

524
1987



საქართველოს
აкадеმიის
ბულეტენი

ISSN—0132—1447

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

ბულეტენი

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 128 ტომ

№ 3

დეკემბერი 1987 ДЕКАБРЬ

II სერია

65

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI



524
1987
p. 128. W/3

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

შედეგები

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

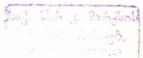
ი. ს.
(65)

60581

ტომი 128 ტომ

№ 3

დეკემბერი 1987 ДЕКАБРЬ



სარედაქციო კოლეჯია

- ე. ანდრონიკაშვილი, ა. აფაქიძე, ბ. ბალაძე, ა. ბიწაძე, ლ. გაბუნია (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), თ. გამყრელიძე, ვ. გომელაური, ა. გუნია (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), ს. ღურმიშიძე, ა. თავხელიძე, ჯ. ლომინაძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), გ. მელიქიშვილი, თ. ონიანი, ე. სენიაშვილი, ა. ფრანგიშვილი, ი. ფრანგიშვილი, ა. ცაგარელი, გ. ციციშვილი, ა. ძიძიგური, შ. ძიძიგური, გ. ხარატიშვილი, ე. ხარაძე (მთავარი რედაქტორი), ნ. ჭავჭავაძე, ვ. ჭიბლაძე

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

პასუხისმგებელი მდივანი ა. იაკობაშვილი
 Ответственный секретарь А. Б. Якобашвили

გადაეცა ასაწყობად 13.10.1987; ხელმოწერილია დასაბეჭდად 11.1.1988; შეკვ. № 3347; ანაწილის ზომა 7×12³/₄; ქაღალდის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 14; სააღრიცხვო-სამომცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 19,6; უფ 09606; ტირაჟი 1450; ფასი 1 ზან. 90 კპპ.

Сдано в набор 13.10.1987; подписано к печати 11.1.1988; зак. № 3347; размер набора 7×12³/₄; размер бумаги 70×108; физический лист 14; уч. издательский лист 18,5; печатный лист 19,6; УЭ 09606; тираж 1450; цена 1 руб. 90 коп.

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

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

შ ი ნ ა ა რ ს ი

მათემატიკა

- * თ ვ ე ფ ხ ვ ა ძ ე. განზოგადებული თეტა-ფუნქციები მახასიათებლით და რიცხვითა წარმოდგენა დადებითად განსაზღვრული კვადრატული ფორმებით 467
- * ო. კ ე ა დ ლ ა, ფ. ხ ა მ შ ა. დრეკადობის მომენტური თეორიის ძირითადი სასაზღვრო ამოცანების გამოკვლევა ანიზოტროპული არეებისათვის 472
- * ს. ა ნ ტ ო ნ ი ა ნ ი. G—ANR-რეზოლვენტები და G-შეივები G-პარისათვის 476
- * ვ. გ ო ლ ო ვ ი ნ ი. გამოთვლადი კონების კომპოლოგიები 479
- * ვ. ბ ლ ა ძ ე. ფურიე—ჰაარის მწკრივის კრებადობასა და აბსოლუტურ კრებადობაზე ცვლადის გარდაქმნის გავლენის შესახებ 482
- * ო. ბ ო ზ ი ე ე ი. ერთი ჰიპერბოლური განტოლების სუსტი ამოხსნების შესახებ 488
- * კ. მ ა ნ ს ი მ ო ვ ი. სასაზღვრო მართვის ოპტიმალობის შესახებ ერთი კლასის განაწილებულპარამეტრიანი სისტემისათვის 492
- * რ. ბ ი წ ა ძ ე. არაწრფივ რხევათა ამოცანის კვაზიწრფივი განტოლების ამოხსნის ზოგადი წარმოდგენა 495
- * რ. ო რ მ ო ც ა ძ ე. ასახვათა განვრცობისა და განზომილებისათვის FG₀-დაფარვითი თვისების შესახებ 499

დრეკადობის თეორია

- * ი. ზ ო ნ ე ნ ა შ ვ ი ლ ი. წანაცვლებული შუა ზედაპირების მქონე შედგენილი გარსების სიხისტის წიბოების საშუალებით შეუღლების ზოგიერთი ვარიანტი 504

ფიზიკა

- * შ. ჯ ა მ ა გ ი ძ ე, კ. კ ო ბ ა ხ ი ძ ე, ვ. ჩ ა ტ ო ვ ი, ლ. ჩ ა ტ ო ვ ა, რ. შ ვ ა ნ გ ი რ ა ძ ე. თხევადი ფაზიდან ეპიტაქსიით მიღებული გერმანიუმის n+p სტრუქტურები 508
- * ე. ქ ე თ ე ლ ი ა, ნ. მ ა ი ს უ რ ა ძ ე, დ. წ ი ე წ ი ვ ა ძ ე, თ. ძ ი გ რ ა შ ვ ი ლ ი. მაღალ ეკუთვნილ ლაზერული აორთქლებით მიღებული GaAs-ის ამორფული ფირების სტრუქტურა 512

კიბერნეტიკა

- * მ. დ ე რ ბ ი ნ ი ა ნ ი. პოსტის მანქანის დიალოგური მოდელის ერთი გამოყენების შესახებ 515

ასტრონომია

- * მ. პ ე რ ე ლ მ ა ნ ი. მრავალფოტონიანი პროცესების ტემპერატურული ზღვარი რელიეფის არეში: ზაზების ფორმის ცვლილება, ენერჯის განაწილება, წყველების განენა 520

ბიოფიზიკა

- * ა. ბ უ რ ქ ე ლ ა ძ ე, გ. ტ ო გ ო ნ ი ძ ე, ს. ფ ა ლ ა ე ა, ი. ე რ ი ს თ ა ვ ი, მ. ა ე - თ ა ნ დ ი ლ ა შ ვ ი ლ ი, დ. ჩ ა ლ ა თ ა შ ვ ი ლ ი, ლ. კ ე ლ ი ძ ე. გეოლოგიური ნიმუშების დათარიღება რადიონახშირბადის მეთოდით 523

* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

- *გ. გუნია, ლ. შავლიაშვილი. გარემოს გაჭუჭყიანების კომპლექსური ექსპერი-
მენტული კვლევის საკითხები 528

ანალიზური ძიშია

- *ი. შათირიშვილი. აქროლად, მცირედ აქროლად და არააქროლად ნიეთიერებათა
ქრომატოგრაფიული ანალიზის კომპლექსური სქემა 532

ზოგადი და არაორგანული ძიშია

- *მ. ავალიანი, ე. გაფრინდაშვილი, მ. გველესიანი, ნ. ჩუღი-
ნოვა, ლ. წყალობაძე, ტ. ადამია. კალიუმ-სკანდიუმის ორმაგი კონ-
დენსირებული ფოსფატების სინთეზი და კვლევა 535

ორგანული ძიშია

- *ლ. კორტავა, ე. უშარაული, ლ. მელიქაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკა-
დემიკოსი), ლ. კოგანი. ნორის ნეთობის მყარი პრომატული ნახშირწყალბა-
დების პიდროპიროლიზატების მას-სპექტრომეტრული კვლევა 540

ფიზიკური გეოგრაფია

- *ზ. იმნაძე, თ. კიტოვანი, ნ. მამაცაშვილი, კ. ჩოჩიევა. ჟიხანჯირის
მიდამოების ჩუღდური ნალექების დახასიათება (დასავლეთ საქართველო) 544

ბიოლოგია

- *გ. ბუანიძე, ი. ადამჩუკი. ტრანსკეპასის რეინიზის არხოტის გეირაბის მასი-
ვის შეღწევალობის პარამეტრების პროგნოზული შეფასება 547

საბადოთა დამუშავება და გაგვიდრება

- *თ. იამანიძე. ქანების ნახტომისებრი ნგრევის პროცესების ოპტიმიზაციის შესახებ
დარტყმითი დატვირთვების ზემოქმედებისას 552
- *გ. ლობანიძე, მ. ტყეშელაძე. სანგრევის იმიტირებულ პირობებში განსაზღე-
რული ქანების ფიზიკურ-ტექნოლოგიური პარამეტრების გამოყენება 556

მეტალურგია

- *ზ. მუშკელიანი, რ. მენაბდე. კონვექტორი დინებები სხმულეებში 560

მანქანათმეცნიერება

- *ი. პიტომაშვილი, მ. თედოშვილი, მ. ჭელიძე. ელექტრომაგნიტური
ვიბროლამგზნების სუბარმონიკული რეჟიმების ექსპერიმენტული კვლევა 564
- *ბ. ნინოშვილი. წვრილდისპერსული მასალის ფენის პნევმოვიბრაციული ტრან-
სპორტირების დინამიკა 568
- *რ. ზუკაკიშვილი, რ. თარგამაძე, ფ. კარიავანი, ა. ტერტერა-
შვილი. გრძივი ღერძის მიმართ მოდელის თავისუფალი ბრუნვის დინამიკაზე
სყარდენების ხახუნის გავლენა 572

ჰიდროტექნიკა

- *შ. გაგოშიძე, ვ. მარგველანი. მდინარის შესართავის თავთხელ აკვატო-
რიაზე ტალღების პარამეტრების განსაზღერის ამოცანის ამოხსნისთვის 576

თბოტექნიკა

*გ. ჩიტაშვილი, გ. არაბიძე, ვ. გოცირიძე, მ. სიგალი, ქ. თბილისის
თბომომარაგების სისტემაში თას-ის გამოყენების ეკონომიკური ეფექტიანობა 580

ამტომობილო მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

*ო. დავითაშვილი, ზოგადი ქვეგამოსახულებიანი არითმეტიკული გამოსახულებების
გამოთვლათა მიმდევრობის დადგენა მრავალრეგისტრიანი ეგმ-ისათვის 584

მასალათა ტექნოლოგია

*ლ. უგულავე, ა. ნადირაძე, მსუბუქი ბეტონის მსხვილი შემესების გრანულო-
მეტრიული შედგენილობის ოპტიმიზაცია სიმპლექსზე დაგეგმვით 587

აღამინისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

*ი. ბარათაშვილი, მ. ჭაჭანიძე, ადგილობრივი სისხლის ნაკადის დინამიკა
თეთრი ვირთაგვას თავის ტვინის ქერქის შუბლის წილის სიმეტრიულ უბნებში
დასწავლისას 592

ბიოქიმია

*ქ. კიზირია, გ. კაიშაური, გოგრის ნაყოფებში ზოგიერთი მიკროელემენტის
შემცველობის გამოკვლევა 595

*რ. ახალკაცი, ნ. ალექსიძე, ვირთაგვას თავის ტვინის ლექტინის მსგავსი ცილები 598

*ს. დოლიძე, პენიცილინის კონცენტრაციის პოტენციომეტრული განსაზღვრის მე-
თოდის სრულყოფა 604

ენტომოლოგია

*არნ. გეგეჭკორი, კავკასიის სხვადასხვა უდაბნოს ფსილიდები (Homoptera,
Psylliidea) 607

ზოოლოგია

*ვ. ჩხიკვაძე, შორეული აღმოსავლეთის ტრიონიქსის სისტემატიკური ადგილის შესახებ 611

პარაზიტოლოგია და ჰელმინთოლოგია

*ც. ლომიძე, ქ. ნიკოლაიშვილი, ნ. მელაშვილი, ტრემატოდების ტუტე
ფოსფატაზების ტემპერატურული ადაპტაციის შესახებ 615

ციტოლოგია

*ლ. ჭეიშვილი, ნ. ლამბაშიძე, ნ. ლოსაბერიძე, ა. კვიციანი, ა.
მიოკარდის ინფარქტის დროს სუპერინის გავლენა გულის კუნთის ულტრა-
სტრუქტურაზე ექსპერიმენტში 620

*მ. კალატოზიშვილი, კატის თავის ტვინის სენსომოტორული ქერქის ნეირონებ-
ში ციტოლაზიმური რნმ-ის რაოდენობითი ცვლილება პოსტემბრიონული პერიოდში 624

ემსპერიმენტული მიდევნება

*ი. ურუშიძე, პარასავიტალური მენინგიომა ბავშვებში 628

ფსიქოლოგია

*მ. ცისკარიძე, ნ. ბარამიძე, ნ. ბარნაბიშვილი, ლ. ვეფხვაძე,
ინდივიდის ქცევის თავისებურებანი ჭგუფში მუშაობისას ამორჩევის სიტუაციაში 632

ეკონომიკა

- *ვ. პაპავა. საზოგადოებრივი წარმოების ეფექტიანობა და მისი განვითარების დან-
 ქარების გაზომვა 636

ენათმეცნიერება

- კ. წერეთელი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). ტერმინი bar
 baytā არამეულ და ირანულ ეპიგრაფიკაში 637
- *დ. გოცირიძე. „ფრაზული ტექსტის“ ცნების კრიტერიუმის შესახებ 642
- *ი. ზიცარი, ც. მენაბდე. ბასკური მარტივი წინადადების აქტუალური დანაწევ-
 რების შესახებ 648
- *ჩ. ჯინჯიხაძე, ი. ზიცარი. წელიწადი და წრეწირი (წრეწირის 360°-ად დაყო-
 ფის წარმოშობის პრობლემისათვის) 651

ფილოლოგია

- ლ. კვირიკაშვილი. ადამიანში სამყაროული პარმონიის ასახვისათვის (წინაგული,
 გულის ყაფაზი და გალობა) 653

ბეჭდვის ისტორია

- დ. ლვინეფაძე, პ. ბაგრატიონი და ლ. ელსნერი — სუფთა ლითონების ციანიდებში
 ხსნადობის პირველი მკვლევარები 657

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

| | |
|--|-----|
| Т. В. Венхвадзе. Обобщенные зэта-функции с характеристиками и представление чисел положительными квадратичными формами | 465 |
| О. О. Чкадуа, Ф. Хамза. Исследование основных задач моментной теории упругости для анизотропных сред | 469 |
| С. А. Антонян. G-ANR-резольвенты и G-шейпы для G-пар | 473 |
| В. Д. Головин. Когомологи вычислимых пучков | 477 |
| В. М. Бугадзе. О влиянии замены переменной на сходимость и абсолютную сходимость ряда Фурье—Хаара | 481 |
| О. Л. Бозиев. О слабых решениях одного гиперболического уравнения | 485 |
| К. Б. Мансимов. К оптимальности граничных управлений в одной системе с распределенными параметрами | 489 |
| Р. Г. Бицадзе. Общее распределение решений квазилинейного уравнения задачи нелинейных колебаний | 493 |
| Р. Н. Ормоцадзе. О продолжении отображений и свойстве FG_δ -накрываемости для размерности | 497 |

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

| | |
|--|-----|
| И. А. Зоненашвили. Некоторые варианты сопряжения составных оболочек со смешанными срединными поверхностями посредством ребра переменного сечения | 501 |
|--|-----|

ФИЗИКА

| | |
|--|-----|
| Ш. З. Джамагидзе, К. А. Кобахидзе, В. А. Чатов, Л. А. Чатова, Р. Р. Швангирадзе. Германиевые p^+ - r -структуры, полученные методом жидкостной эпитаксии | 505 |
| Э. Р. Кутелия, Н. И. Майсурадзе, Д. М. Цивцивадзе, Т. А. Дзиграшвили. Структура аморфных пленок GaAs, полученных лазерным испарением в высоком вакууме | 509 |

КИБЕРНЕТИКА

| | |
|--|-----|
| М. И. Дербинян. Об одном применении диалоговой модели машины Поста | 513 |
|--|-----|

АСТРОНОМИЯ

| | |
|--|-----|
| М. Е. Перельман. Температурные пороги многофотонных процессов в области Рэлея—Джинса: изменение профиля линий, перекачка энергии, рождение пар | 517 |
|--|-----|

* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме статьи.

