ვდოვინი ე. 547
- ზალიშვილი მ. 159, 412
 ზეროვა გ. 655
 ზოტოვი ვ. 628
 ზურაბაშვილი ზიგ. 426
- თავაძე ფ. 363
 თათარაშვილი ნ. 171
 თაქთაქიშვილი მ. 287
 თევზაძე თ. 192
 თევზაძე ს. 289
 თეთვაძე ბ. 23
 თოდრია გ. 435
 თოიძე ნ. 139
 თოლორაია თ. 608
 თურმანიძე ც. 171
- ინაკოვი გ. 256
 იაროშევიჩი ვ. 100
 იაშვილი ნ. 636
 იოსავა ი. 339
- კაკულია მ. 167
 კალანდაძე ნ. 544
 კანდელაკი ი. 432
 კაციაშვილი თ. 356
 კაპანაძე რ. 643
 კეთილაძე ო. 520
 კეკელიძე ლ. 112
 კერვალიშვილი პ. 63, 112
 კვანტალიანი ლ. 324
 კვარაცხელია ო. 296
 კვასცვაძე კ. 339
 კვინიკაძე მ. 575
 კვიციანი ლ. 147
 კიკნაძე გ. 127
 კობახიძე მ. 352
 კობიაშვილი ლ. 147
 კოვროვი ვ. 604
 კოკიჩაშვილი მ. 651
 კორინი ი. 331, 555
 კორძაძე რ. 260
 კოტია კ. 380
 კოშენიკი ა. 547
- ვარაზანაშვილი ო. 68
 ვარდანაშვილი თ. 120
 ვარძელაშვილი ნ. 575

- კოჩენოვი ა. 127
 კობრეიძე მ. 312
 კუკავა თ. 287
 კუპრეიშვილი კ. 100
 კუხალაშვილი ე. 116
- ლაცაბიძე თ. 484
 ლაჭყეზიანი ა. 426
 ლეკიშვილი ნ. 536
 ლელაძე დ. 243
 ლორთქიფანიძე დ. 335
 ლორთქიფანიძე თ. 187
 ლოჩიაშვილი მ. 79
 ლუნინა ე. 315
- მაისურაძე ქ. 312
 მალაციძე მ. 167
 მამისთვალავი ა. 247
 მანჯგალაძე პ. 299
 მარგევი ბ. 366
 მაღლაკელიძე დ. 366
 მაჩხაშვილი რ. 312
 მახათაძე ვ. 156
 მახათაძე შ. 560
 მახარაძე ბ. 68
 მახარაძე გ. 124
 მაგლობლიშვილი ც. 79
 მემარნიშვილი მ. 68
 მეტრეველი ლ. 187
 მეტრეველი მ. 195
 მთვარელიშვილი მ. 167
 მილნიკოვი ა. 175
 მინდელი მ. 611
 მიქაშვილი ი. 120
 მიშინი ა. 623
 მოსულიშვილი ლ. 56
 მუსელიანი თ. 380
 მუსერაძე მ. 87, 335
 მუსხელიშვილი გ. 416
 მუსხელიშვილი მ. 32, 272, 492
 მუშეყუდიანი ზ. 366
 მძინარიშვილი თ. 528
- ნადარეიშვილი ჯ. 575
 ნათენაძე ქ. 412
 ნაკაიძე ლ. 84
 ნამორაძე მ. 87
 ნანიევი მ. 94
 ნიკოლაევი ო. 596
 ნიკოლაიშვილი ი. 79
 ნიკურაძე ნ. 380
 ნინოშვილი ბ. 600
 ნუცუბიძე ნუგ. 623
- ოგანეზოვი კ. 63
- ოვსიანიკოვა ნ. 319
 ოპოიცევი ვ. 476
- პატარაია ა. 511
 პატარაია ტ. 480
 პეტროვი ი. 63
 პოკრიშენკო ვ. 279
- ყაზინი ა. 94
 ყიფილაშვილი კ. 386
- რამიშვილი გ. 376
 რთველიაშვილი ე. 19
 როტინოვა ტ. 623
 რუხაძე ლ. 363
- სამსონია შ. 319
 სანაძე ვ. 284, 287
 სანებლიძე თ. 571
 სიპოვიჩი ნ. 420
 სიჭინავა მ. 536
 სიჭინავა შ. 420, 638
 სობოლევა ლ. 284
 სტეგნი ვ. 420
 სუვოროვი ნ. 319
 სულაქველიძე გ. 307
 სულაქველიძე ი. 307
 სუქნიძე ც. 403
- ტალიაშვილი ზ. 331, 555
 ტომენკო ი. 587
 ტორონჯაძე რ. 94
 ტურაშვილი გ. 580
 ტყემელაშვილი თ. 171
- უგულავა მ. 551
- ფანცხავა ი. 104
 ფარცხალაძე ნ. 407
 ფელდშტეინი ი. 303
 ფინკენშტეინი ე. 547
 ფიცხალავა ნ. 312
 ფორაქიშვილი ნ. 383
 ფორჩხიძე ც. 303
 ფოცხვერია ა. 175
- ქაბზინაძე ქ. 407
 ქანთარია მ. 324
 ქართველიშვილი რ. 403
 ქარქუზაშვილი ე. 135
 ქარქუზაშვილი ყ. 135
- ქაშაკაშვილი რ. 400
 ქაცარავა რ. 319
 ქევანიშვილი გ. 520
 ქვარცხავა კ. 104
 ქუთათელაძე ე. 651
 ქურდიანი ნ. 520
- დვალაძე მ. 163
 დობრაძე თ. 187
 დონაშვილი დ. 504
 დოღობერძე მ. 120
- შავგულიძე ვ. 564
 შათირიშვილი ი. 539
 შაპოტი ვ. 416
 შვეარდნაძე ლ. 412
 შენგელა გ. 638
 შენგელა ვ. 657
 შონია ნ. 56
 შუკაკიძე თ. 584
 შულია თ. 531
- ჩავლიეშვილი მ. 508
 ჩამაგუა ა. 532
 ჩანგელია ჯ. 647
 ჩაჩავა გ. 551
 ჩაჩავა ნ. 60
 ჩერგოლიეშვილი თ. 299
 ჩერნიაგა ბ. 539
 ჩიკვაიძე ვ. 432
 ჩილინაძე ჯ. 523
 ჩიჩუა ვ. 331, 555
 ჩიხლაძე მ. 520
 ჩოგოვაძე თ. 84
 ჩხიკვაძე ვ. 655
- ცაგარელი გ. 560
 ცინცაძე გ. 79
 ცისკარიშვილი პ. 339
 ციციშვილი გ. 324
 ცხოვრებაშვილი ვ. 84
- ძიგვაშვილი რ. 528
 ძიგუა მ. 171, 631
 ძიძიგური ლ. 192
 ძოწინიძე ზ. 87, 335
- წიგწივაძე ნ. 343
 წილოსანი ზ. 184
- ჭაბუკიანი ტ. 495