ГЕОФИЗИКА

- А. А. Бурчуладзе, Г. И. Тогоидзе, С. В. Пагава, И. В. Эристави, М. В. Автандилашвили, Д. В. Чалаташвили, Л. Т. Челидзе. Датирование геологических образцов радиоуглеродным методом 521
- Г. С. Гуния, Л. У. Шавлишвили. К вопросам комплексных экспериментальных исследований загрязнения природных сред 525

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- И. Ш. Шатиришвили. Комплексная схема хроматографического анализа смесей, содержащих летучие, малолетучие и нелетучие вещества 529

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- М. А. Авалиани, В. Н. Гаприндашвили, М. К. Гвелеснани, Н. Н. Чудинова, Л. А. Цкалобадзе, Т. М. Адамия. Синтез и исследование двойных фосфатов калия-скандия 533

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Л. М. Кортава, Э. А. Ушараули, Л. Д. Меликадзе (академик АН ГССР), Л. О. Коган. Масс-спектрометрическое исследование продуктов гидропиролиза твердых ароматических углеводов норийской нефти 537

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

- З. А. Имнадзе, Т. Г. Китовани, Н. С. Мамацашвили, К. И. Чочиева. К характеристике чаудишских отложений окрестностей Джиханджири (Западная Грузия) 541

ГЕОЛОГИЯ

- Г. И. Буачидзе, Ю. В. Адамчук. Прогнозная оценка параметров проницаемости массива Архотского тоннеля Транскавказской железной дороги 545

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ОБОГАЩЕНИЕ

- Т. Ш. Яманидзе. Об оптимизации процессов скачкообразного разрушения горных пород под действием ударных нагрузок 549
- Г. И. Лобжанидзе, М. Т. Ткемаладзе. Использование физико-технологических параметров горных пород, определенных в условиях, имитирующих забойные 553

МЕТАЛЛУРГИЯ

- З. А. Мушкудиани, Р. А. Менабде. Конвективные потоки в слитках 557

МАШИНОВЕДЕНИЕ

- И. А. Питимашвили, М. М. Тедошвили, М. А. Челидзе. Экспериментальное исследование субгармонических режимов электромагнитных вибровозбудителей 561
- Б. И. Ниношвили. Динамика пневмовибрационного транспортирования слоя мелкодисперсного материала 565
- Р. И. Зукакишвили, Р. Ч. Таргамадзе, В. П. Карягин, А. В. Тергерашвили. Влияние трения в опорах на динамику свободного вращения модели относительно продольной оси 569

ГИДРОТЕХНИКА

- Ш. Н. Гагошидзе, В. П. Маргвелани. К решению задачи об определении параметров волны в мелководных приустьевых акваториях рек 573

ТЕПЛОТЕХНИКА

- Г. П. Читашвили, Г. О. Арабидзе, В. Д. Гоциридзе, М. В. Сигал. Экономическая эффективность применения АСТ в системе теплоснабжения г. Тбилиси 577

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

- О. М. Давиташвили. Определение порядка вычисления арифметических выражений с общими подвыражениями для многорегистровых ВС 581

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ

- Л. Г. Угулава, А. Д. Надирадзе. Определение гранулометрического состава крупного заполнителя легкого бетона планированием на симплексе 585

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- И. К. Бараташвили, М. Т. Джаджанидзе. Динамика местного кровотока в симметричных участках лобной коры головного мозга белых крыс в условиях обучения 589

БИОХИМИЯ

- К. П. Кизирия, Г. Н. Кайшаури. Исследование содержания некоторых микроэлементов в тыкве 593
- Р. Г. Ахалкаци, Н. Ф. Алексидзе. Лектиноподобные белки головного мозга крыс 597
- С. А. Долидзе. Усовершенствованная методика потенциометрического определения концентрации пенициллина 601

ЭНТОМОЛОГИЯ

- А. М. Гегечкори. Псиллиды (Homoptera, Psylloidea) разных пустынных биотопов Кавказа 605

ЗООЛОГИЯ

- В. М. Чхиквадзе. О систематическом положении дальневосточного трионикса 609

ПАРАЗИТОЛОГИЯ И ГЕЛЬМИНТОЛОГИЯ

- Ц. В. Ломидзе, Қ. Г. Николаишвили, Н. О. Мелашвили. К вопросу температурной адаптации щелочных фосфатаз трематод 613

ЦИТОЛОГИЯ

- Л. Д. Чейшвили, Н. Б. Гамбашидзе, Н. Ш. Лосаберидзе, А. А. Квирквелия. Влияние супетина на ультраструктуру сердечной мышцы при экспериментальном инфаркте миокарда 617
- М. Д. Калатошишвили. Изменение количества цитоплазматической РНК в нейронах сенсомоторной коры головного мозга кошек в постэпилептическом периоде 621

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- И. М. Урушадзе. Парасагитальные менигиомы у детей 625

ПСИХОЛОГИЯ

- М. А. Цискаридзе, Н. А. Барамидзе, Н. Т. Барнабишвили, Л. Г. Велхвадзе. Особенности поведения индивида в группе в ситуации выбора 629

ЭКОНОМИКА

- В. Г. Папава. Эффективность общественного производства и измерение ускорения его развития 633

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

- * К. Г. Церетели (член-корреспондент АН ГССР). Термин *bar baytā* в арамейской и иранской эпиграфике 639
- Д. З. Гоциридзе. О критериях понятия «фразовый текст» 641
- Ю. В. Зыцарь, Ц. Г. Менабде. Об актуальном членении баскского простого предложения 645

Дж. М. Джинджихадзе, Ю. В. Зыцарь. Год и окружность (к проблеме происхождения деления окружности на 360°)

649

ФИЛОЛОГИЯ

* Л. Ш. Квирикашвили. К вопросу об отражении космической гармонии в строении человека (предсердие, грудная клетка и песнь)

655

ИСТОРИЯ ТЕХНИКИ

* Д. С. Гвинепадзе, П. Р. Багратиони и Л. Эльснер — первые исследователи растворимости чистых металлов в цианидных растворах

659

CONTENTS

MATHEMATICS

| | |
|--|-----|
| T. V. Vepkhvadze. Generalized theta-functions with characteristics and representation of numbers by positive quadratic forms | 468 |
| O. O. Chkadua, F. Hamza. Investigation of the basic problems of the couple-stress theory of elasticity for anisotropic media | 472 |
| S. A. Antonian. G-ANR-resolutions and G-shapes of G-pairs | 476 |
| V. D. Golovin. Cohomology of calculable sheaves | 480 |
| V. M. Bugadze. On the influence of variable change on the convergence and absolute convergence of Haar-Fourier series | 483 |
| O. L. Boziev. On weak solutions of one hyperbolic equation | 488 |
| K. B. Mansimov. On bound controls optimality in a distributed parameter system | 492 |
| R. G. Bitsadze. On the general representation of solutions of a quasilinear equation of nonlinear oscillations problem | 496 |
| R. N. Ormotsadze. On the extension of mappings and on the FG_δ -covering property for dimension | 499 |

THEORY OF ELASTICITY

| | |
|---|-----|
| I. A. Zonenashvili. Some conjugation variants of composite shells with their medial surfaces displaced by means of a variable stiffness rib | 504 |
|---|-----|

PHYSICS

| | |
|--|-----|
| Sh. Z. Jamagidze, K. A. Kobakhidze, V. A. Chatov, L. A. Chatova, R. R. Shvangiradze. Germanium n+p structures grown by the method of liquid epitaxy | 508 |
| E. R. Kulelia, N. I. Maisuradze, D. M. Tsvitsivadze, T. A. Dzig-rashvili. The structure of laser-evaporated Ga-As amorphous films obtained in superhigh vacuum | 512 |

CYBERNETICS

| | |
|---|-----|
| M. I. Derbinyan. On one application of the conversational model of Post machine | 516 |
|---|-----|

ASTRONOMY

| | |
|---|-----|
| M. E. Perel'man. Temperature thresholds of the multiphoton processes in the Rayleigh-Jeans region: line profile modifications, energy transfer, pair production | 520 |
|---|-----|

GEOPHYSICS

| | |
|---|-----|
| A. A. Burchuladze, G. I. Togonidze, S. V. Pagava, I. V. Eristavi, M. V. Avtandilashvili, D. V. Chalataashvili, L. T. Chelidze. The dating of geological samples by the radiocarbon method | 523 |
| G. S. Gunia, L. U. Shavliashvili. Problems of comprehensive experimental investigation of environmental pollution | 528 |

ANALYTICAL CHEMISTRY

- I. Sh. Shatirishvili. A combined scheme of chromatographic analysis of mixtures containing volatile, low-volatile and nonvolatile substances 532

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

- M. A. Avaliani, V. N. Gaprindashvili, M. K. Gvelesiani, N. N. Chudinova, L. A. Tskalobadze, T. M. Adamia. Synthesis and investigation of double phosphates of potassium-scandium 535

ORGANIC CHEMISTRY

- L. M. Kortava, E. A. Usharauli, L. D. Melikadze, L. O. Kogan. Mass-spectrometric study of pyrolyzates of the Norio crude oil solid aromatic hydrocarbons 540

PHYSICAL GEOGRAPHY

- Z. A. Imnadze, T. G. Kitovani, N. S. Mamatsashvili, K. I. Chochieva. Towards the characteristics of Chaudine deposits in the environs of Jikhanjiri (western Georgia) 544

GEOLOGY

- G. I. Buachidze, Yu. V. Adamchuk. Prognostic estimation of mass permeability parameters within the Arkhoti tunnel of the Transcaucasian railway 547

EXPLOITATION AND CONCENTRATION OF DEPOSITS

- T. Sh. Iamanidze. Optimization of stepwise rock destruction process under the influence of impact stresses 552
 G. I. Lobzhanidze, M. T. Tkemaladze. Physical and technological properties of rocks determined in the imitated face 556

METALLURGY

- A. Mushkudiani, R. A. Menabde. Convectional flows in ingots 560

MACHINE BUILDING SCIENCE

- I. A. Pitimashvili, M. M. Tedoshvili, M. A. Chelidze. Experimental investigation of electromagnetic vibration exciters subharmonic regimes 564
 B. I. Ninoshvili. The dynamics of pneumovibrational transportation of fine-dispersive material coating 568
 R. I. Zukakishvili, R. Ch. Targamadze, V. P. Karyagin, A. V. Terterashvili. The effect of friction in supports on the dynamics of free rotation of a model about the longitudinal axis 572

HYDRAULIC ENGINEERING

- Sh. N. Gagoshidze, V. P. Margvelani. Towards solving the problem of wave characteristics definition in shallow inlet areas 576

HEAT ENGINEERING

- G. P. Chitashvili, G. O. Arabidze, V. D. Gotsiridze, M. V. Sigal. Economic efficiency of heat supply atomic station in heat supply system of Tbilisi 580

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

O. M. Davitashvili. Determination of computational order for arithmetic expressions with common subexpressions for multiregister computers 584

MATERIALS OF TECHNOLOGY

L. G. Ugulava, A. D. Nadiradze. Determination of granulometric composition of light-weight concrete coarse fillers by planning on simplex 588

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

I. K. Baratashvili, M. T. Jajanidze. Dynamics of local blood flow in symmetrical regions of brain under conditions of learning in albino rats 592

BIOCHEMISTRY

K. P. Kiziria, G. N. Kaishauri. Investigation of the contents of some microelements in pumpkin 585
 R. G. Akhalkatsi, N. G. Aleksidze. Lectine-like proteins of the rat brain 599
 S. A. Dolidze. Improved procedure for potentiometric determination of penicillin concentration 604

ENTOMOLOGY

A. M. Gegechkori. Psyllids (*Homoptera, Psylloidea*) of various desert biotopes of the Caucasus 608

ZOOLOGY

V. M. Chkhikvadze. On systematic position of the USSR Far East soft-shelled turtle. 611

PARASITOLOGY AND HELMINTHOLOGY

Ts. V. Lomidze, K. G. Nikolaishvili, N. O. Melashvili. Towards the temperature adaptation of trematode alkaline phosphatases 615

CYTOLOGY

L. D. Cheishvili, N. B. Gambashidze, N. Sh. Losaberidze, A. A. Kvirkvelia. The effect of supetin on ultrastructural changes in infarcted myocardium in dogs 620
 M. D. Kalatozishvili. The alteration of cytoplasmic RNA amount in the neurons of cat's sensorimotor cortex in postepileptic period 624

EXPERIMENTAL MEDICINE

I. M. Urushadze. Parasagittal meningiomas in children 628

PSYCHOLOGY

M. A. Tsiskaridze, N. A. Baramidze, N. T. Barnabishvili, L. G. Vepkhvadze. Peculiarities of individual's behaviour in group in choice situation 632

ECONOMICS

V. G. Papava. Efficiency of social production and evaluation of acceleration rates of its development 636

LINGUISTICS

- K. G. Tsereteli. The term *bar baytā* in Aramaic and Iranian epigraphy 639
- D. Z. Gotsiridze. On the criteria of "phrase text" definition 643
- Yu. V. Zytsar, Ts. G. Menabde. On the actual division of Basque simple sentence 648
- J. M. Jinjikhadze, Yu. V. Zytsar. Year and circle. (Towards the division of a circle into 360°) 652

PHILOLOGY

- L. S. Kvirikashvili. On the reflection of cosmic harmony in the structure of man (auricle, thorax and song) 656

HISTORY OF ENGINEERING

- D. S. Gvinepadze, P. R. Bagrationi and L. Elsner — the first investigators of solubility of pure metals in cyanide solutions 659



Т. В. ВЕПХВАДЗЕ

ОБОБЩЕННЫЕ ТЭТА-ФУНКЦИИ С ХАРАКТЕРИСТИКАМИ И
 ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЧИСЕЛ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫМИ
 КВАДРАТИЧНЫМИ ФОРМАМИ

(Представлено академиком Б. В. Хвделидзе 24.3.1986)

Пусть $f = f(x) = \frac{1}{2} \sum_{j,k=1}^N a_{jk} x_j x_k$ — целочисленная положительная квадратичная форма; d — определитель симметрической матрицы $Q = (a_{jk})$; N — степень формы f . Далее, пусть τ — комплексная переменная с условием $\text{Im } \tau > 0$, g и h — целочисленные одностолбчатые матрицы, удовлетворяющие условиям $Qg \equiv 0 \pmod{N}$, $Qh \equiv 0 \pmod{N}$, $P_v(x)$ — шаровая функция v -го порядка относительно квадратичной формы f (см. напр. [1, с. 853]). Тогда определим обобщенную тэта-функцию с характеристиками g и h следующим образом:

$$\mathfrak{F}_{g,h}(\tau; P_v(x), f(x)) = \sum_{x \equiv g \pmod{N}} (-1)^{\frac{h'Q(x-g)}{N^2}} P_v(x) e^{\frac{\pi i x' Q x}{N^2}}. \quad (1)$$

Положим

$$\mathfrak{F}(\tau; f) = \mathfrak{F}_{0,0}(\tau; P_0(x), f(x)), \quad P_0(x) = 1.$$

Теорема 1. Пусть $N^2 | f(g)$, $4N | f(h)$ в случае четного N и h — нулевой вектор в случае нечетного N . Тогда для всякой подстановки $u = \begin{pmatrix} \alpha & \beta \\ \gamma & \delta \end{pmatrix} \in \Gamma_0(N)$ имеет место равенство

$$\mathfrak{F}_{g,h} \left(\frac{\alpha\tau + \beta}{\gamma\tau + \delta}; P_v(x), f(x) \right) = v(u) (V \sqrt{\gamma\tau + \delta})^{s+2v} \mathfrak{F}_{ag,h}(\tau; P_v(x), f(x)), \quad (2)$$

где

$$v(u) = \left(i \frac{\eta(\gamma) (\text{sgn } \delta - 1)}{2} \right)^s \left(i \left(\frac{|\delta| - 1}{2} \right)^2 \right)^s \left(\frac{2^s d}{|\delta|} \right) \left(\frac{(\beta \text{sgn } \delta)^s}{|\delta|} \right), \quad (3)$$

если $2 \nmid s$

$$= (\text{sgn } \delta)^{s/2} \left(\frac{(-1)^{s/2} d}{|\delta|} \right), \quad \text{если } 2 | s,$$

причем $\eta(\gamma) = 1$ при $\gamma \geq 0$ и $\eta(\gamma) = -1$ при $\gamma < 0$.

Теорема 2. Пусть g и h — целочисленные векторы, удовлетворяющие условиям теоремы 1.

f — целочисленная положительная квадратичная форма с числом переменных s_1 , степени N и определителя Δ . Далее, пусть d — определитель матрицы $\begin{pmatrix} \alpha & \beta \\ \gamma & \delta \end{pmatrix} \in \Gamma_0(N)$, $\delta > 0$.



литель некоторой положительной квадратичной формы переменных $s = s_1 + 2v$ и для всех α и δ , для которых $\alpha\delta \equiv 1 \pmod{N}$ выполняется условие

$$(\text{sgn } \delta)^v \left(\frac{(-1)^{[s_1/2]} \Delta}{|\delta|} \right) \mathfrak{F}_{\alpha g, h}(\tau; P_v(x), f(x)) = \left(\frac{(-1)^{[s/2]} d}{|\delta|} \right) \mathfrak{F}_{gh}(\tau; P_v(x), f(x)).$$

Тогда $\mathfrak{F}_{gh}(\tau; P_v(x), f(x))$ является целой модулярной формой веса $-\left(\frac{s_1}{2} + v\right)$ относительно группы $\Gamma_0(N)$ и системы мультипликаторов $v(u)$, где $v(u)$ определены формулами (3).

Теорема 3. Пусть $v > 0$ и выполняются все условия теоремы 2. Тогда функция

$$\mathfrak{F}_{gh}(\tau; P_v(x), f(x))$$

является параболической формой веса $-\left(\frac{s_1}{2} + v\right)$ относительно $\Gamma_0(N)$ и системы мультипликаторов $v(u)$, где $v(u)$ определены формулами (3).

Из теоремы 2, согласно теоремам 1 и 2 работы [1], следует

Теорема 4. Целая модулярная форма веса $-\frac{s}{2}$ относительно группы $\Gamma_0(N)$ и системы мультипликаторов $v(u)$ тождественно равна нулю, если в ее разложении по степеням $Q = e^{2\pi i \tau}$ коэффициенты $C_m = 0$ для всех $m \leq \frac{s}{24} N \prod_{P|N} \left(1 + \frac{1}{P}\right)$.

Теоремы 1, 2 и 3 являются обобщениями соответствующих результатов Шонеберга [2] (см. также [1, с. 855]), Г. А. Ломадзе [3—5] и Т. В. Вепхвадзе [6]. Эти результаты, как известно, применялись при нахождении точных формул для числа представлений чисел положительными квадратичными формами с четным числом переменных или некоторыми тернарными квадратичными формами. Теоремы 2, 3 и 4 настоящей статьи дают единый подход к нахождению точных формул для числа представлений чисел положительными квадратичными формами с четным и нечетным числом переменных. В этой работе получены формулы для числа представлений чисел квадратичными формами

$$f_1 = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 + x_5^2 + x_6^2 + 4x_7^2$$

и

$$f_2 = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 + x_5^2 + 2x_6^2 + 2x_7^2.$$

Теорема 5. Пусть

$$\begin{aligned} f(x) &= 2x_1^2 + 2x_2^2 + 4x_3^2, & g_1 &= (8, 8, 8)', & h_1 &= (0, 0, 0)', \\ g_2 &= (8, 8, 0)', & h_2 &= (0, 0, 0)', & \varphi(x) &= x_1^2 + 2x_2^2 + 2x_3^2, \\ g &= (0, 4, 4)', & h &= (4, 4, 4)'. \end{aligned}$$

Тогда имеют место равенства

$$\mathfrak{F}(\tau; f_1) = E(\tau; f_1) - \frac{3}{2} \mathfrak{F}_{g_1 h_1}(\tau; P_1(x), f(x)) + \frac{3}{2} \mathfrak{F}_{g_2 h_2}(\tau; P_1(x), f(x)),$$



$$\vartheta(\tau; f_2) = E(\tau; f_2) + \frac{1}{2} \vartheta_{gh}(\tau; P_2(x), \varphi(x)),$$

где $E(\tau; f_1), E(\tau; f_2)$ — ряды Эйзенштейна, соответствующие формам f_1 и f_2 ; $P_1(x) = 2x_1^2 - x_2^2 - 2x_3^2$, $P_2(x) = x_2x_3$.

Из этой теоремы следует

Теорема 6. Пусть $r(n; f_1)$ и $r(n; f_2)$ обозначают количества представлений числа n квадратичными формами

$$f_1 = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 + x_5^2 + x_6^2 + 4x_7^2$$

$$f_2 = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 + x_5^2 + 2x_6^2 + 2x_7^2.$$

Далее, пусть $n = 2^\omega m$ ($2 \nmid m$), $4n = r^2 \omega$, $m = r_1^2 \omega_1$ (ω и ω_1 — бесквадратные числа). Тогда

$$r(n; f_1) = \rho(n; f_1) - \frac{3}{2} \sum_{\substack{2n = x_1^2 + x_2^2 + 2x_3^2 \\ 2 \nmid x_1, 2 \nmid x_2, 2 \nmid x_3}} (2x_1^2 - x_2^2 - 2x_3^2) \quad \text{при } 2 \mid \omega,$$

$$= \rho(n; f_1) + \frac{3}{2} \sum_{\substack{2n = x_1^2 + x_2^2 + 2x_3^2 \\ 2 \nmid x_1, 2 \nmid x_2, 2 \nmid x_3}} (2x_1^2 - x_2^2 - 2x_3^2) \quad \text{при } 2 \nmid \omega;$$

$$r(n; f_2) = \rho(n; f_2) + \frac{1}{2} \sum_{\substack{2n = 2x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 \\ 2 \nmid x_2, 2 \nmid x_3}} (-1)^{x_1 + \frac{x_2-1}{2} + \frac{x_3-1}{2}} x_2 x_3,$$

где

$$\rho(n; f_k) = \frac{256}{\pi^3} 2^{\frac{5\omega}{2}} \omega_1^{\frac{5}{2}} \sum_{d|r_1} d^5 \prod_{p|d} \left(1 - \left(\frac{-\omega}{p}\right) p^{-3}\right) L(3; -\omega) \chi_2(f_k)$$

($k = 1, 2$).

Значения величин $L(3; -\omega)$ и $\chi_2(f_k)$ ($k = 1, 2$) даны соответственно в работах ([7, с. 28, лемма 27]) и ([8, с. 69, следствие 1]).

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

(Поступило 30.5.1986)

მათემატიკა

თ. ვეფხვაძე

განყოფილება თემა-ფუნქციები მახასიათებლით და რიცხვთა
წარმოდგენა დადებითად განსაზღვრული კვადრატული
ფორმებით

რეზიუმე

შემოტანილია განყოფილებულმახასიათებლიანი თემა-ფუნქციის ცნება,
შესწავლილია მისი მოდულარული თვისებები, რომელთა გამოყენებით მიღებულია

საქართველოს
მათემატიკის
საზოგადოება

ბულია ფორმულები რიცხვის წარმოდგენათა რაოდენობისათვის

$$x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 + x_5^2 + x_6^2 + 4x_7^2$$

და

$$x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 + x_5^2 + 2x_6^2 + 2x_7^2$$

კვადრატული ფორმებით.

MATHEMATICS

T. V. VEPKHVADZE

GENERALIZED THETA-FUNCTIONS WITH CHARACTERISTICS AND
 REPRESENTATION OF NUMBERS BY POSITIVE QUADRATIC FORMS

Summary

Generalized theta-functions with characteristics are introduced. Their modular properties which are used to obtain formulae for the number of representations of natural numbers $x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 + x_5^2 + x_6^2 + 4x_7^2$ and $x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 + x_5^2 + 2x_6^2 + 2x_7^2$ are studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. Hecke. Analytische Arithmetik der positiven quadratischen Formen. Math. Werke. Gottingen, 1970, 789-918.
2. B. Schoeneberg. Das Verhalten von mehrfachen Thetareihen bei Modulsubstitutionen. Math. Annalen, 116, 1939, 511-523.
3. Г. А. Ломадзе. Труды Тбил. гос. ун-та, 117, 1966, 7-43.
4. Г. А. Ломадзе. Труды Тбил. гос. ун-та, А 4(146), 1972, 15-27.
5. Г. А. Ломадзе. Труды Тбил. мат. ин-та им. А. М. Размадзе, т. 45, 1974, 111-133.
6. Т. В. Вепхვაдзе. Тезисы докладов Всес. конфер. «Теория чисел и ее приложения». Тбилиси, 1985, 31-32.
7. H. Streefkerk. Over het aantal oplossingen der diophantische vergelijking Amsterdam, 1943.
8. А. В. Малышев. Труды Мат. ин-та им. В. А. Стеклова, 65, 1962, 1-312.



О. О. ЧКАДЗА, Ф. ХАМЗА

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ЗАДАЧ МОМЕНТНОЙ ТЕОРИИ
 УПРУГОСТИ ДЛЯ АНИЗОТРОПНЫХ СРЕД

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Гегелиа 5.6.1986)

Граничные задачи моментной теории упругости для изотропных упругих сред полностью исследованы методами теории потенциала и многомерных сингулярных интегральных уравнений в монографии [1].

В [2] методом функционального анализа исследованы гранично-контактные задачи моментной теории упругости для анизотропных неоднородных сред.

Методами интегральных и псевдодифференциальных уравнений изучены граничные и гранично-контактные задачи классической теории упругости, для анизотропных однородных сред в работах [3—6]. Систематические исследования и подробную библиографию по этим вопросам можно найти в монографии [7].

Основные уравнения статики моментной теории упругости имеют вид

$$\mathbf{M}(\partial_x) \mathbb{1}(x) + \mathfrak{F}(x) = 0, \quad x \in D^+(D^-),$$

где $D^+ \subset R^m$ ($m \geq 2$) — конечная область m -мерного евклидова пространства, ограниченная поверхностью S ; S — $(m-1)$ -мерное компактное многообразие без края в R^m ; $D^- = R^m \setminus (D^+ \cup S)$; $\mathbb{1} = (u, \omega)$; $u = (u_1, \dots, u_m)$ — вектор смещения; $\omega = (\omega^1, \dots, \omega^{m'})$ — вектор вращения; $m' = \frac{1}{2}m(m-1)$; $\mathfrak{F} = (F, G)$; $F = (F_1, \dots, F_m)$ — массовая сила и $G = (G^1, \dots, G^{m'})$ — массовый момент;

$$\mathbf{M}(\partial_x) = \left\| \begin{array}{c|c} \overset{1}{\mathbf{M}}(\partial_x) & \overset{2}{\mathbf{M}}(\partial_x) \\ \hline \overset{3}{\mathbf{M}}(\partial_x) & \overset{4}{\mathbf{M}}(\partial_x) \end{array} \right\|_{(m+m') \times (m+m')}$$

$$\overset{1}{\mathbf{M}}(\partial_x) = \|\overset{1}{\mathbf{M}}_{jk}(\partial_x)\|_{m \times m}, \quad \overset{1}{\mathbf{M}}_{jk}(\partial_x) = a_{ijkl} \partial_i \partial_l,$$

$$\overset{2}{\mathbf{M}}(\partial_x) = \|\overset{2}{\mathbf{M}}_j^k(\partial_x)\|_{m \times m'}, \quad \overset{2}{\mathbf{M}}_j^k(\partial_x) = b_{ijl}^k \partial_i \partial_l - \varepsilon_{lr}^k a_{ijlr} \partial_i,$$

$$\overset{3}{\mathbf{M}}(\partial_x) = \|\overset{3}{\mathbf{M}}_k^l(\partial_x)\|_{m' \times m}, \quad \overset{3}{\mathbf{M}}_k^l(\partial_x) = b_{lki}^j \partial_i \partial_l + \varepsilon_{lr}^j a_{irlk} \partial_i,$$

$$\overset{4}{\mathbf{M}}(\partial_x) = \|\overset{4}{\mathbf{M}}^{jk}(\partial_x)\|_{m' \times m'}, \quad \overset{4}{\mathbf{M}}^{jk}(\partial_x) = c_{il}^{jk} \partial_i \partial_l - b_{lri}^k \varepsilon_{lr}^j \partial_i + \varepsilon_{lr}^j b_{lri}^k \partial_l - \varepsilon_{lp}^j \varepsilon_{lr}^k a_{iplr},$$

ε_{ijk} — символ Леви — Чивита; a_{ijkl} , b_{ijl}^k , c_{il}^{jk} — упругие постоянные, удовлетворяющие условиям

$$a_{ijlk} = a_{iklj}, \quad c_{il}^{jk} = c_{li}^{kj}.$$

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

Через $\hat{M}(\partial_x)$ и $\hat{N}(\partial_x, n(z))$ будем обозначать главные части дифференциальных операторов $M(\partial_x)$ и $N(\partial_x, n(z))$.

Ниже будем предполагать, что $\exists M > 0$

$$\forall \xi_{ij}, \eta_i^k \in R:$$

$$a_{ijlk} \xi_{ij} \xi_{lk} + c_{li}^k \eta_i^l \eta_l^k + 2b_{lij}^k \xi_{ij} \eta_l^k \geq M(\xi_{ij} \xi_{ij} + \eta_i^k \eta_i^k).$$

Предполагается также выполнение следующего условия:

$$\forall \xi \neq 0 \quad \det M(i\xi) \neq 0,$$

где $\det M(i\xi)$ — характеристический полином дифференциального оператора $M(\partial_x)$.

Вектор-функция u называется регулярной в D^\pm , если

$$u \in C^1(\bar{D}^\pm) \cap C^2(D^\pm), \quad \lim_{|x| \rightarrow \infty} u(x) = 0 \quad \text{и} \quad M(\partial_x)u \in L_1(D^\pm) \quad (\text{см. [8]}).$$

Задача I $^\pm$. Найти регулярную в D^+ (D^-) вектор-функцию u удовлетворяющую следующим условиям:

$$\forall x \in D^\pm: \quad M(\partial_x)u = 0,$$

$$\forall z \in S: \quad \{u(z)\}^\pm = f(z).$$

Задача II $^\pm$. Найти регулярную в D^+ (D^-) вектор-функцию u , удовлетворяющую условиям

$$\forall x \in D^\pm: \quad M(\partial_x)u = 0,$$

$$\forall z \in S: \quad \{N(\partial_x, n(z))u(z)\}^\pm = g(z),$$

где

$$\{u(z)\}^\pm = \lim_{D^\pm \ni x \rightarrow z \in S} u(x), \quad \{N(\partial_x, n(z))u(z)\}^\pm = \lim_{D^\pm \ni x \rightarrow z \in S} N(\partial_x, n(z))u(x),$$

$$N(\partial_x, n(z)) = \left\| \begin{array}{c|c} \overset{1}{N}(\partial_x, n(z)) & \overset{2}{N}(\partial_x, n(z)) \\ \hline \overset{3}{N}(\partial_x, n(z)) & \overset{4}{N}(\partial_x, n(z)) \end{array} \right\|_{(m+m') \times (m+m')},$$

$$\overset{1}{N}(\partial_x, n(z)) = \|\overset{1}{N}_{jk}(\partial_x, n(z))\|_{m \times m}, \quad \overset{1}{N}_{jk}(\partial_x, n(z)) = a_{ijlk} n_i \partial_l,$$

$$\overset{2}{N}(\partial_x, n(z)) = \|\overset{2}{N}_j^k(\partial_x, n(z))\|_{m \times m'}, \quad \overset{2}{N}_j^k(\partial_x, n(z)) = b_{ijl} n_i \partial_l - a_{ijlr} e_{lr}^k n_j,$$

$$\overset{3}{N}(\partial_x, n(z)) = \|\overset{3}{N}_k^l(\partial_x, n(z))\|_{m' \times m}, \quad \overset{3}{N}_k^l(\partial_x, n(z)) = b_{ikl}^j n_i \partial_j,$$

$$\overset{4}{N}(\partial_x, n(z)) = \|\overset{4}{N}^{lh}(\partial_x, n(z))\|_{m' \times m'}, \quad \overset{4}{N}^{lh}(\partial_x, n(z)) = c_{li}^k n_i \partial_l - b_{lri}^k e_{lr}^h n_i,$$

$n(z) = (n_1(z), \dots, n_m(z))$ — единичный нормаль многообразия S в точке z , внешнюю по отношению D^+ .