ქანიშვილი რ. 511
 ქიპაშვილი დ. 324
 ქუმბურაძე გ. 608

ხაბაზი ლ. 643
 ხაზალია რ. 343
 ხანანაშვილი ლ. 84
 ხარაბაძე ნ. 56
 ხარაზიშვილი ა. 28, 263,
 488
 ხარეზაძე ლ. 407
 ხელაშვილი ა. 60

ხელიძე გ. 124
 ხვინგია ნ. 60
 ხმალაძე ვ. 60
 ხმალაძე შ. 468
 ხოფერია ლ. 643
 ხულელიძე დ. 279
 ხუროძე თ. 360, 476
 ხურცილაძე მ. 159
 ხუტიძე თ. 360
 ხუციანი ა. 575
 ხუციშვილი ვ. 251
 ჯავახიშვილი ზ. 68

ჯაკობია ლ. 331, 555
 ჯალიაშვილი თ. 628
 ჯანელიძე მ. 327
 ჯაფარიძე კ. 330
 ჯაფარიძე ლ. 560
 ჯაფარიძე პ. 544
 ჯაფარიძე ჯ. 564
 ჯაფარლი მ. 620
 ჯაფიაშვილი თ. 523
 ჯაში გ. 536
 ჯაშიაშვილი თ. 79
 ჯიბლაძე ა. 135
 ჯიბლაძე ა. 179
 ჯიშიაშვილი დ. 327

УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ 112-го ТОМА

Абашидзе М. М. 77
 Абашмадзе М. Ш. 309
 Абзиანიძე Е. В. 149
 Абуладзе М. К. 85, 333
 Абурджаня А. Н. 129,
 377
 Адамашвили Г. Т. 513
 Адлер В. В. 413
 Азаурашвили Н. Е. 609
 Алексидзе Г. Н. 173
 Алексидзе Н. Г. 169
 Алибегашвили Б. А. 573
 Амирэджиби Р. К. 341
 Апциаури П. В. 69
 Арвеладзе М. П. 305
 Арвеладзе Ю. Р. 181
 Аревадзе Д. В. 97
 Арешидзе Х. И. 313
 Астахов Г. Н. 93
 Ахалкаци Э. Г. 329, 553

Баакაშვილი В. С. 601
 Багатурия Г. Г. 33
 Багратишвили Г. Д. 325
 Байрамашვილი И. А. 61,
 109, 277
 Бакураძე А. Н. 153,
 389, 617
 Балабуев А. А. 297
 Баларджишვილი Г. И.
 313
 Бареладзе Г. П. 497
 Бахтаძე А. Б. 61
 Безарაშვილი Г. С. 333
 Бениძე Г. М. 573
 Берაძე И. А. 633
 Берикашვილი В. Ш. 169
 Беришვილი В. Г. 149
 Беришვილი Н. Г. 369

Беродзе З. И. 349
 Беручашვილი Г. А. 117
 Бжалава Т. Л. 285
 Бондырев И. В. 345
 Боринец И. Д. 329, 553
 Боцваძე Г. И. 501
 Булия Н. П. 357
 Бутхузи С. М. 149
 Варазанаშვილი О. Ш.
 65
 Вardanაშვილი Т. З. 117
 Вардзелაშვილი Н. С.
 573
 Васнев В. А. 317
 Вачнаძე Е. С. 309
 Вдовин В. М. 545

Габелия А. Г. 49
 Габиснани А. Г. 365
 Габисонია В. Е. 45
 Габриадзе Д. М. 545
 Гагуа А. М. 421
 Гаришვილი Т. Г. 429
 Гвалаძე М. Г. 161
 Гегенаვა Л. С. 641
 Гедевანიшვილი Г. И.
 393
 Германишვილი З. А.
 389
 Гибраძე Т. А. 185
 Гигаური Р. Д. 549
 Гигინейшვილი А. А. 593
 Гигოლაშვილი Н. Г. 321
 Гилаური З. М. 361
 Гирგვლიანი Т. С. 613
 Гиუნაშვილი Л. С. 441
 Глурჯიძე Л. Н. 285