Фундаментальное решение H оператора $M(\partial_x)$ имеет вид

$$H(x) = F^{-1} \left(\pm \frac{1}{2\pi} \int_{\pm} M^{-1}(i\xi', i\tau) e^{i\xi'x_n} d\tau \right),$$

где знак „+“ относится к случаю $x_n > 0$, знак „-“ к случаю $x_n < 0$,
 \int_{\pm} — обход в положительном направлении τ -нулей многочлена $\det \mathbf{M}(i\xi', i\tau)$
 соответственно в верхней и нижней τ -полуплоскостях, F^{-1} есть обратное
 преобразование Фурье, которое понимается в обобщенном смысле.

Решение задачи I $^{\pm}$ будем искать в виде потенциала двойного слоя

$$\Pi(x) = \int_S [\mathbf{N}(\partial_\nu, n(y)) H(x-y)]' \varphi(y) d_\nu S \quad (1)$$

и решение задачи II $^{\pm}$ в виде потенциала простого слоя

$$\Pi(x) = \int_S H(x-y) \psi(y) d_\nu S. \quad (2)$$

Знак []' означает транспонирование матрицы.

Учитывая граничные свойства потенциалов (1), (2) и граничные условия задач, для определения искомых векторов φ , ψ получаем следующие интегральные уравнения:

$$\pm \frac{1}{2} \varphi(z) + \int_S [\mathbf{N}(\partial_\nu, n(y)) H(z-y)]' \varphi(y) d_\nu S = f(z), \quad (3)^{\pm}$$

$$\mp \frac{1}{2} \psi(z) + \int_S \mathbf{N}(\partial_\nu, n(z)) H(z-y) \psi(y) d_\nu S = g(z). \quad (4)^{\pm}$$

Доказывается, что полученные интегральные уравнения (3) $^{\pm}$, (4) $^{\pm}$ сингулярные, а символические детерминанты этих уравнений вычисляются формулами

$$\det \pm \frac{1}{2\pi i} \int_{\pm} \overset{\circ}{\mathbf{N}}(\xi + n\tau, n) \overset{\circ}{\mathbf{M}}^{-1}(\xi + n\tau)' d\tau, \quad (5)^{\pm}$$

$$\det \pm \frac{1}{2\pi i} \int_{\pm} \overset{\circ}{\mathbf{N}}(\xi + n\tau, n) \overset{\circ}{\mathbf{M}}^{-1}(\xi + n\tau) d\tau, \quad (6)^{\pm}$$

где ξ — касательный вектор в точке z .

Эти символические детерминанты отличны от нуля и следовательно, полученные сингулярные интегральные уравнения (3) $^{\pm}$, (4) $^{\pm}$ являются нормально разрешимыми.

Продолжая исследование этих уравнений так же как в [1], получаем следующую теорему существования и единственности.

Теорема. Если $S \in C^{2,\alpha}$, $\alpha > 0$, задача I $^{\pm}$ имеет единственное регулярное решение при произвольном $f \in C^{1,\beta}(S)$ ($0 < \beta < \alpha \leq 1$). Если $S \in C^{1,\alpha}$, $g \in C^{0,\beta}(S)$, то задача II $^{\pm}$ имеет регулярное решение тогда и только тогда, когда

$$\int_S g(y) u(y) d_\nu S = 0,$$

$$u(y) = (\varepsilon_{i1}^r y_i a^r + b_1, \dots, \varepsilon_{im}^r y_i a^r + b_m, a^1, \dots, a^{m'}),$$

где $a^1, \dots, a^{m'}$, b_1, \dots, b_m — некоторые постоянные.



Если $S \in C^{1,\alpha}$ и $g \in C^{0,\beta}(S)$, то при $m > 2$ задача II⁻ имеет регулярное решение при произвольном g ; а при $m = 2$ задача II⁻ имеет регулярное решение тогда и только тогда, когда

$$\int_S g(y) dy = 0.$$

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

Арабская республика Египет
Александрийский университет

(Поступило 6.6.1986)

მათემატიკა

მ. შაღაშა, ფ. ხამზა

დრეკადობის მომენტური თეორიის ძირითადი სასაზღვრო ამოცანების გამოკვლევა ანიზოტროპული არამეხისათვის

რეზიუმე

ნაშრომში პოტენციალისა და სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა მეთოდით შესწავლილია დრეკადობის მომენტური თეორიის I და II სასაზღვრო ამოცანები ერთგვაროვანი ანიზოტროპული არეებისათვის. მიღებულია არსებობისა და ერთადერთობის თეორემები.

MATHEMATICS

O. O. CHKADUA, F. HAMZA

INVESTIGATION OF THE BASIC PROBLEMS OF THE COUPLE-STRESS THEORY OF ELASTICITY FOR ANISOTROPIC MEDIA

Summary

Boundary value problems of statics equations of couple-stress theory of elasticity are studied for anisotropic homogeneous media by the potential method and by singular integral equations.

Theorems of the existence and uniqueness of solutions of the first and second boundary value problems are obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Д. Купрадзе, Т. Г. Гегелиа, М. О. Башелейшвили, Т. В. Бурчуладзе. Трехмерные задачи математической теории упругости и термоупругости. М., 1976.
2. О. И. Маисана, Р. И. Гачечиладзе. Труды ИПМ ТГУ, 1978, V—VI, 68—92.
3. Р. В. Капанадзе. Сообщения АН ГССР, 88, № 2, 1977.
4. О. О. Чкадуа. Сообщения АН ГССР, 107, № 2, 1982.
5. О. О. Чкадуа. Республ. школа-конф. по общей механике и теории упругости. Тезисы докладов. Телави, 1981.
6. Д. Г. Натрошвили. Труды ИПМ ТГУ, 10, 1981.
7. Т. В. Бурчуладзе, Т. Г. Гегелиа. Развитие метода потенциала в теории упругости. Тбилиси, 1985.
8. Т. В. Бучукури, Т. Г. Гегелиа. Республиканская конференция высших учебных заведений ГССР, тезисы докладов. Кутаиси, 1986.



С. А. АНТОНЯН

G—ANR-РЕЗОЛЬВЕНТЫ И G-ШЕЙПЫ ДЛЯ G-ПАР

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 30.4.1986)

В работе вводится понятие *G*-пространства конечного типа, дается внутренняя характеристика *G*-резольвент, и на основании этого дается способ построения эквивариантной шейповой категории для *G*-пар. С помощью этого способа доказывается, что функтор перехода к пространству орбит факторизуется через эквивариантный шейповый функтор.

Все используемые здесь без определения понятия и обозначения можно найти в работах [1—4]. Всяду в работе считается, что *G*—компактная группа Ли, хотя многие определения и результаты имеют место и в случае любой хаусдорфовой компактной* группы *G*.

Далее через *Тор* (соотв. *Тор^G*) мы обозначаем категорию всех топологических пространств (соотв. *G*-пространств) и их непрерывных (соотв. эквивариантных) отображений. нас будут* интересовать следующие полные подкатегории *Тор*: *М* — всех метризуемых пространств, *С* — всех компактов, *СМ* — всех метризуемых компактов, *Р* — всех *p*-паракомпактных пространств. Если *К* — какая либо топологическая категория, то *К^G* будет означать такую полную подкатеорию категории *Тор^G*, что каждый объект *X* ∈ *К^G*, рассматриваемый как топологическое пространство, является объектом *К*.

1. *G*-пространства конечного типа.

Определение 1. *G*-пространство *X* называется конечного типа, если существуют евклидово *G*-пространство *E* и эквивариантное отображение *f*: *X* → *E* так, что *G_x* = *G_{f(x)}* для всех *x* ∈ *X*.

Теорема 1. Для каждого тихоновского *G*-пространства *X* конечного типа существуют евклидово *G*-пространство *E* и эквивариантное замкнутое вложение *i*: *X* → *E* × (*X*/*G*), где *X*/*G* — пространство орбит для *X*, на котором *G* действует тривиально.

Теорема 2. Пусть *K* ∈ {*М*, *С*, *СМ*, *Р*}. Тогда:

1. Всякое *G*-пространство *X* ∈ *K^G* конечного типа можно замкнуть и эквивариантно вложить в некоторое *G* = *AR*(*K*) пространство конечного типа

2. Если *G*-пространство *X* имеет конечный тип и *X* ∈ *G*—*ANR*(*K*) (соотв. *X* ∈ *G*—*AR*(*K*)), то *X*/*G* ∈ *ANR*(*K*) (соотв. *X*/*G* ∈ *AR*(*K*)).

Я. Яворовский [13] определил понятие *G*-пространства конечной структуры и доказал, что если такое пространство метризуемо, то оно имеет конечный тип. С другой стороны, из теоремы 1 легко следует, что всякое тихоновское пространство конечного типа обладает конечной структурой в смысле [3]. Однако существует такое *G*-пространство конечной структуры, которое не имеет конечный тип.



Следующая теорема дает ответ на вопрос 4 из [2].

Теорема 3. Пусть X метризуемое G -пространство (не обязательно конечно типа) и пусть $X \in G-ANR(M)$ (соотв. $X \in G-AR(M)$). Тогда $X/G \in ANR(M)$ (соотв. $X/G \in AR(M)$).

Доказательство этой теоремы опирается на развиваемую ниже технику $G-ANR(M)$ -резольвент.

2. Внутренняя характеристика G -резольвент.

Определение 2. Пусть X — некоторое G -пространство, H — замкнутая подгруппа группы G , а S — некоторый H -срез в X . Тогда подмножество $OS = \{gs; g \in O, s \in S\}$, где O — открытое подмножество группы G , называется трубчатым сегментом в X .

3. Покрытие ω G -пространства X называется G -покрытием (соотв. инвариантным), если $gU \in \omega$ (соотв. $gU = U$) для всех $g \in G, U \in \omega$.

4. Пусть X — G -пространство, и пусть для каждого $\lambda \in \Lambda, S_\lambda$ — некоторый H_λ -срез в X (H_λ -замкнутая подгруппа группы G), а O_λ — инвариантная (т. е. $gO_\lambda = O_\lambda g, \forall g \in G$) окрестность единицы в G . Тогда G -покрытие $\omega = \{gO_\lambda S_\lambda; \lambda \in \Lambda, g \in G\}$ называется G -нормальным, если существует инвариантное разбиение единицы $\{\varphi_\lambda\}$ (т. е. все функции φ_λ инвариантны), подчиненное инвариантному покрытию $\{GS_\lambda\}$. Для того чтобы указать и подгруппы H_λ, G -нормальное покрытие ω будем обозначать так: $\omega = \{gO_\lambda S_\lambda, H_\lambda\}$.

5. Скажем, что G -нормальное покрытие ω G -вписано в G -нормальное покрытие ω' и обозначим это так: $\omega \stackrel{G}{>} \omega'$, если для любого $(gO_\lambda S_\lambda, H_\lambda) \in \omega$ существуют такие $t \in G$ и $(g'O_\alpha S'_\alpha, H'_\alpha) \in \omega'$, что $gO_\lambda S_\lambda \subset g'O_\alpha S'_\alpha, H_\lambda \subset tH'_\alpha t^{-1} g'O_\alpha H'_\alpha t \subset g'O_\alpha H'_\alpha$.

Пусть $\underline{X} = \{X_\lambda, p_{\lambda\lambda'}, \Lambda\}$ обратный спектр в Top^G , т. е. объект категории pro-Top^G и пусть $\underline{p} = (p_\lambda): X \rightarrow \underline{X}$ — морфизм категории pro-Top^G . Рассмотрим следующие два условия;

(A₁) Для любого G -нормального покрытия ω для X существуют $\lambda \in \Lambda$ и G -нормальное покрытие σ для X_λ , так что $p_\lambda^{-1}(\sigma) \stackrel{G}{>} \omega$ (здесь $p_\lambda^{-1}(\sigma)$ означает прообраз покрытия σ при p_λ , которое, как легко видеть, также является G -нормальным покрытием).

(A₂) Для любого $\lambda \in \Lambda$ и любого G -нормального покрытия ω для X_λ , существует $\lambda' \in \Lambda, \lambda' \geq \lambda$ так, что $p_{\lambda\lambda'}(X_{\lambda'}) \subset St(p_\lambda(X), \omega)$, где $St(p_\lambda(X), \omega)$ — звезда множества $p_\lambda(X)$ относительно ω .

Теорема 4. Морфизм $\underline{p}: X \rightarrow \underline{X}$ в pro-Top^G является резольвентой в том и только в том случае, когда он удовлетворяет указанным выше условиям (A₁) и (A₂).

Эта теорема дает внутреннюю характеристику понятия G -резольвенты, введенного в [1] для построения эквивариантной теории шейпов. На ней основаны доказательства всех последующих результатов.

Теорема 5. Пусть $\underline{p} = (p_\lambda): X \rightarrow \underline{X} = \{X_\lambda, p_{\lambda\lambda'}, \Lambda\}$ — морфизм в категории pro-Top^G и пусть X и все X_λ — компактны. Тогда \underline{p} является обратным пределом в pro-Top^G в том и только в том случае, если он удовлетворяет условиям (A₁) и (A₂).

Теорема 6. Пусть группа G и G -пространство X хаусдорфовы и компактны. Тогда существует такой обратный предел $\underline{p}: X \rightarrow \{X_\lambda, p_{\lambda\lambda'}, \Lambda\}$

в $\text{pro} - \text{Top}^G$, что $|\Lambda| = \omega(X)$, каждое $\lambda \in \Lambda$ имеет конечное число предшествующих элементов и каждое X_λ есть компактный эквивариантный окрестностный ретракт некоторого евклидова G -пространства E_λ .

3. $G - ANR$ -резольвенты и G -шейпы для G -пар.

Под G -парой подразумеваем пару (X, A) , где X — некоторое G -пространство, а A — его произвольное инвариантное подмножество. Эквивариантным или G -отображением G -пары (X, A) в G -пару (Y, B) называется такое эквивариантное отображение $f: X \rightarrow Y$, что $f(A) \subset B$. Категорию всех G -пар и их эквивариантных отображений обозначаем через $\text{Top}^G(2)$.

Определение 6. Пусть (X, A) — любая G -пара, а $\{(X_\lambda, A_\lambda), p_{\lambda\lambda'}, \Lambda\} = (X, A)$ обратный спектр в $\text{Top}^G(2)$. Морфизм $\underline{p} = (p_\lambda): (X, A) \rightarrow (X, A)$ категории $\text{pro} - \text{Top}^G(2)$ назовем G -резольвентой для G -пары (X, A) , если для любой $G - ANR$ -пары (P, Q) (т. е. для G -пары (P, Q) , где $P, Q \in G - ANR(M)$ и Q замкнуто в P) и любого открытого покрытия ω пространства P выполняются следующие условия:

(A₁) Для любого G -отображения $f: (X, A) \rightarrow (P, Q)$ существуют $\lambda \in \Lambda$ и G -отображение $h: (X_\lambda, A_\lambda) \rightarrow (P, Q)$ так, что $h p_\lambda$ и f ω -близки.

(A₂) Существует такое открытое покрытие ω' для P , что как только $\lambda \in \Lambda$ и $h_0, h_1: (X_\lambda, A_\lambda) \rightarrow (P, Q)$ такие G -отображения, что $h_0 p_\lambda$ и $h_1 p_\lambda$ ω' -близки, существует $\lambda' \geq \lambda$ так, что $h_0 p_{\lambda\lambda'}$ и $h_1 p_{\lambda\lambda'}$ ω -близки.

Если все (X_λ, A_λ) — суть $G - ANR$ -пары, то мы говорим о $G - ANR$ -резольвенте.

Отметим, что в этом определении, взяв в качестве G тривиальную группу, мы получим обычное определение резольвенты для пары, впервые рассмотренное в [4]. Если пропустить все A_λ, A и Q , то определение 6 превратится в определение G -резольвенты одного G -пространства, введенного в [1].