Гогвишვილი Н. Ш. 89
 Гогоბერიძე М. И. 117
 Гогоძე И. К. 249
 Гогоლაძე П. Г. 561
 Гонгаძე Н. В. 429
 Гონიашვილი Д. Э. 501
 Горგიძე А. Д. 385, 613
 Горგიძე Д. А. 41
 Гордаძე Э. Г. 281
 Готатишვილი Я. М. 73
 Гугешაშვილი А. И. 641
 Гугუшვილი Л. Н. 617
 Гургენიძე Н. И. 549

Давыдова Е. С. 169
 Далакишვილი Ц. М.
 565
 Дарчиანი Г. И. 329, 553
 Двалишვილი Н. А. 141
 Двалишვილი Э. С. 153
 Демушкин В. П. 625
 Джавахишვილი З. Ш.
 65
 Джакобия Л. И. 329,
 553
 Джалиашვილი Т. А. 625
 Джanelიძე М. Б. 325
 Джanelიძე Р. Б. 325
 Джапарიძე Дж. И.
 561
 Джапарიძე К. К. 337
 Джапарიძე Л. Н. 557
 Джапарიძე П. Н. 541
 Джapiაშვილი Т. А. 521
 Джафарли М. Т. 617
 Джaши Г. Г. 533
 Джaშიაშვილი Т. К. 77
 Джибладзе А. А. 177
 Джибладзе А. Д. 133

- Джишиашвили Д. А. 325
 Дзигвашвили Р. М. 525
 Дзигуа М. Д. 169, 625
 Дзидзигури Л. М. 189
 Дзоценидзе З. Г. 85, 333
 Дидебулидзе Г. Г. 509
 Дидидзе Ц. Е. 469
 Доборджгинидзе Л. Г. 273
 Долидзе А. В. 313
 Долидзе В. А. 329, 553
 Долидзе Д. А. 169
 Егорашвили Н. В. 133, 609
 Енукидзе Р. И. 440
 Еремашвили М. Г. 545
 Ефремова Е. Ю. 53
 Жабин А. Г. 93
 Жижилашвили К. М. 385
 Заалишвили М. М. 157, 409
 Зерова Г. А. 653
 Зотов В. М. 625
 Зурабашвили Зиг. А. 425
 Иосава И. Г. 337
 Кабзинадзе К. Г. 405
 Какулия М. Е. 165
 Каландадзе Н. Д. 541
 Канделаки Е. Н. 429
 Кантария М. Л. 321
 Капанадзе Р. В. 641
 Каркузашвили Е. К. 133
 Каркузашвили К. Н. 133
 Картвелишвили Р. Г. 401
 Кацарава Р. Д. 317
 Кациашвили Т. Ш. 353
 Кашакашвили Р. П. 397
 Кванталиани Л. К. 321
 Кварацхелия О. И. 293
 Кварцхава К. К. 101
 Квасхадзе К. С. 337
 Квиникадзе М. С. 573
 Квирквелия Л. Р. 145
 Кеванишвили Г. Ш. 517
 Кекелидзе Л. И. 109
 Кервалишвили П. Д. 61, 109
 Кетиладзе О. Г. 517
 Кикинадзе Г. Г. 125
 Кобахидзе М. О. 349
 Кобиашвили Л. Н. 145
 Ковров В. Н. 601
 Кокчашвили М. С. 649
 Кордзадзе Р. А. 257
 Коринь И. Л. 329, 553
 Котия К. А. 377
 Кохреидзе М. К. 309
 Коченов А. С. 125
 Кошевник А. Ю. 545
 Кукава Т. Г. 285
 Купрейшвили К. А. 97
 Курдиани Н. М. 517
 Кутателадзе Е. А. 649
 Кухалашвили Э. Г. 113
 Лацабидзе Т. И. 481
 Лачкепиани А. Н. 425
 Лекишвили Н. Л. 533
 Леладзе Д. В. 241
 Лордкипанидзе Д. Н. 333
 Лордкипанидзе Т. М. 185
 Лочошвили М. Ю. 77
 Лунинна Е. В. 313
 Маглакелидзе Д. Л. 365
 Майсурадзе К. И. 309
 Малацидзе М. А. 165
 Мамиствалов А. Г. 245
 Мамрадзе Г. П. 121
 Манджгаладзе П. В. 297
 Маргиев Б. Г. 365
 Махарадзе Г. Р. 65
 Махатадзе В. Л. 153
 Махатадзе Ш. М. 557
 Мачхошвили Р. И. 309
 Мгалоблишвили Ц. П. 77
 Мдзинаришвили Т. Г. 525
 Мемарнишвили М. С. 65
 Метревели Л. А. 185
 Метревели М. Г. 193
 Микашвили Ю. Н. 117
 Миндели М. Г. 609
 Мишин А. А. 621
 Мосулишвили Л. М. 53
 Мтварелишвили В. Ш. 165
 Муселиани Т. Г. 377
 Мусеридзе М. Д. 85, 333
 Мухелишвили Г. Д. 413
 Мухелишвили М. Г. 29, 269, 489
 Мушкудиани З. А. 365
 Мыльников А. А. 173
 Надареишвили Д. Г. 573
 Накаидзе Л. И. 81
 Наморадзе М. А. 85
 Наннев М. И. 93
 Натенадзе К. И. 409
 Николаев О. Б. 593
 Николайшвили И. Ш. 77
 Никурадзе Н. А. 377
 Ниношвили Б. И. 597
 Нуцубидзе Нуг. Н. 621
 Овсянникова Н. Н. 317
 Оганезов К. А. 61
 Опойцев В. И. 473
 Панцхава И. Н. 101
 Парихаладзе Н. Н. 405
 Патарая А. Д. 509
 Патарая Д. А. 477
 Петров И. И. 61
 Пирцхалава Н. И. 309
 Покрыщенко В. И. 277
 Поракишвили Н. З. 381
 Порчхидзе Ц. Д. 301
 Поцхверия А. М. 173
 Рамишвили Г. Я. 373
 Ротанова Т. В. 621
 Ртвелишвили Э. Г. 17
 Рухадзе Л. Н. 361
 Самсония Ш. А. 317
 Санадзе В. В. 281, 285
 Санеблидзе Т. В. 569
 Сипович Н. Г. 417
 Сичинава М. М. 533
 Сичинава Ш. Г. 417, 637
 Соболева Л. В. 281
 Стегний В. Н. 417
 Суворов Н. Н. 317
 Сукнидзе Ц. Г. 401