Очевидно, что с каждым морфизмом $\underline{p}: (X, A) \rightarrow (X, A)$ ассоциированы два морфизма $\underline{p}_X: X \rightarrow X$ и $\underline{p}_A: A \rightarrow A$ в $\text{pro} - \text{Top}^G$, которые определяются ограничением \underline{p} на X и на A соответственно.

Теорема 7. Морфизм $\underline{p}: (X, A) \rightarrow (X, A)$ категории $\text{pro} - \text{Top}^G(2)$ есть резольвента тогда и только тогда, когда $\underline{p}_X: X \rightarrow X$ есть G -резольвента и \underline{p} удовлетворяет следующему условию:

(A₃) Для любого $\lambda \in \Lambda$ и любого G -нормального покрытия ω для X_λ существует $\lambda' \geq \lambda$ так, что $p_{\lambda\lambda'}(A_{\lambda'}) \subset St(p_\lambda(A), \omega)$.

Теорема 8. Всякая G -пара обладает $G - ANR$ -резольвентой. Через $[\text{Top}^G(2)]$ обозначается эквивариантная гомотопическая категория всех G -пар, а через $[ANR^G(2)]$ обозначается ее полная подкатегория, объектами которой являются все G -пары, имеющие G -гомотопический тип некоторой $G - ANR$ -пары.

Теорема 9. Для всякой G -резольвенты $\underline{p}: (X, A) \rightarrow (X, A)$ индуцированный им с помощью эквивариантного гомотопического функтора морфизм $[\underline{p}] = ([p_\lambda]): (X, A) \rightarrow \{(X_\lambda, A_\lambda), [p_{\lambda\lambda'}], \Lambda\}$ категории $\text{pro} - [\text{Top}^G(2)]$ является $[ANR^G(2)]$ -разложением в смысле [4], гл. 1, §2.2.

Согласно общекатегорной схеме (4, гл. 1, §2.3) пара $[\text{Top}^G(2)]$, $[ANR^G(2)]$ порождает эквивариантную шейповую категорию $SH^G(2)$ для G -пар. Аналогично, с помощью теоремы 6 строится эквивариантная шей-

повая категория для G -компактов. Этот результат автором получен раньше — в 1982 г. и был доложен Ю. М. Смирновым на Ленинградской топологической конференции (1982 г.) и автором на топологической школе в Бакуриани (1983 г.).

Теорема 10. Пусть $sh^G : \text{Top}^G(2) \rightarrow SH^G(2)$ и $sh : \text{Top}(2) \rightarrow SH(2)$ — эквивариантный и обычный шейповые функторы, а $\pi : \text{Top}^G(2) \rightarrow \text{Top}(2)$ — функтор перехода к пространству орбит. Тогда существует единственный функтор $\mu : SH^G(2) \rightarrow SH(2)$ так, что $sh \circ \pi = \mu \circ sh^G$.

Все результаты заметки были доложены автором на семинаре памяти П. С. Александрова в мае 1986 г.

Ереванский университет

(Поступило 6.5.1986)

მათემატიკა

ს. ანტონიანი

G -ANR-რეზოლუციები და G -შიკაპები G -პარისათვის

რეზიუმე

შემოტანილია სასრული ტიპის G -სივრცის ცნება და მოცემულია G -რეზოლუციის შინაგანი დახასიათება. G -ANR-რეზოლუციითა საშუალებით G -წყვილისათვის აგებულია ეკვივარიანტული შეიპური კატეგორია.

MATHEMATICS

S. A. ANTONIAN

G -ANR-RESOLUTIONS AND G -SHAPES OF G -PAIRS

Summary

The notion of G -space of finite type is introduced, and an internal characterization of G -resolutions is given. With the help of G -ANR-resolutions the equivariant shape category for G -pairs is constructed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. S. A. Antonian, S. Mardešić. Fund. Math., 127 (1987).
2. S. A. Antonian. in: Aspects of topology. London Math. Soc. Lect. Note Ser. 93. Cambridge Univ. Press 1985.
3. J. Jaworowski. Acta Math. Acad. Sci. Hungar. 39 (1—3), 1982.
4. S. Mardešić, J. Segal. Shape theory. North-Holland, Amsterdam, 1982.

В. Д. ГОЛОВИН

КОГОМОЛОГИИ ВЫЧИСЛИМЫХ ПУЧКОВ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 25.4.1986)

Вычислимые пучки абелевых групп были введены Гротендиком [1] в связи с его теоремой конечности для когомологий компактных топологических пространств. Недавно автором [2] было показано, что для аналитических пучков понятие вычислимости тесно связано с понятиями конечности типа и когерентности, играющими важную роль в комплексной аналитической геометрии (см., например, [3]). В настоящей работе предложен новый метод вычисления групп когомологий с коэффициентами в вычислимых пучках абелевых групп как когомологий некоторого комплекса, определяемого последовательностью открытых покрытий пространства. Указаны также некоторые приложения к теоремам отделимости для пространств когомологий.

Определение 1. Пучок абелевых групп F над топологическим пространством X называется *вычислимым*, если при каждом целом $k \geq 1$ для любой открытой окрестности U произвольной точки $x_0 \in X$ существует такая открытая окрестность $V \subset U$ точки x_0 , что отображение ограничения

$$H^k(U; F) \rightarrow H^k(V; F)$$

имеет нулевой образ (ср. [1]).

Если F — вычислимый пучок абелевых групп над паракомпактным топологическим пространством X , то при каждом целом $k \geq 0$ для любого достаточно мелкого локально конечного покрытия \mathcal{U} пространства X открытыми множествами каноническое отображение

$$H^k(\mathcal{U}; F) \rightarrow H^k(X; F)$$

сюръективно (ср. [1]).

Пусть X — паракомпактное топологическое пространство; F — пучок абелевых групп над X ; \mathcal{U}_n — произвольное покрытие пространства X открытыми множествами. При каждом $s=1, 2, \dots, n+1$ выберем по индукции достаточно мелкое локально конечное покрытие \mathcal{U}_s пространства X открытыми множествами, вписанное в покрытие \mathcal{U}_{s-1} . Обозначим через τ симплициальное отображение нервов покрытий, с помощью которого покрытие \mathcal{U}_s вписано в \mathcal{U}_{s-1} . Тогда определено коцепное отображение комплексов $\tau: C^k(\mathcal{U}_{s-1}; F) \rightarrow C^k(\mathcal{U}_s; F)$. При каждом $k=0, 1, \dots, n+1$ положим $K^k = \{ (f, g) \in C^{n+1}(\mathcal{U}_{n-k}; F) \times C^k(\mathcal{U}_{n-k+1}; F) : \tau f = \delta g \}$, где $\delta: C^k(\mathcal{U}_{n-k+1}; F) \rightarrow C^{k+1}(\mathcal{U}_{n-k+1}; F)$ — стандартный кограничный оператор (считаем, что покрытие \mathcal{U}_{n-1} тривиально, т. е. состоит из одного элемента). При каждом $k=0, 1, \dots, n$ определим кограничный оператор $\delta: K^k \rightarrow K^{k+1}$, действующий по формуле $\delta(f, g) = (0, f)$. (Эта конструкция кограничного оператора



аналогична соответствующей конструкции Аллендорфера [4]). Так как $\delta \circ \delta = 0$, то получаем коцепной комплекс абелевых групп K^0 .

Теорема 1. Если F — вычислимый пучок абелевых групп над X , то при подходящем выборе покрытий $\mathcal{U}_1, \dots, \mathcal{U}_{n+1}$ и каждом $k=0, 1, \dots, n$ имеет место канонический изоморфизм абелевых групп

$$H^k(X; F) = H^k K^0.$$

Определение 2. Пучок абелевых групп F над топологическим пространством X удовлетворяет *принципу аналитического продолжения*, если для каждой достаточно малой открытой окрестности U произвольной точки $x_0 \in X$ каноническое отображение

$$\Gamma(U; F) \rightarrow F_{x_0}$$

инъективно (ср. [5]).

Пучок векторных пространств F над топологическим пространством X называется *пучком Фреше-Монтеля*, если для каждого открытого множества $U \subset X$ группа сечений $\Gamma(U; F)$ наделена топологией пространства Фреше и для любого открытого множества $V \subset X$, содержащегося и относительно компактного в U , отображение ограничения $r_{UV}: \Gamma(U; F) \rightarrow \Gamma(V; F)$ вполне непрерывно.

Пример. Любая когерентный аналитический пучок F на комплексном пространстве X , счетном в бесконечности, является вычислимым пучком Фреше-Монтеля, удовлетворяющим принципу аналитического продолжения.

Теорема 2. Пусть X — паракомпактное топологическое пространство со счетным базисом открытых множеств, S — компактное множество в X , и F — вычислимый пучок Фреше-Монтеля над X , удовлетворяющий принципу аналитического продолжения. Тогда топологическое векторное пространство $H^k(S; F)$ отделимо в том и только в том случае, если выполняется следующее условие: для каждой открытой окрестности U множества S существует такая открытая окрестность $V \subset U$ множества S , что ядро отображения

$$H^k(U; F) \rightarrow H^k(S; F)$$

содержится в ядре отображения

$$H^k(U; F) \rightarrow H^k(V; F).$$

Замечания. 1) Полезно сравнить условие этой теоремы с определением п. 1. 2) Теорема п. 2 позволяет естественным образом определить топологию в векторном пространстве $H^k(U; F)$ для каждого открытого множества $U \subset X$. Ввиду теоремы Банаха о гомоморфизме, эта топология не зависит от выбора покрытий $\mathcal{U}_1, \dots, \mathcal{U}_{n+1}$. Векторное пространство $H^k(S; F)$ естественным образом наделяется топологией локально выпуклого индуктивного предела

$$H^k(S; F) = \varinjlim H^k(U; F),$$

где U пробегает все открытые окрестности множества S .

3) Теорему п. 3 можно рассматривать как обобщение теоремы конечности Гротендика (см. [1, с. 4]). Аналогично теореме п. 3 мож-

но получить обобщение критерия отделимости Рами — Рюже — Вердые [6].

Доказательство теоремы п. 3 основано на следующей теореме.

Теорема 3. Пусть (E_n) и (F_n) — две регулярные индуктивные последовательности пространств Фреше с вполне непрерывными отображениями, и $f: E \rightarrow F$ — непрерывное линейное отображение соответствующих индуктивных пределов. Тогда образ $f(E)$ замкнут в пространстве F в том и только в том случае, когда выполняется следующее условие: для каждого целого положительного n существует такое целое положительное $m=m(n)$, что

$$f(E) \cap F_n = f(E_m) \cap F_n.$$

Пусть X — паракомпактное топологическое пространство, O — пучок коммутативных колец с единицей над X , E — O -модуль, допускающий над X свободную резольвенту

$$\dots \rightarrow O^r_1 \xrightarrow{\sigma_1} O^r_0 \xrightarrow{\sigma_0} E \rightarrow 0,$$

и F — произвольный O -модуль. Для достаточно мелких локально конечных покрытий U_0, \dots, U_{n+1} пространства X открытыми множествами, определенных в п. 2, рассмотрим двойной комплекс $K^{i,j}(F) = \{(f, g) \in C^{i+1}(U_{n-j}; \text{Hom}_0(O^r_j, F)) \times C^j(U_{n-i+1}; \text{Hom}_0(O^r_j, F)) : \tau f = \delta g\}$, дифференциалы которого определяются соответственно кограничным оператором $\delta: K^{i,j}(F) \rightarrow K^{i+1,j}(F)$, действующим по формуле $\delta(f, g) = (0, f)$ (см. п. 2), и гомоморфизмом $\sigma_{j+1}: O^{r_{j+1}} \rightarrow O^r_j$ свободной резольвенты. Обозначим через $K(F)$ ассоциированный одинарный комплекс

$$K^k(F) = \coprod_{i+j=k} K^{i,j}(F).$$

Теорема 4. Если F — вычислимый O -модуль над X , то при подходящем выборе покрытий U_1, \dots, U_{n+1} и каждом $k=0, 1, \dots, n$ имеет место канонический изоморфизм $\Gamma(X; O)$ -модулей

$$\text{Ext}_O^k(X; E, F) = H^k K(F).$$

Харьковский государственный университет
им. А. М. Горького

(Поступило 6.6.1986)

გამომცემი

3. გომომიონი

გამომცემი კონების კომპოლოგიები

რეზიუმე

წარმოდგენილია ახლის ჯგუფთა გამოთვლადი კონების კოეფიციენტებისა და კომპოლოგიის ჯგუფების გამოთვლის ახალი მეთოდი. მითითებულია ზოგი გამოყენება კომპოლოგიის სივრცეთა განცალგების თეორემაში.

V. D. GOLOVIN

COHOMOLOGY OF CALCULABLE SHEAVES

Summary

A new method of computation of the cohomology groups with coefficients in calculable sheaves of Abelian groups is presented. Some applications to the separation theorems for cohomology spaces are indicated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. Grothendieck. Bull. Soc. Math., France, 84, № 1, 1956, 1-7.
2. В. Д. Головин. ДАН СССР, 286, № 1, 1986, 15—18.
3. G. Fischer. Complex analytic Geometry (Lect. Notes Math. № 538), Berlin, Heidelberg, New-York, Springer-Verlag, 1976, 203.
4. C. B. Allendoerfer, J. Eells, Jr., Comm. Math. Helv., 32, № 3, 1958, 165-179.
5. H. Cartan. Ann. Sci. Ecole Norm. Sup. (3), 61, 1944, 149-197.
6. J.-P. Ramis, G. Ruget, J.-L. Verdier. Invent. math., 13, № 4, 1971, 261-283.

МАТЕМАТИКА

В. М. БУГАДЗЕ

О ВЛИЯНИИ ЗАМЕНЫ ПЕРЕМЕННОЙ НА СХОДИМОСТЬ
 И АБСОЛЮТНУЮ СХОДИМОСТЬ РЯДА ФУРЬЕ—ХААРА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Жижиашвили 5.5.1986)

В работе исследованы вопросы, связанные с влиянием замены переменной на сходимость и абсолютную сходимость ряда Фурье—Хаара.

Пусть $f \in L(0, 1)$. Ряд Фурье этой функции относительно системы Хаара $\{\chi_m\}$ (см. [1, с. 54]), или ряд Фурье—Хаара функции, имеет вид

$$f(t) \sim \sum_{m=1}^{\infty} a_m(f) \chi_m(t) \equiv a_1(f) + \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{k=1}^{2^n} a_n^{(k)}(f) \chi_n^{(k)}(t),$$

где

$$a_1(f) = \int_0^1 f(t) dt, \quad a_m(f) = a_n^{(k)}(f) = \int_0^1 f(t) \chi_n^{(k)}(t) dt, \quad 2 \leq m < \infty,$$

$$m = 2^n + k, \quad 1 \leq k \leq 2^n, \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

Пусть A_χ — класс всех функций $f \in L(0, 1)$, для которых

$$\sum_{m=1}^{\infty} |a_m(f) \chi_m(t)| < \infty \quad \text{для каждой } t \in [0, 1].$$

Будем рассматривать взаимнооднозначные замены переменной.

Непрерывную взаимнооднозначную функцию, отображающую отрезок $[0, 1]$ на себя, называют гомеоморфизмом отрезка $[0, 1]$.

Исследуется поведение рядов Фурье—Хаара суперпозиций $f \circ \varphi$ ($f \circ \varphi(t) = f(\varphi(t))$, $t \in [0, 1]$), где $f \in A_\chi$, φ — гомеоморфизм отрезка $[0, 1]$.

Обозначим через φ_1 тождественный гомеоморфизм:

$$\varphi_1(t) = t, \quad t \in [0, 1],$$

а через φ_2 — гомеоморфизм, определенный равенством

$$\varphi_2(t) = 1 - t, \quad t \in [0, 1].$$

Легко проверяется, что если $f \in A_\chi$, то и $f \circ \varphi_2 \in A_\chi$.

Справедлива

Теорема 1. Пусть φ — произвольный непрерывнодифференцируемый гомеоморфизм отрезка $[0, 1]$, отличный от φ_1 и φ_2 . Тогда существует ограниченная функция f из A_χ такая, что суперпозиция $f \circ \varphi$ суммируема и ее ряд Фурье — Хаара расходится в некоторой точке.