- Сулаквелидзе Г. К. 305
 Сулаквелидзе Я. Г. 305
- Тавадзе Ф. Н. 361
 Тактакишвили М. С. 285
 Талнашвили З. И. 329, 553
 Татарашвили Н. А. 169
 Тевзадзе С. А. 291
 Тевзадзе Т. Р. 189
 Тетвадзе Г. Е. 21
 Тимченко И. Э. 585
 Ткешелашвили Т. В. 169
 Тодрия Г. Г. 433
 Тондзе Н. Ш. 137
 Толорая Т. И. 605
 Торонджадзе Р. Р. 93
 Турашвили Г. М. 577
 Турманидзе Ц. С. 169
- Угулава М. М. 549
- Фельдштейн Я. И. 301
 Финкельштейн Е. Ш. 545
- Хабази Л. А. 641
 Хазалия Р. М. 341
 Хананашвили Л. М. 81
 Харабадзе Н. Е. 53
- Харазишвили А. Б. 25, 261, 485
 Харебава Л. А. 405
 Хвингия Н. Л. 57
 Хелашвили А. А. 57
 Хелидзе Г. К. 121
 Хмаладзе В. Ю. 57
 Хмаладзе Ш. Э. 465
 Хоперия Л. А. 641
 Хулелидзе Д. Е. 277
 Хуродзе Т. А. 265, 473
 Хурцилава М. С. 157
 Хутидзе Т. С. 357
 Хуцаидзе А. Л. 573
 Хуцишвили В. В. 249
- Цагарели Г. А. 557
 Цивцивадзе Н. Ш. 341
 Цилосани З. Н. 101
 Цинцадзе Г. В. 77
 Цискаришвили П. Д. 337
 Цицишвили Г. В. 321
 Цховребашвили В. С. 81
- Чабукяни Т. А. 493
 Чавлейшвили М. П. 505
 Чамагуа А. Е. 349
 Чангелия Д. Ш. 645
 Чанишвили Р. Г. 509
 Чачава Г. Н. 549
 Чачава Н. Д. 57
- Черголеншвили Т. Т. 297
 Черныга Б. С. 537
 Чигвинадзе Дж. Г. 521
 Чикваидзе В. Н. 429
 Чипашвили Д. С. 321
 Чихладзе М. Н. 517
 Чичуа Г. П. 329, 553
 Чоговадзе Т. В. 81
 Чумбуридзе Г. К. 605
 Чхиквадзе В. М. 653
- Шавгулидзе В. В. 561
 Шапот В. С. 413
 Шатиришвили И. Ш. 573
 Шеварднадзе Л. М. 409
 Шенгелия В. Г. 659
 Шенгелия Г. Ю. 637
 Шония Н. И. 53
 Шукракидзе Т. Д. 581
 Шулаия Т. В. 529
- Эбаноидзе Д. Д. 361
 Элиава Г. Г. 389
 Элиашвили Дж. Г. 37
 Элизбарашвили Т. Ш. 105, 589
- Янаков Г. С. 253
 Ярошевич В. З. 97
 Яшвили Н. Н. 633

AUTHOR INDEX TO VOLUME 112

- Abashidze M. M. 80
 Abashmadze M. Sh. 312
 Abuladze M. K. 88, 336
 Aburjania A. N. 132, 380
 Abzianidze E. V. 151
 Adamashvili G. T. 516
 Adler W. W. 416
 Akhalkatsi E. G. 555
 Akhalkatsi L. I. 331
 Aleksidze G. N. 176
 Aleksidze N. G. 171
 Alibegashvili B. A. 576
 Amirejibi R. K. 348
 Aptsiauri P. V. 72
 Areshidze Ch. I. 315
 Arevadze D. V. 100
 Arveladze M. P. 308
 Arveladze Yu. R. 183
 Astakhov G. N. 95
 Azaurashvili N. E. 612
- Baakashvili V. S. 604
 Bagaturia G. G. 36
 Bagratishvili G. D. 328
 Bairamashvili I. A. 64, 112, 280
 Bakhtadze A. B. 64
 Bakuradze A. N. 156, 392, 620
 Balabuev A. A. 299
 Balarjishvili G. I. 315
 Bareladze G. P. 499
 Benidze G. M. 576
 Beradze I. A. 636
 Berikashvili V. Sh. 171
 Berishvili N. G. 372
 Berishvili V. G. 151
 Berodze Z. I. 352
 Beruchashvili G. A. 120
 Bezarashvili G. S. 336
 Bandyrev I. V. 348
- Borinets I. D. 331, 555
 Botsvadze G. I. 504
 Bulia N. P. 360
 Butkhuzi S. M. 151
 Bzha'ava T. L. 288
- Chabukiani T. A. 495
 Chachava G. N. 551
 Chachava N. D. 60
 Chamagua A. E. 352
 Changelia D. Sh. 647
 Chanishvili R. G. 512
 Chavleishvili M. P. 508
 Chergoleishvili T. T. 299
 Chernyaga B. S. 540
 Chichua G. P. 331, 555
 Chigvinadze J. G. 524
 Chikhladze M. N. 520
 Chikvaidze V. N. 432

- Chipashvili D. S. 324
 Chkhikvadze V. M. 656
 Chogovadze T. V. 84
 Chumburidze G. K. 608
- Dalakishvili Ts. M. 567
 Darchiani G. I. 331, 555
 Davydova E. S. 171
 Demushkin V. P. 628
 Didebulidze G. G. 512
 Dididze Ts. E. 472
 Doborjginidze L. G. 276
 Dilidze A. V. 315
 Dolidze D. A. 171
 Dolidze V. A. 331, 555
 Dvalishvili E. S. 156
 Dvalishvili N. A. 143
 Dzhibladze A. A. 180
 Dzidziguri L. M. 192
 Dzigua M. D. 171, 631
 Dzigvashvili R. M. 528
 Dzotsenidze Z. G. 88, 336
- Ebanoidze D. D. 368
 Efremova E. Yu. 56
 Egorashvili N. V. 135, 612
 Eliashvili J. G. 40
 Eliava G. G. 392
 Elizbarashvili T. Sh. 108, 592
 Enukidze R. I. 440
 Eremeishvili M. G. 548
- Feldstein Ya. I. 304
 Finkelshtein E. Sh. 548
- Gabelaia A. G. 51
 Gabisiani A. G. 367
 Gabisonia V. E. 48
 Gabriadze D. M. 548
 Gagua A. M. 424
 Garishvili T. G. 432
 Gedevanishvili G. I. 395
 Gegenava L. S. 644
 Germanishvili Z. A. 392
 Gibradze T. A. 187
 Gigauri R. D. 551
 Gigineishvili A. A. 596
 Gogolashvili N. G. 324
 Gilauri Z. M. 363
 Girgvliani T. S. 615
 Giunashvili L. S. 443
 Glurjidze L. N. 288
 Gogatishvili I. M. 76
 Gogishvili N. Sh. 92
 Gogoberidze M. I. 120
- Gogodze I. K. 252
 Gogoladze P. G. 564
 Gongadze N. V. 432
 Gordadze E. G. 284
 Gorgidze A. D. 387, 615
 Gorgidze D. A. 44
 Gugeshashvili A. I. 644
 Gugushvili L. N. 620
 Gurgenidze N. I. 551
 Gvaladze M. G. 164
- Iashvili N. N. 636
 Iosava J. G. 340
- Jafarli M. T. 620
 Jakobia L. I. 331, 555
 Jaliashvili T. A. 628
 Janelidze M. B. 328
 Janelidze R. B. 331
 Japaridze D. I. 564
 Japaridze K. K. 340
 Japaridze L. N. 560
 Japaridze P. N. 544
 Japiashvili T. A. 524
 Jaroshevich V. Z. 100
 Jashi G. G. 536
 Jashiashvili T. K. 80
 Javakhishvili Z. Sh. 68
 Jibladze A. D. 135
 Jishiashvili D. A. 328
- Kabzinadze K. G. 407
 Kakulia M. E. 168
 Kalandadze N. D. 544
 Kandelaki E. N. 432
 Kantaria M. L. 324
 Kapanadze R. V. 644
 Karkuzashvili E. K. 135
 Karkuzashvili K. N. 135
 Kartvelishvili R. G. 403
 Kashakashvili R. P. 400
 Katsarava R. D. 319
 Katsiashvili T. Sh. 356
 Kekelidze L. I. 112
 Kervalishvili P. D. 64, 112
 Ketiladze O. G. 520
 Kevanishvili G. Sh. 520
 Khabazi L. A. 644
 Khananashvili L. M. 84
 Kharabadze N. E. 56
 Kharazishvili A. B. 28, 264, 488
 Kharebava L. A. 407
 Khazalia R. M. 344
 Khelashvili A. A. 60
- Khelidze G. K. 124
 Khmaladze Sh. E. 468
 Khmaladze V. Yu. 60
 Khoperia L. A. 644
 Khulelidze D. E. 280
 Khurodze T. A. 268
 Khurtsilava M. S. 159
 Khutidze T. S. 360
 Khutsaidze A. L. 576
 Khutsishvili V. V. 252
 Khvingia N. L. 60
 Kiknadze G. G. 128
 Kobakhidze M. O. 352
 Kobiashvili L. N. 148
 Kochenov A. S. 128
 Kokhreide M. K. 312
 Kokichashvili M. S. 651
 Kordzadze R. A. 260
 Korin I. L. 331, 555
 Koshevnik A. Yu. 548
 Kotia K. A. 380
 Kovrov V. N. 604
 Kukava T. G. 288
 Kukhalashvili E. G. 116
 Kupreishvili K. A. 100
 Kurdiani N. M. 520
 Kutatladze E. A. 651
 Kvantaliani L. K. 324
 Kvaratskhelia O. I. 296
 Kvartskhava K. K. 104
 Kvashvadze K. S. 340
 Kvinikadze M. S. 576
 Kvirkvelia L. R. 148
- Lachkepiani A. N. 427
 Latsabidze T. I. 484
 Lekishvili N. L. 536
 Leladze D. V. 243
 Lochoshvili M. I. 80
 Lordkipanidze D. N. 336
 Lordkipanidze T. M. 187
 Lunina E. V. 315
- Machkhoshvili R. I. 312
 Maglakelidze D. L. 367
 Maisuradze K. I. 312
 Makharadze G. R. 68
 Makhatadze Sh. M. 560
 Makhatadze V. L. 156
 Malatsidze M. A. 168
 Mamistvalov A. G. 248
 Mamradze G. P. 124
 Manjgaladze P. V. 299
 Marjev B. G. 367
 Mdzinarishvili T. G. 528
 Memarnishvili M. S. 68