Из этой теоремы вытекает, в частности, что среди непрерывнодифференцируемых гомеоморфизмов φ кроме тривиальных φ_1 и φ_2 нет такой, которая бы гарантировала абсолютную сходимость всюду ряда Фурье—Хаара суперпозиции $f \circ \varphi$, если известно только, что ряд Фурье—Хаара функции f абсолютно сходится всюду.

После этого возникает вопрос: не найдется ли нетривиальных непрерывнодифференцируемых гомеоморфизмов φ , гарантирующих абсолютную сходимость ряда Фурье—Хаара суперпозиции $f \circ \varphi$, если ограничиться только непрерывными функциями f из A_χ ?

Оказывается, что нет. Справедлива

Теорема 2. Пусть φ — произвольный непрерывнодифференцируемый гомеоморфизм отрезка $[0, 1]$, отличный от φ_1 и φ_2 . Тогда существует функция f из $A_\chi \cap C(0, 1)$ такая, что $f \circ \varphi \notin A_\chi$.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 12.6.1986)

მათემატიკა

3. გულაძე

ფურტი — ჰაარის მწკრივის კრიტერიუმის და აბსოლუტური
კრიტერიუმის ცვლადის გარდაკმენის გავლენის შესახებ

რეზიუმე

თუ $[0, 1]$ სეგმენტის უწყვეტად დიფერენცირებადი φ ჰომეომორფიზმი განსხვავებულია იგივეთი ასახვისა — $\varphi_1(t) = t$ ($t \in [0, 1]$) — და $\varphi_2(t) = 1 - t$ ($t \in [0, 1]$) ტოლობით განსაზღვრული ასახვისაგან, მაშინ არსებობენ ისეთი უმოსაზღვრული ფუნქცია f_1 და უწყვეტი ფუნქცია f_2 , მოცემულნი $[0, 1]$ სეგმენტზე, რომ მათი ფურიე — ჰაარის მწკრივები აბსოლუტურად კრებადია ყველგან $[0, 1]$ -ზე, ხოლო $f_1 \circ \varphi$ სუბერპოზიციის ფურიე — ჰაარის მწკრივი განშლადია რომელიცა წერტილში და $f_2 \circ \varphi$ სუბერპოზიციის ფურიე — ჰაარის მწკრივი არ არის აბსოლუტურად კრებადი რომელიცა წერტილში.



V. M. BUGADZE

ON THE INFLUENCE OF VARIABLE CHANGE ON THE CONVERGENCE
AND ABSOLUTE CONVERGENCE OF HAAR-FOURIER SERIES

Summary

Let φ be a continuously differentiable homeomorphism of the segment $[0, 1]$ different from the identity mapping— $\varphi_1(x)=x$, $x \in [0, 1]$ —and the mapping defined by the equation: $\varphi_2(x)=1-x$, $x \in [0, 1]$. Then there exist a bounded function f_1 and a continuous function f_2 (both given on $[0, 1]$) with everywhere absolutely convergent Haar-Fourier series, such that the Haar-Fourier series of the superposition $f_1 \circ \varphi$ diverges at some point, and the Haar-Fourier series of $f_2 \circ \varphi$ does not converge absolutely at some point.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Алексич. Проблемы сходимости ортогональных рядов. М., 1963.



О. Л. БОЗИЕВ

О СЛАБЫХ РЕШЕНИЯХ ОДНОГО ГИПЕРБОЛИЧЕСКОГО
 УРАВНЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. В. Бурчуладзе 20.6.1986)

В области $Q = \Omega \times (0, T)$, $\Omega = (0, l)$ для нагруженного [1] гиперболического уравнения

$$u_{tt} - u_{xx} + |\delta(t)| u_t = 0, \quad (1)$$

где $\delta(t) = \frac{1}{l} \int_{\Omega} u(x, t) dx$, рассмотрим задачу: найти решение уравнения

(1) при условиях

$$u(x, 0) = u_0, \quad u_t(x, 0) = u_1, \quad x \in \Omega, \quad (2)$$

$$u(0, t) = 0, \quad u(l, t) = 0, \quad t \in (0, T). \quad (3)$$

Обозначим через $\|\cdot\|_{p, \Omega}$ и $\|\cdot\|_{0, \Omega}$ нормы в пространствах $L_p(\Omega)$ и $\overset{\circ}{W}_2^1(\Omega)$, соответственно, через (\cdot, \cdot) — скалярное произведение в $L_2(\Omega)$, $u' = u_t$,

$$L_p(0, T; X) = \left\{ f : f \text{ — измеримое отображение } (0, T) \rightarrow X, \|f\|_{L_p(0, T; X)} = \right. \\ \left. = \left(\int_0^T \|f(t)\|_X^p dt \right)^{\frac{1}{p}} \quad 1 \leq p < \infty, \|f\|_{L_\infty(0, T; X)} = \sup_{t \in (0, T)} \|f(t)\|_X \right\} \quad [2, 3].$$

Определение. Обобщенным решением задачи (1) — (3) назовем функцию $u \in L_\infty(0, T; \overset{\circ}{W}_2^1(\Omega))$ такую, что $u' \in L_\infty(0, T; L_2(\Omega))$, удовлетворяющую условию (2) и тождеству

$$\frac{d}{dt} (u', w) + (u_x, w_x) + (|\delta| u', w) = 0 \quad \forall w \in \overset{\circ}{W}_2^1(\Omega).$$

Лемма 1 [2, с. 25]. Пусть Q — ограниченная область в $R^1 \times (0, T)$, φ_μ и φ — такие функции из $L_p(Q)$, $1 < p < \infty$, что $\|\varphi_\mu\|_{p, Q} \leq C$, $\varphi_\mu \rightarrow \varphi$ почти всюду в Q . Тогда $\varphi_\mu \rightarrow \varphi$ слабо в $L_p(Q)$.

Лемма 2 [4, с. 298]. Пусть $g(t), \rho(t) \in C[0, T]$, $g(t) \geq 0, \rho(t) \geq 0$, а $g(t)$ не убывает с ростом t . Пусть $\rho(t)$ есть решение неравенства $\rho(t) \leq$

$$\leq C_0 \int_0^t \rho(\sigma) d\sigma + g(t), \quad 0 \leq t \leq T, \quad \text{где } C_0 \text{ — постоянная. Тогда существует}$$

другая постоянная C_1 , зависящая лишь от C_0 и T такая, что $\rho(t) \leq C_1 g(t) \quad \forall t \in [0, T]$.

Теорема 1. Пусть $u_0 \in \overset{\circ}{W}_2^1(\Omega)$, $u_1 \in L_2(\Omega)$. Тогда существует единственное обобщенное решение $u(x, t)$ задачи (1) — (3), удовлетворяющее условиям



$$u(0) = u_0, \quad u'(0) = u_1.$$

Доказательство. Существование. Воспользуемся методом

Галеркина. Положим $u_m = \sum_{i=1}^m g_{im}(t) w_i(x)$, где $w_i(x) \in \overset{\circ}{W}_2^1(\Omega)$, $i = 1, 2, \dots$ — полная линейно независимая система, а $g_{im}(t)$ определяются из условий

$$(u_m', w_i) + (u_{mx}, w_{ix}) + (|\delta_m| u_m', w_i) = 0, \quad 1 \leq i \leq m. \quad (5)$$

Функции u_{0m} , u_{1m} выберем так, чтобы

$$u_m(0) = u_{0m} \rightarrow u_0 \quad \text{в } \overset{\circ}{W}_2^1(\Omega) \quad \text{при } m \rightarrow \infty, \quad (6)$$

$$u_m'(0) = u_{1m} \rightarrow u_1 \quad \text{в } L_2(\Omega) \quad \text{при } m \rightarrow \infty. \quad (7)$$

Умножая (5) для каждого i на $g_{im}'(t)$ и суммируя по i , после интегрирования от 0 до t с учетом (6) и (7) получаем

$$\|u_m(t)\|_{0,\Omega} \leq C, \quad \|u_m'(t)\|_{2,\Omega} \leq C. \quad (8)$$

Здесь и ниже буквой C обозначены константы, не зависящие от m .

В силу (8) существует подпоследовательность u_μ такая, что

$$u_\mu \rightarrow u \quad \text{слабо в } L_\infty(0, T; \overset{\circ}{W}_2^1(\Omega)), \quad (9)$$

$$u_\mu' \rightarrow u' \quad \text{слабо в } L_\infty(0, T; L_2(\Omega)). \quad (10)$$

Умножая теперь (5) на $|\delta_m| g_{im}'(t)$, где $\delta_m = \frac{1}{t} \int_0^t u_m(x, t) dx$, и суммируя по i , получаем

$$(u_m', |\delta_m| u_m') + (u_{mx}', |\delta_m| u_{mx}') + (|\delta_m| u_m', |\delta_m| u_m') = 0.$$

Интегрируя последнее равенство от 0 до t и учитывая (6), (7), (8), найдем, что

$$\| |\delta_m| u_m' \|_{2,Q} \leq C \quad (11)$$

и, следовательно, существует подпоследовательность $|\delta_\mu| u_\mu'$, что

$$|\delta_\mu| u_\mu' \rightarrow \Phi \quad \text{слабо в } L_2(Q). \quad (12)$$

Покажем теперь, что u_m' — фундаментальная последовательность. Для разности $v = u_m - u_n$ имеем

$$\frac{1}{2} \frac{d}{dt} (\|v'\|_{2,\Omega}^2 + \|v\|_{0,\Omega}^2) + (|\delta_m| u_m' - |\delta_n| u_n', v') = 0. \quad (13)$$

В левой части прибавим и вычтем величину $(|\delta_n| u_m', v')$ и проинтегрируем уравнение (13) по t :

$$\begin{aligned} \|v'\|_{2,\Omega}^2 + \|v\|_{0,\Omega}^2 + 2 \int_0^t |\delta_n| \|v'\|_{2,\Omega}^2 dt + 2 \int_0^t (|\delta_m| - |\delta_n|) (u_m', v') dt = \\ = \|v'(0)\|_{2,\Omega}^2 + \|v(0)\|_{0,\Omega}^2. \end{aligned}$$

От последнего выражения перейдем к неравенству



$$\|v'\|_{L_2, \Omega}^2 + \|v\|_{W_2, \Omega}^2 \leq \left| \int_0^t 2(|\delta_m| - |\delta_n|) (u'_m, v') dt \right| + \|v'(0)\|_{L_2, \Omega}^2 + \|v(0)\|_{W_2, \Omega}^2. \quad (14)$$

Учитывая неравенство Шварца и (8), найдем, что $|(u'_m, v')| \leq \|u'_m\|_{L_2, \Omega} \times \|v'\|_{L_2, \Omega} \leq C \|v'\|_{L_2, \Omega}$, а с помощью теоремы вложения Соболева [3, с. 47] убедимся, что

$$|\delta_m| - |\delta_n| \leq \frac{1}{l} \int_{\Omega} |u_m - u_n| dx = \frac{1}{l} \|v\|_{L_1, \Omega} \leq C \|v\|_{W_2, \Omega}.$$

Тогда (14) можно переписать в виде

$$\|v'\|_{L_2, \Omega}^2 + \|v\|_{W_2, \Omega}^2 \leq C \int_0^t (\|v'\|_{L_2, \Omega}^2 + \|v\|_{W_2, \Omega}^2) dt + \|v'(0)\|_{L_2, \Omega}^2 + \|v(0)\|_{W_2, \Omega}^2.$$

Применяя к этому неравенству лемму 2, убедимся, что последовательность u'_m фундаментальна. Тогда $|\delta_m| u'_m \rightarrow |\delta| u'$ сильно в $L_2(Q)$ и существует подпоследовательность

$$|\delta_{\mu}| u'_{\mu} \rightarrow |\delta| u' \text{ почти всюду в } Q. \quad (15)$$

Лемма 1 и условия (11), (12), (15) приводят к равенству

$$\varphi = |\delta| u'. \quad (16)$$

Переходя к пределу в (5) при $m = \mu$ с помощью (9), (10), (12), (16) для каждого i получаем

$$\frac{d}{dt} (u', w_i) + (u_x, w_{ix}) + (|\delta| u', w_i) = 0,$$

откуда ввиду плотности базиса $w_i(x)$ следует, что $u(x, t)$ есть обобщенное решение задачи (1) — (3). Из (9) видно, что $u_{\mu}(0) \rightarrow u(0)$ слабо в $\overset{\circ}{W}_2^1(\Omega)$, а из (6) имеем $u_{\mu}(0) = u_0$ в $W_2^1(\Omega)$. Тогда $u(0) = u_0$. Аналогично из (10) и (7) получим $u'(0) = u_1$.

Единственность. Пусть $\delta_i(t) = \frac{1}{l} \int_{\Omega} u_i dx$, $i = 1, 2$; u_1, u_2 — два обобщенных решения задачи (1) — (3). Для функции $v = u_1 - u_2$ имеем

$$v'' + v_{xx} + |\delta_1| u'_1 - |\delta_2| u'_2 = 0.$$

Умножая обе части этого равенства скалярно на v' , получаем

$$\frac{1}{2} \frac{d}{dt} (\|v'\|_{L_2, \Omega}^2 + \|v\|_{W_2, \Omega}^2) + (|\delta_1| u'_1 - |\delta_2| u'_2, v') = 0.$$

Применяя к этому уравнению те же преобразования, что и для (13), приходим к неравенству

$$\|v'\|_{L_2, \Omega}^2 + \|v\|_{W_2, \Omega}^2 \leq C \int_0^t (\|v'\|_{L_2, \Omega}^2 + \|v\|_{W_2, \Omega}^2) dt,$$

и, воспользовавшись леммой 2, увидим, что

$$\|v'\|_{2,\Omega}^2 + \|v\|_{6,\Omega}^2 \leq 0,$$

откуда следует, что $u_1 = u_2$, т. е. решение единственно.

Кабардино-Балкарский
государственный университет

(Поступило 20.6.1986)

მათემატიკა

მ. ბოზიევი

ერთი ჰიპერბოლური განტოლების სუსტი ამოხსნების უნიკალობა

რეზიუმე

გარკვეული ჰიპერბოლური არაწრფივი განტოლებისათვის საწყისი-სასაზღვრო ამოცანის შემთხვევაში ნაჩვენებია ერთადერთი განზოგადებული ამოხსნის არსებობა.

MATHEMATICS

O. L. BOZIEV

ON WEAK SOLUTIONS OF ONE HYPERBOLIC EQUATION

Summary

The paper deals with the mixed problem with homogeneous boundary value conditions for the loaded hyperbolic equation.

The existence and uniqueness of the general solution are proved by the Galerkin method.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. М. Нахушев. Дифференциальные уравнения, 18, № 1, 1982.
2. Ж. Л. Лионс. Некоторые методы решения нелинейных краевых задач. М., 1972.
3. Х. Гаевский, К. Грёгер, К. Захарнас. Нелинейные операторные уравнения и операторные дифференциальные уравнения. М., 1978.
4. Ж. Л. Лионс, Э. Мадженес. Неоднородные граничные задачи и их приложения. М., 1971.



К. Б. МАНСИМОВ

К ОПТИМАЛЬНОСТИ ГРАНИЧНЫХ УПРАВЛЕНИЙ В ОДНОЙ СИСТЕМЕ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Л. Харатишвили 25.6.1986)

К настоящему времени выводу необходимых условий оптимальности первого и высокого порядков в задачах управления обыкновенными динамическими системами при наличии различных ограничений типа равенств и неравенств посвящены работы многих авторов (см. напр. [1—3], где имеется история вопроса и дальнейшая ссылка).

В предлагаемой работе приведены необходимые условия оптимальности первого и второго порядков в задаче управления, описываемой системой гиперболических уравнений первого порядка с управляемым граничным условием при наличии функциональных ограничений типа равенств и неравенств.

1. Рассмотрим следующую задачу оптимального управления

$$z_t = f(t, x, z, y), \quad y_x = g(t, x, z, y), \quad (t, x) \in D = [t_0, T] \times [x_0, X], \quad (1)$$

$$z_x(t_0, x) = d(x, z(t_0, x), u), \quad x \in [x_0, X], \quad z(t_0, x_0) = z_0, \quad (2)$$

$$y(t, x_0) = b(t), \quad t \in [t_0, T], \quad (3)$$

$$u(x) \in U \subset R^r, \quad x \in [x_0, X], \quad (4)$$

$$S_0(u) \rightarrow \min, \quad (5)$$

$$S_i(u) \leq 0, \quad i = \overline{1, s}; \quad S_i(u) = 0, \quad i = \overline{s+1, l}, \quad (6)$$

где

$$S_i(u) = \int_{x_0}^X F_i(x, z(T, x)) dx + \int_{t_0}^T \Phi_i(t, y(t, X)) dt.$$

Здесь $(z, y) \in R^{n+m}$ — вектор состояния; $u(x)$ — r -мерный кусочно-непрерывный вектор управления со значениями из заданного непустого открытого ограниченного множества U , f, g, d, b, F_i, Φ_i ; $i = \overline{0, l}$ — заданные функции соответствующих размерностей, удовлетворяющие тем условиям гладкости, которые необходимы для корректности полученных результатов.

Допустим, что $u^0(x)$ — оптимальное управление, а $(z^0(t, x), y^0(t, x))$ — соответствующее решение системы (2) — (4).

Для простоты изложения предположим, что при всех $i = \overline{1, s}$ $S_i(u^0) = 0$ и введем следующие обозначения:

$$H(t, x, z, y, p_i, q_i) = p'_i f(t, x, z, y) + q'_i g(t, x, z, y),$$

$$N(x, z, u, \psi_i) = \psi'_i d(x, z, u), \quad f_z[t, x] \equiv f_z(t, x, z^0(t, x), y^0(t, x)),$$

$$H_z[t, x, p_i^0, q_i^0] \equiv H_x(t, x, z^0(t, x), y^0(t, x), p_i^0(t, x), q_i^0(t, x)),$$

$$N_z[x, \psi_i] \equiv N_z(x, z^0(t_0, x), u^0(x), \psi_i^0(x)).$$

Здесь $p_i = p_i^0(t, x)$, $q_i = q_i^0(t, x)$, $\psi_i = \psi_i^0(x)$ — вектор функции сопряженных переменных, являющихся решениями следующих задач:



$$\begin{aligned} \partial p_i^0 / \partial t + H_z [t, x, p_i^0, q_i^0], \quad p_i^0(T, x) = -\partial F_i(x, z^0(T, x)) / \partial z_i \\ \partial q_i^0 / \partial x = -H_y [t, x, p_i^0, q_i^0], \quad q_i^0(t, X) = -\partial \Phi_i(t, y^0(t, X)) / \partial y, \\ \dot{\psi}_i^0 = -N_z [x, \psi_i^0] - p_i^0(t_0, x) \quad \psi_i^0(X) = 0. \end{aligned}$$

Первая вариация функционала $S_i(u)$ в точке $u = u^0(x)$ имеет вид

$$\delta^1 S_i(u^0; \delta u) = - \int_{x_0}^X N'_u [x, \psi_i^0] \delta u(x) dx,$$

где $\delta u(x) \in R^r$, $x \in [x, X]$ — произвольная кусочно-непрерывная вектор-функция.

Положим

$$\begin{aligned} M_i(\tau, s) = - \int_{t_0}^T B'(t, X, \tau) \frac{\partial^2 \Phi_i(t, y^0(t, X))}{\partial y^2} B(t, X, s) dt + \\ + \int_{\max(\tau, s)}^X \left\{ F'(x, \tau) N_{zz} [x, \psi_i^0] F(x, s) - A'(T, x, \tau) \frac{\partial^2 F_i(x, z^0(T, x))}{\partial z^2} A(T, x, s) + \right. \\ \left. + \int_{t_0}^T [A'(t, x, \tau) H_{zz} [t, x, p_i^0, q_i^0] A(t, x, s) + \right. \\ \left. + A'(t, x, \tau) H_{xy} [t, x, p_i^0, q_i^0] B(t, x, s) + B'(t, x, \tau) H_{yz} [t, x, p_i^0, q_i^0] A(t, x, s) + \right. \\ \left. + B'(t, x, \tau) H_{yy} [t, x, p_i^0, q_i^0] B(t, x, s) \right\} dt \Bigg| dx, \end{aligned}$$

где по определению

$$\begin{aligned} A(t, x, \tau) = \int_{\tau}^x \frac{\partial V_{11}(t, x; t_0, s)}{\partial x} F(s, \tau) ds + V_{11}(t, x; t_0, x) F(x, \tau), \\ B(t, x, \tau) = \int_{\tau}^x \frac{\partial V_{21}(t, x; t_0, s)}{\partial t} F(s, \tau) ds. \end{aligned}$$

Здесь $V_{ij}(t, x; \tau, s)$, $i, j = 1, 2$, $F(x, s)$ являются решениями следующих матричных дифференциальных уравнений [4]:

$$\begin{aligned} \partial V_{11}(t, x; \tau, s) / \partial \tau = -V_{11}(t, x; \tau, s) f_z[\tau, s] - V_{12}(t, x; \tau, s) g_z[\tau, s], \\ \partial V_{12}(t, x; \tau, s) / \partial s = -V_{11}(t, x; \tau, s) f_y[\tau, s] - V_{12}(t, x; \tau, s) g_y[\tau, s], \\ \partial V_{21}(t, x; \tau, t) / \partial \tau = -V_{21}(t, x; \tau, s) f_z[\tau, s] - V_{22}(t, x; \tau, s) g_z[\tau, s], \\ \partial V_{22}(t, x; \tau, s) / \partial s = -V_{21}(t, x; \tau, s) f_y[\tau, s] - V_{22}(t, x; \tau, s) g_y[\tau, s], \\ V_{11}(t, x; t, s) = E_1 \quad V_{12}(t, x; \tau, x) = 0, \quad V_{21}(t, x; t, s) = 0, \quad V_{22}(t, x; \tau, x) = E_2, \\ F_s(x, s) = -F(x, s) d_z[s], \quad F(x, x) = E_1 \quad (E_i — единичные матрицы). \end{aligned}$$

Следуя методике работы [5], можно показать, что вторая вариация функционала $S_i(u)$ в точке $u = u^0(x)$ представима в виде

$$\delta^2 S_i(u^0; \delta u) = - \int_{x_0}^X \delta u'(x) N_{uu} [x, \psi_i^0] \delta u(x) dx -$$

$$- \int_{x_0}^X \int_{x_0}^X \delta u'(\tau) d'_u[\tau] M_i(\tau, s) d_u[s] \delta u(s) ds d\tau -$$

$$- 2 \int_{x_0}^X \left[\int_x^X \delta u'(s) N_{uz}[s, \psi_i^0] F(s, x) ds \right] d_u[x] \delta u(x) dx.$$

Теорема 1. Если $u^0(x)$ — оптимальное управление, то существует вектор $\alpha = (\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_l)$, $\alpha_i \geq 0$, $i = \overline{0, l}$, $\sum_{i=0}^l |\alpha_i| = 1$ такой, что для всех $\delta u(x) \in R^r$

$$\sum_{i=0}^l \alpha_i \delta^1 S_i(u^0; \delta u) = 0.$$

Через $A(u^0)$ обозначим множество векторов $\alpha \in R^{l+1}$, удовлетворяющих условиям теоремы 1.

Теорема 2. Для оптимальности $u^0(x)$ необходимо, чтобы неравенство

$$\max_{\alpha \in A(u^0)} \sum_{i=0}^l \alpha_i \delta^2 S_i(u^0; \delta u) \geq 0 \quad (6)$$

выполнялось для всех $\delta u(x) \in R^r$ таких, что

$$\delta^1 S_i(u^0; \delta u) \leq 0, \quad i = \overline{0, s}; \quad \delta^1 S_i(u^0; \delta u) = 0, \quad i = \overline{s+1, l}.$$

Следствие 1. Если $u^0(x)$ оптимальное управление, то для всех

$$\xi \in [x_0, X] \quad N_u[\xi, \psi_\alpha^0] = 0, \quad \text{где} \quad \psi_\alpha^0(x) = \sum_{i=0}^l \alpha_i \psi_i^0(x).$$

Следствие 2. Для оптимальности управления $u^0(x)$ необходимо, чтобы выполнялось неравенство

$$\min_{\alpha \in A(u^0)} \delta' N_{uu}[\xi, \psi_\alpha^0] \delta \leq 0, \quad \delta \in R^r, \quad \xi \in [x_0, X]. \quad (7)$$

Через $K C_r[x_0, X]$ обозначим множество всех кусочно-непрерывных на $[x_0, X]$ r -мерных вектор-функций $e(x)$ и положим

$$K_i(\xi, e) = \int_{\xi}^X \int_{\xi}^X e'(\tau) d'_u[\tau] M_i(\tau, s) d_u[s] l(s) ds d\tau +$$

$$+ 2 \int_{\xi}^X \left[\int_x^X e'(s) N_{uz}[s, \psi_i^0] F(s, x) ds \right] d_u[x] e(x) dx +$$

$$+ \int_{\xi}^X e'(x) N_{uu}[x, \psi_i^0] e(x) dx,$$

$$K_{\alpha}(\xi, e) = \sum_{i=0}^l \alpha_i K_i(\xi, e).$$

Теорема 3. Для оптимальности $u^0(x)$ необходимо, чтобы для всех $\xi \in [x_0, X]$, $e(x) \in KC, [x_0, X]$, удовлетворяющих условиям

$$\int_{\xi}^X N'_u[x, \phi_i^0] e(x) dx \geq 0, \quad i = \overline{0, s}, \quad \int_{\xi}^X N'_u[x, \phi_i^1] e(x) dx = 0, \quad i = \overline{s+1, l}$$

выполнялось неравенство

$$\min_{\alpha \in A(u^0)} K_{\alpha}(\xi, e) \leq 0. \quad (8)$$

Из условия (8) нетрудно получить ряд простых для практического использования условий оптимальности второго порядка.

Академия наук Азербайджанской ССР

Институт кибернетики

(Поступило 27.6.1986)

МАТЕМАТИКА

д. мансимов

სასაზღვრო მართვის ოპტიმალურობის შესახებ ერთი კლასის
ბანაჟილებზე უკარამებრიანი სისტემისათვის

რეზიუმე

შესწავლილია ოპტიმალური ამოცანა პირველი რიგის ჰიპერბოლური სისტემისათვის, რომლის სასაზღვრო პირობები შეიცავს სამართ პარამეტრს. მიღებულია ოპტიმალურობის პირველი და მეორე რიგის აუცილებელი პირობები.

MATHEMATICS

K. B. MANSIMOV

ON BOUND CONTROLS OPTIMALITY IN A DISTRIBUTED PARAMETER SYSTEM

Summary

The paper yields necessary conditions for optimality in the problem of bound control of a system described by a hyperbolic first-order equation with functional restrictions of equalities and inequalities type.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. С. Понтрягин и др. Математическая теория оптимальных процессов. М., 1969, 381.
2. Е. С. Левитин, А. А. Милютин, Н. П. Осмоловский. УМН, 33, вып. 6 (204), 1978, 85—148.
3. В. В. Гороховик. Препринт ИМ АН БССР, № 1 (126), Минск, 1982, 50.
4. О. В. Васильев, В. А. Терлецкий. Сб. «Оптимизация динамических систем». Минск, 1978, 28—30.
5. К. Б. Мансимов. Дифференциальные уравнения, 21, № 3, 1985, 527—530.



Р. Г. БИЦАДЗЕ

ОБЩЕЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РЕШЕНИЙ КВАЗИЛИНЕЙНОГО
 УРАВНЕНИЯ ЗАДАЧИ НЕЛИНЕЙНЫХ КОЛЕБАНИЙ

(Представлено академиком Б. В. Хведелидзе 8.7.1986)

В плоскости переменных x, y рассмотрим квазилинейное дифференциальное уравнение второго порядка

$$x^2 u_{yy}^2 - x^2 u_{yy} = c u u_y^4 \quad (1)$$

с постоянным коэффициентом c . Это уравнение встречается при изучении задач нелинейных колебаний [1].

Уравнение (1) имеет два семейства действительных характеристик всюду, за исключением прямой $x=0$ и множества точек, где производная u_y обращается в нуль. В первом случае вырождается в порядок уравнения, во втором же имеет место параболическое вырождение.

Предположим, что в полуплоскости $x > 0$ имеет место

$$u_y(x, y) \neq 0, \quad (2)$$

чем определяются гиперболические решения уравнения (1).

Перепишем уравнение (1) в обозначениях Монжа

$$x^2 q^4 r - x^2 t = c u q^4. \quad (1)$$

Соответствующее характеристическое уравнение

$$x^2 q^4 dy^2 - x^2 dx^2 = 0$$

для гиперболических решений определяет два действительных отличных друг от друга корня

$$\lambda_1 = \frac{1}{q^2}, \quad \lambda_2 = -\frac{1}{q^2}$$

и дифференциальные характеристические системы уравнения (1) имеют вид (см., например, [2])

$$dy - \frac{1}{q^2} dx = 0, \quad x^2 q^4 dp - x^2 q^2 dq - c q^4 u dx = 0, \quad du - p dx - q dy = 0. \quad (3)$$

$$dy + \frac{1}{q^2} dx = 0, \quad x^2 q^4 dp + x^2 q^2 dq - c q^4 u dx = 0, \quad du - p dx - q dy = 0. \quad (4)$$

В классе гиперболических решений уравнения (1) имеет место

Теорема. Каждая из характеристических систем уравнения (1) допускает по два первых интеграла и при $4c + 1 \geq 0$ они имеют вид



$$\left(\frac{1}{q} \pm p\right) x^{1-\alpha} \mp (1-\alpha)ux^{-\alpha} = \begin{cases} f' \\ g' \end{cases}, \quad (5)$$

$$\left(\frac{1}{q} \pm p\right) x^{\alpha} \mp \alpha ux^{\alpha-1} = \begin{cases} \xi \\ \eta \end{cases}, \quad (6)$$

где

$$\alpha = \frac{1}{2} (1 + \sqrt{4c+1}).$$

Доказательство. Мы последуем схеме, изложенной в [3], и займемся определением первых интегралов системы (3)–(4).

Для первого интеграла $\Phi(x, y, u, p, q) = \text{const}$ системы (3) имеем

$$\begin{cases} \Phi_x + \frac{1}{q^2} \Phi_y + \left(p + \frac{1}{q}\right) \Phi_u + cx^{-2} u \Phi_p = 0 \\ \Phi_q + \frac{1}{q^2} \Phi_p = 0. \end{cases} \quad (7)$$

линейно независимую систему совместных уравнений.

Расширяя систему (7) уравнением

$$\Phi_y = 0, \quad (8)$$

получаем уже полную в смысле Якоби систему. На основании известной теоремы Якоби (см. [2]), система (7)–(8) имеет только два линейно независимых интеграла. Следовательно, система (3) допускает только два различных первых интеграла, которые выписываем в явном виде

$$\begin{cases} \left(\frac{1}{q} + p\right) x^{\alpha} - \alpha ux^{\alpha-1} = \text{const}, \\ \left(\frac{1}{q} + p\right) x^{1-\alpha} - (1-\alpha)ux^{-\alpha} = \text{const}. \end{cases}$$

Совершенно аналогично исследуем систему (4), для которой получаем выражение первых интегралов

$$\begin{cases} \left(\frac{1}{q} - p\right) x^{\alpha} + \alpha ux^{\alpha-1} = \text{const}, \\ \left(\frac{1}{q} - p\right) x^{1-\alpha} + (1-\alpha)ux^{-\alpha} = \text{const}. \end{cases}$$

Теорема доказана.