- Metreveli L. A. 187
 Metreveli M. G. 195
 Mgaloblishvili Ts. P. 80
 Mikashvili I. N. 120
 Mindeli M. G. 612
 Mishin A. A. 624
 Mosulishvili L. M. 56
 Mtvarelishvili V. Sh. 168
 Museliani T. G. 380
 Museridze M. D. 88, 336
 Muskhelishvili G. D. 416
 Muskhelishvili M. G. 32,
 272, 492
 Mushkudiani Z. A. 367
 Mylnikov A. A. 176

 Nadareishvili D. G. 576
 Nakaidze L. I. 84
 Namoradze M. A. 88
 Naniev M. I. 95
 Natenadze K. I. 412
 Nikolaev O. B. 596
 Nikolaishvili I. Sh. 80
 Nikuradze N. A. 380
 Ninoshvili B. I. 600
 Nutsbidze Nug. N. 624

 Oganezov K. A. 64
 Opoitsev V. I. 476
 Ovsyannikova N. N. 319

 Pantskhava I. N. 104
 Partskhaladze N. N. 407
 Pataraiia A. D. 512
 Pataraiia D. A. 480
 Petrov I. I. 64
 Pirtskhalava N. I. 312

 Pokryshchenko V. I. 280
 Porakishvili N. Z. 383
 Porchkhidze Ts. D. 304
 Potskhveria A. M. 176

 Ramishvili G. I. 376
 Rotanova T. V. 624
 Rtvelishvili E. G. 19
 Rukhadze L. N. 363

 Samsonia Sh. A. 319
 Sanadze V. V. 284, 288
 Saneblidze T. V. 571
 Shapot W. S. 416
 Shatirishvili I. Sh. 540
 Shavgulidze V. V. 564
 Shengelia G. Yu. 639
 Shengelia V. G. 659
 Shevardnadze L. M. 412
 Shonia N. I. 56
 Shukakidze T. D. 584
 Shulaia T. V. 532
 Sichinava Sh. G. 420, 639
 Sichinava M. M. 536
 Sipovich N. G. 420
 Soboleva L. V. 284
 Stegni V. N. 420
 Suknidze Ts. G. 403
 Sulakvelidze G. K. 308
 Sulakvelidze I. G. 308
 Suvorov N. N. 319

 Taktakishvili M. S. 288
 Taliashvili Z. I. 331, 555
 Tatarashvili N. A. 171
 Tavadze F. N. 363
 Tevzadze G. E. 23

 Tevzadze S. A. 292
 Tevzadze T. R. 192
 Timchenko I. E. 588
 Tkeshelashvili T. V. 171
 Todria G. G. 436
 Toidze N. Sh. 139
 Toloraia T. I. 608
 Toronjadze R. R. 95
 Tsagareli G. A. 560
 Tsilosani Z. N. 104
 Tsintsadze G. V. 80
 Tsiskarishvili P. D. 340
 Tsitsishvili G. V. 324
 Tsvitshivadze N. Sh. 348
 Tskhovrebashvili V. S. 84
 Turashvili G. M. 580
 Turmanidze Ts. S. 171

 Ugulava M. M. 551

 Vachnadze E. S. 312
 Varazanashvili O. Sh. 68
 Vardanashvili T. Z. 120
 Vardzelashvili N. S. 576
 Vasnev V. A. 319
 Vdovin V. M. 548

 Yanakov G. S. 256

 Zaalishvili M. M. 159,
 412
 Zerova G. A. 656
 Zhabin A. G. 95
 Zhizhishvili K. M. 387
 Zotov V. M. 628
 Zurabishvili Zig. A. 427

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. В журнале «Сообщения АН ГССР» публикуются статьи академиков, членов-корреспондентов, научных работников системы Академии и других ученых, содержащие еще не опубликованные новые значительные результаты исследований. Печатаются статьи лишь из тех областей науки, номенклатурный список которых утвержден Президиумом АН ГССР.

2. В «Сообщениях» не могут публиковаться полемические статьи, а также статьи обзорного или описательного характера по систематике животных, растений и т. п., если в них не представлены особенно интересные научные результаты.

3. Статьи академиков и членов-корреспондентов АН ГССР принимаются непосредственно в редакции «Сообщений», статьи же других авторов представляются академиком или членом-корреспондентом АН ГССР. Как правило, академик или член-корреспондент может представить для опубликования в «Сообщениях» не более 12 статей разных авторов (только по своей специальности) в течение года, т. е. по одной статье в каждый номер, собственные статьи—без ограничения, а с соавторами—не более трех. В исключительных случаях, когда академик или член-корреспондент требует представления более 12 статей, вопрос решает главный редактор. Статьи, поступившие без представления, передаются редакцией академику или члену-корреспонденту для представления. Один и тот же автор (за исключением академиков и членов-корреспондентов) может опубликовать в «Сообщениях» не более трех статей (независимо от того, с соавторами она или нет) в течение года.

4. Статья должна быть представлена автором в двух экземплярах, в готовом для печати виде, на грузинском или на русском языке, по желанию автора. К ней должны быть приложены резюме—к грузинскому тексту на русском языке, а к русскому на грузинском, а также краткое резюме на английском языке. Объем статьи, включая иллюстрации, резюме и список цитированной литературы, приводимой в конце статьи, не должен превышать четырех страниц журнала (8000 типографских знаков), или шести стандартных страниц машинописного текста, отпечатанного через два интервала (статья же с формулами—пяти страниц). Представление статьи по частям (для опубликования в разных номерах) не допускается. Редакция принимает от автора в месяц только одну статью.

5. Представление академика или члена-корреспондента на имя редакции должно быть написано на отдельном листе с указанием даты представления. В нем необходимо указать: новое, что содержится в статье, научную ценность результатов, насколько статья отвечает требованиям пункта 1 настоящего положения.

6. Статья не должна быть перегружена введением, обзором, таблицами, иллюстрациями и цитированной литературой. Основное место в ней должно быть отведено результатам собственных исследований. Если по ходу изложения в статье сформулированы выводы, не следует повторять их в конце статьи.

7. Статья оформляется следующим образом: сверху страницы в середине пишутся инициалы и фамилия автора, затем—название статьи; справа сверху представляющий статью указывает, к какой области науки относится она. В конце основного текста статьи с левой стороны автор указывает полное название и местонахождение учреждения, где выполнена данная работа.

8. Иллюстрации и чертежи должны быть представлены по одному экземпляру в конверте; чертежи должны быть выполнены черной тушью на кальке. Надписи на чертежах должны быть исполнены каллиграфически в таких размерах, чтобы даже в случае уменьшения они оставались отчетливыми. Подрисуночные подписи, сделанные на языке основного текста, должны быть представлены на отдельном листе. Не следует приклеивать фото и чертежи к листам оригинала. На полях оригинала автор отмечает карандашом, в каком месте должна быть помещена та или иная иллюстрация. Не должны представляться таблицы, которые не могут уме-

ститься на одной странице журнала. Формулы должны быть четко вписаны чернилами в оба экземпляра текста; под греческими буквами проводится одна черта красным карандашом, под прописными — две черты черным карандашом снизу, над строчными — также две черты черным карандашом сверху. Карандашом должны быть обведены полукругом индексы и показатели степени. Резюме представляются на отдельных листах. В статье не должно быть исправлений и дополнений карандашом или чернилами.

9. Список цитированной литературы должен быть отпечатан на отдельном листе в следующем порядке. Вначале пишутся инициалы, а затем — фамилия автора. Если цитирована журнальная работа, указываются сокращенное название журнала, том, номер, год издания, а если цитирована книга, — полное название книги, место и год издания. Если автор считает необходимым, он может в конце указать и соответствующие страницы. Список цитированной литературы приводится не по алфавиту, а в порядке цитирования в статье. При ссылке на литературу в тексте или в сносках номер цитируемой работы помещается в квадратные скобки. Не допускается вносить в список цитированной литературы работы, не упомянутые в тексте. Не допускается также цитирование неопубликованных работ. В конце статьи, после списка цитированной литературы, автор должен подписаться и указать место работы, занимаемую должность, точный домашний адрес и номер телефона.

10. Краткое содержание всех опубликованных в «Сообщениях» статей печатается в реферативных журналах. Поэтому автор обязан представить вместе со статьей ее реферат на русском языке (в двух экземплярах).

11. Автору направляется корректура статьи в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или печатать ее без визы автора.

12. Автору выдается бесплатно 25 оттисков статьи.

(Утверждено Президиумом Академии наук Грузинской ССР 10.10.1968; внесены изменения 6.2.1969)

Адрес редакции: Тбилиси 60, ул. Кутузова, 19, телефоны: 37-22-16, 37-86-42.

Почтовый индекс 380060

Условия подписки: на год — 22 руб. 80 коп.

ა ვ ტ ო რ თ ა ს ა ყ უ რ ა დ ლ ე გ ო ლ

1. უშრანალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევათა ჯერ გამოუქვეყნებელ შედეგებს. წერილები ქვეყნდება მხოლოდ იმ სამეცნიერო დარგებიდან, რომელთა ნომენკლატურული სია დამტკიცებულია აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ.

2. „მოამბეში“ არ შეიძლება გამოქვეყნდეს პოლემიკური წერილი, აგრეთვე მიმოხილვითი ან აღწერითი ხასიათის წერილი ცხოველთა, მცენარეთა ან სხვათა სისტემატიკაზე, თუ მასში მოცემული არაა მეცნიერებისათვის განსაკუთრებით საინტერესო შედეგები.

3. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიკოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბუქდად წელიწადში შეუძლია წარმოადგინოს სხვა ავტორთა არა უმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით), ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი. საკუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანაავტორებთან ერთად — არა უმეტეს სამი წერილისა. გამონაკლის შემთხვევაში როცა აკადემიკოსი ან წევრ-კორესპონდენტი მოითხოვს 12-ზე მეტი წერილის წარდგენას, საკითხს წყვეტს მთავარი რედაქტორი. წარდგინების გარეშე შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია წარმოსადგენად გადასცემს აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (გარდა აკადემიკოსისა და წევრ-კორესპონდენტისა) წელიწადში შეუძლია „მოამბეში“ გამოაქვეყნოს არა უმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთია, თანაავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბუქდად საესეებით მზა სახით, ავტორის სურვილისამებრ ქართულ ან რუსულ ენაზე. ქართულ ტექსტს თან უნდა ახლდეს რუსული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე, ხოლო რუსულ ტექსტს — ქართული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე. წერილის მოცულობა ილუსტრაციებითურთ, რეზიუმეებითა და დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხითურთ, რომელიც მას ბოლოში ერთგის, არ უნდა აღემატებოდეს უშრანალის 4 გვერდს (8000 სასტამბო ნიშანი), ანუ საწერ მანქანაზე ორი ინტერვალით გადაწერილ 6 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულებიანი წერილი კი 5 გვერდს). არ შეიძლება წერილების ნაწილებად დაყოფა სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად. ავტორისაგან რედაქცია ღებულობს თვეში მხოლოდ ერთ წერილს.

5. აკადემიკოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილში, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უზასუხებს ამ წესების 1 მუხლის მოთხოვნას.

6. წერილი არ უნდა იყოს ვალდებურთული შესავლით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოწმებული ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დამოუკიდებელი საკუთარი გამოკვლევების შედეგებს. თუ წერილში გზადაგზა, ქვეთაეების მიხედვით გადმოცემულია დასკვნები, მაშინ საჭირო არაა მათი გამეორება წერილის ბოლოს.

7. წერილი ასე ფორმდება: თავში ზემოთ უნდა დაიწეროს ავტორის ინიციალები და გვარი, ქვემოთ — წერილის სათაური. ზემოთ მარჯვენა მხარეს, წარმომდგენმა უნდა წააწეროს, თუ მეცნიერების რომელ დარგს განეკუთვნება წერილი. წერილის ძირითადი ტექსტის ბოლოს, მარცხენა მხარეს, ავტორმა უნდა აღნიშნოს იმ დაწესებულების სრული სახელწოდება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია შრომა.

8. ილუსტრაციები და ნახაზები წარმოდგენილ უნდა იქნეს თითო ცალად კონვერტით. ამასთან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს კალკაზე შავი ტუშით. წარწერები ნახაზებს უნდა გაუკეთდეს კალიგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემცირების შემთხვევაშიც კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოებისა და ნახაზების დაწებება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდეზე ფანქრით უნდა აღნიშნოს, რა ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისეთი ცხრილი, რომელიც უშრანალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მელნით მკა-



ფიოდ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ეგზემპლარში, ბერძნულ ასოებს ქვემოთ დაწერილ გან უნდა გაესვას თითო ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს—ქვემოთ ორ-ორი ხაზი შავი ფანქრით, ხოლო არამთავრულ ასოებს — ზემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით. ფანქართვე უნდა შემოიფარგლოს ნახევარწრით ნიშნაკებიც (ინდექსები და ხარისხის მაჩვენებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე. წერილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფანქრით ან მელნით.

9. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცელზე. საჭიროა დატულ იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საყურნალო შრომა, ვუჩვენოთ ყურნალის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი. თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ვუჩვენოთ მისი სრული სახელწოდება, გამოცემის ადგილი და წელი. თუ ავტორი საჭიროდ მიიჩნევს, ბოლოს შეუძლია გვერდების ნუმერაციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით, არამედ დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტსა თუ შენიშვნებში კვადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენები უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა. არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც ტექსტში მითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის დამოწმება. დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს სად მუშაობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

10. „მოამბეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერატულ ყურნალში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

11. ავტორს წასაკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებად შეკრული კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (არაუმეტეს ორი დღისა). თუ დადგენილი ვადისათვის კორექტურა არ იქნა დაბრუნებული, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

12. ავტორს უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 25 ამონაბეჭდი.

(დამტკიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1968; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969)

რედაქციის მისამართი: თბილისი 60, კუტუზოვის ქ. № 19; ტელ. 37-22-16, 37-86-42.

საფოსტო ინდექსი 380060

ხ ე ლ მ ო წ ე რ ი ს პ ი რ ო ბ ე ბ ი: ერთი წლით — 22 მან. 80 კაპ.

ფასი 1 რუბ. 90 კოპ.
ЦЕНА 1 РУБ. 90 КОП.

6126/56