Введением полученных первых интегралов ξ, η в качестве характеристических переменных и на основании характеристических переменных инвариантов, получаем

$$x = \left(\frac{f'(\xi) + g'(\eta)}{\xi + \eta} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}}, \quad (9)$$

$$u = \frac{1}{1-2\alpha} \left(\xi \left(\frac{f'(\xi) + g'(\eta)}{\xi + \eta} \right)^{\frac{1-\alpha}{1-2\alpha}} - f'(\xi) \left(\frac{f'(\xi) + g'(\eta)}{\xi + \eta} \right)^{\frac{\alpha}{1-2\alpha}} \right), \quad (10)$$

$$p = \left(\frac{\xi}{2(1-2\alpha)} - \frac{\eta}{2} \right) \left(\frac{f'(\xi) + g'(\eta)}{\xi + \eta} \right)^{-\frac{\alpha}{1-2\alpha}} -$$

$$- \frac{\alpha}{1-2\alpha} f'(\xi) \left(\frac{f'(\xi) + g'(\eta)}{\xi + \eta} \right)^{\frac{\alpha-1}{1-2\alpha}},$$

$$q = \frac{2}{\xi + \eta} \left(\frac{f'(\xi) + g'(\eta)}{\xi + \eta} \right)^{\frac{\alpha}{1-2\alpha}}, \quad (12)$$

где $f(z)$, $g(z)$ — произвольные дважды непрерывно дифференцируемые функции на R^1 .

Интегрированием соотношения

$$du = pdx + qdy$$

величина y определяется в виде функции характеристических переменных ξ , η

$$y = \frac{1}{4(1-2\alpha)} ((\xi + \eta)(g'(\eta) - f'(\xi)) + 2(f(\xi) - g(\eta))). \quad (13)$$

Полученное общее представление (9)–(13) решений уравнения (1) охватывает известный результат Блумена и Кумеи относительно уравнения (1) при $c=0$ (см. [4]).

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 11.9.1986)

მათემატიკა

6. ბიჭაძე

არაწრფივ რხევათა ამოცანის კვაზიწრფივი განტოლების ამოხსნის
ზოგადი წარმოდგენა

რეზიუმე

დადგენილია, რომ (1) განტოლების თითოეული მახასიათებელი სისტემა უშვებს ორ დამოუკიდებელ პირველ ინტეგრალს. პირველი ინტეგრალების მახასიათებელ ცვლადებად შემოტანის საფუძველზე მიღებულია (1) განტოლების ზოგადი ამოხსნის წარმოდგენა.

R. G. BITSADZE

ON THE GENERAL REPRESENTATION OF SOLUTIONS OF A
QUASILINEAR EQUATION OF NONLINEAR OSCILLATIONS
PROBLEM

Summary

It is stated that the characteristic systems of equation (1) admit two independent first integrals each. Introducing the first integrals as characteristic variables, the representation of the general solution of equation (1) is obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. N. J. Zabusky. J. Math. Phys., N3, 1962.
2. Э. Гурса. Курс математического анализа, т. 3, ч. 1. М., 1932.
3. Д. К. Гвазава. О некоторых классах квазилинейных уравнений смешанного типа. Тбилиси, 1981.
4. S. Kumei, W. Bluman. SIAM J. Appl. Math., vol. 42, N5, 1982.

Р. Н. ОРМОЦАДZE

О ПРОДОЛЖЕНИИ ОТОБРАЖЕНИЙ И СВОЙСТВЕ FG_δ -НАКРЫВАЕМОСТИ ДЛЯ РАЗМЕРНОСТИ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 14.6.1986)

Все пространства, встречающиеся в этой заметке, предполагаются, по крайней мере, хаусдорфовыми и вполне регулярными, а отображения — непрерывными.

В нашей заметке [1] было дано усиление теоремы И. А. Вайнштейна [2, 3] о продолжении совершенных отображений, определенных на произвольном подпространстве данного пространства X , в совершенные отображения, определенных на G_δ подмножестве пространства X . В данной заметке дается дальнейшее усиление этой теоремы. Кроме того, дано усиление теоремы П. А. Лаврентьева [3, 4.3.21]. Полученные результаты применяются при изучении свойства FG_δ -накрываемости для размерностных функций. Результаты этой заметки были доложены на пятом Тirasпольском симпозиуме по общей топологии и его приложениям (август 1985 г.) и на семинаре по общей топологии в МГУ (май 1986 г.).

Пусть $f: X \rightarrow Y$ — произвольное отображение. Обозначим через $P(f)$ множество всех точек совершенности отображения f , т. е. множество всех таких точек $y \in Y$, что $f^{-1}y$ бикомпакт и отображение f замкнуто в точке y [3, 4.5.13(a)].

Теорема 1. Пусть $f: X \rightarrow Y$ — $G(m)$ -отображение [1] пространства X в пространство Y ($m \geq \gamma_0$). Тогда $P(f)$ является $G(m)$ -множеством [1] в Y .

Следствие 1. Пусть $f: X \rightarrow Y$ отображение полного в смысле Чеха пространства X в пространство Y . Тогда $P(f)$ является G_δ -множеством в Y .

Множество $A \subseteq X$ назовем FG_δ -множеством в X , если $A = F \cap W$, где F замкнуто в X , а W G_δ -множество в X .

Теорема 2. Пусть X — полное в смысле Чеха пространство, а Y — полное в смысле Чеха пространство с диагональю G_δ . Пусть $A \subseteq X$ и $C \subseteq Y$. Всякое совершенное отображение f множества A на C продолжается до совершенного отображения множества B на D , где $A \subseteq B \subseteq X$, $C \subseteq D \subseteq Y$ и B и D FG_δ -множества, соответственно, в X и Y .

Семейство ω , открытых в пространстве X множеств, называется псевдобазой этого пространства, если $\{x\} = \bigcap \{U : U \in \omega \text{ и } x \in U\}$ для всех $x \in X$ (см., например, [4]). Пространство X назовем локально муровским (локально имеющим точечно-счетную псевдобазу), если для произвольной точки $x \in X$ существует такая окрестность Ox , что Ox , муровское пространство (Ox пространство с точечно-счетной псевдобазой).



УДК 517.51
20250110033

Получена общая теорема о продолжении гомеоморфизмов, частными случаями которой являются теоремы 3 и 4.

Теорема 3. Пусть X и Y — полные в смысле Чеха пространства с диагональю G_δ . Пусть $A \subseteq X$ и $B \subseteq Y$. Любой гомеоморфизм $f: A \rightarrow B$ продолжается до гомеоморфизма $\tilde{f}: \tilde{A} \rightarrow \tilde{B}$, где $A \subseteq \tilde{A} \subseteq X$, $B \subseteq \tilde{B} \subseteq Y$, \tilde{A} и \tilde{B} являются FG_δ -множествами, соответственно, в X и Y .

Теорема 4. Пусть X — полное в смысле Чеха пространство, локально имеющее точечно-счетную псевдобазу (полное в смысле Чеха, локально муравское пространство), а Y — полное в смысле Чеха муравское пространство. Пусть $A \subseteq X$ и $B \subseteq Y$. Любой гомеоморфизм $f: A \rightarrow B$ продолжается до гомеоморфизма $\tilde{f}: \tilde{A} \rightarrow \tilde{B}$, где $A \subseteq \tilde{A} \subseteq X$, $B \subseteq \tilde{B} \subseteq Y$, A и B являются FG_δ -множествами, соответственно, в X и Y .

Замечание 1. Усиления теоремы П. А. Лавраентьева рассматривались и в работах [5, 6].

Из теоремы 4 следует следующее усиление теоремы Тумаркина — Катетова — Морнты о G_δ -оболочке для размерности \dim .

Теорема 5. Пусть X — полное в смысле Чеха, локально муравское пространство (или полное в смысле Чеха пространство, локально имеющее точечно-счетную псевдобазу), а $A \subseteq X$ — метризуемое подпространство. Тогда существует такое метризуемое подпространство H типа FG_δ в X , что $A \subseteq H$ и $\dim A = \dim H$.

Пространство X называется пунктиформным, если оно не содержит связного бикompакта, состоящего более чем из одной точки [3, с. 454]. Отображение $f: X \rightarrow Y$ назовем пунктиформным (нульмерным) если $f^{-1}y$ пунктиформно ($\text{ind } f^{-1}x \leq 0$) для любого $x \in Y$.

Теорема 6. Пусть X — полное в смысле Чеха пространство, а $A \subseteq X$ удовлетворяет следующим условиям: 1) A вполне паракомпактно [7] p -пространство [8]; 2) A допускает пунктиформное отображение на пространство с диагональю G_δ ; 3) $\bar{A} \setminus A$ пунктиформно (через \bar{A} обозначается замыкание множества A в X). Тогда существует такое z -вложенное в X [9], полное в смысле Чеха, паракомпактное подпространство H типа FG_δ в X , что $A \subseteq H$ и $\dim A = \dim H$.

Теорема 7. Пусть X — нормальное M -пространство [10], допускающее нульмерное отображение на метрическое пространство, а $A \subseteq X$ — финально компактное подпространство. Тогда существует множество H типа G_δ в X также, что $A \subseteq H$, $\gamma A = \gamma H$, H M -пространство и z -вложено в X (о размерности γ см. [11]).

Замечание 2. Из теоремы 8 следует, что его утверждение справедливо и тогда, когда вместо размерности γ рассматривается размерность ind .

Имеет место следующее обобщение теоремы Б. А. Пасынкова [12, 9.4.6].

Теорема 8. Любое ненульмерное (\dim_c) периферически бикompактное пространство Y веса τ является образом периферически бикompактного пространства X веса τ и размерности $\dim_c X = 1$ при совершенном, открытом и нульмерном отображении $f: X \rightarrow Y$ (о размерности \dim_c см. [13]).

Тбилисский государственный университет

(Поступило 18.9.1986)

რ. ორმოცაძე

 ასახვათა განვრცობისა და განზომილებისათვის FG_δ -დაფარვითი
 თვისების შესახებ

რეზიუმე

გაძლიერებულია მ. ლავრენტიევისა და ი. ვაინშტეინის [3] თეორემები, რომლებიც ეხებოან მოცემული X სივრცის ნებისმიერ ქვესიმრავლეზე განსაზღვრული ჰომეომორფიზმის (სრულყოფილი ასახვის) განვრცობას ამავე X სივრცის G_δ ქვესიმრავლეზე განსაზღვრულ ჰომეომორფიზმამდე (შესაბამისად სრულყოფილ ასახვამდე). მიღებული შედეგები გამოყენებულია განზომილების ფუნქციების FG_δ -დაფარვითი თვისების შესასწავლად.

MATHEMATICS

R. N. ORMOTSADZE

 ON THE EXTENSION OF MAPPINGS AND ON THE FG_δ -COVERING
 PROPERTY FOR DIMENSION

Summary

The results of M. A. Lavrentieff (3) and I. A. Vainstein (3) which concern the extension of the homeomorphism (perfect mapping) defined on an arbitrary subset of a given space into homeomorphism (perfect mapping) defined on the G_δ subset of the same space are strengthened. The obtained results are applied in the study of FG_δ -covering property for dimension functions.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. Н. Ормоцадзе. Сообщения АН ГССР, 119, № 1, 1985, 25—28.
2. И. А. Вайнштейн. Ученые записки МГУ, 155, 1952, 3—53.
3. R. Engelking. General Topology, Warszawa, 1977.
4. А. В. Архангельский. Топологические пространства и их отображения. Рига, 1985, 3—7.
5. Z. Frolík. Czech. Math. J. 10(85), 1960, 359-379.
6. М. М. Собан. Lect. Notes Math., 1060, 1984, 11-16.
7. А. В. Зарелуа. Матем. сб., 60, 1963, 18—27.
8. А. В. Архангельский. Матем. сб., 67 (109), 1965, 55—88.
9. R. Blair. Canad. J. Math., 28, 1976, 673-690.
10. K. Morita. Proc. Japan Acad., 39, 1963, 148-150.
11. Л. Г. Замбахидзе. Труды Тбил. матем. ин-та, 56, 1977, 52—98.
12. П. С. Александров, Б. А. Пасынков. Введение в теорию размерности, М., 1973.
13. Л. Г. Замбахидзе. Сообщения АН ГССР, 89, № 1, 1978, 41—44.



И. А. ЗОНЕНАШВИЛИ

НЕКОТОРЫЕ ВАРИАНТЫ СОПРЯЖЕНИЯ СОСТАВНЫХ
 ОБОЛОЧЕК СО СМЕЩЕННЫМИ СРЕДИННЫМИ
 ПОВЕРХНОСТЯМИ ПОСРЕДСТВОМ РЕБРА ПЕРЕМЕННОГО
 СЕЧЕНИЯ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 5.12.1986)

Выведенные в работе [1] обобщенные условия сопряжения оболочек со смещенными срединными поверхностями посредством ребра переменного сечения (8), (10) позволяют рассмотреть некоторые частные случаи, имеющие важное практическое значение.

1. Оболочки сопрягаются посредством ребра переменной жесткости. Выдавка отсутствует, кривые Γ_k совпадают с осью ребра Γ , следовательно, в равенствах (8), (10) работы [1] надо полагать

$$x_1 = x_2 = 0, \quad y_1 = y_2 = 0, \\ m_{k3} = l_{k3} = \dot{f}_{k1} = \dot{f}_{k2} = 0, \quad \dot{f}_{13} = -\dot{f}_{23} = -1, \quad (1)$$

$$l_{11} = -l_{21} = l_1, \quad l_{12} = -l_{22} = m_1, \quad m_{11} = -m_{21} = m_1, \quad m_{12} = -m_{22} = -l_1.$$

Условия (10) работы [1] принимают вид, совпадающий с условиями (7.24) монографии [2]

$$u_{x1} = u_{x2}, \quad u_{y1} = u_{y2}, \quad (2)$$

$$u_{z1} = u_{z2}, \quad \Theta_{11} = \Theta_{12}.$$

Условия (8) работы [1], после некоторых преобразований принимают вид

$$N'_1 - N'_2 = EF \varepsilon_0 \omega_b + \Phi_2 \left[\omega_z L_x - \omega_x L_z + \frac{\partial L_y}{\partial S} \right] + \\ + \Phi_2 \left[\omega_z L_y - \omega_y L_z - \frac{\partial L_x}{\partial S} \right], \\ Q_{n1} - Q_{n2} = -EF \varepsilon_0 \omega_n - \Phi_1 \left[\omega_z L_x - \omega_x L_z + \frac{\partial L_y}{\partial S} \right] + \\ + \Phi_2 \left[\omega_z L_y - \omega_y L_z - \frac{\partial L_x}{\partial S} \right], \quad (3)$$

$$P_z = T'_1 - T'_2, \quad m_z = M_{n1} - M_{n2},$$

$$\Phi_1 = \left(\omega_z m_1 + l_1 \frac{\partial}{\partial S} \right), \quad \Phi_2 = \left(\omega_z l_1 - m_1 \frac{\partial}{\partial S} \right).$$

Условия (3) совпадают с условиями (7.23) из книги [2].

где



2. Осесимметрический случай. Ребро выдавки имеет эллиптическое сечение, касательные к кривым Γ , Γ_k параллельны, главный компонент кручения ребра $\omega_z=0$, главные центральные оси инерции ox , oy совпадают с осями n_k , b_k , так что

$$\begin{aligned} \omega_x = \omega_z = 0, \quad \omega_y = 1/\rho = \text{const}, \quad \frac{d}{ds} = 0, \quad u_z = 0, \quad m_{11} = -m_{21} = 1, \\ l_{11} = l_{21} = 0, \quad f_{21} = f_{11} = 0, \quad m_{12} = m_{22} = 0, \quad l_{12} = -l_{22} = 1, \\ f_{12} = f_{22} = 0, \quad m_{13} = m_{23} = 0, \quad l_{13} = l_{23} = 0, \quad f_{13} = -f_{23} = -1, \\ y_1 = -y_2 = H, \quad y_1 - y_2 = 2H, \quad x_1 = x_2 = 0. \end{aligned} \quad (4)$$

В этом случае условия (8), (10) работы [1] принимают вид

$$\begin{aligned} u_{x1} - u_{x2} = 2H \frac{\partial \omega_1}{\partial n_1}, \quad u_{y1} = u_{y2}, \quad \frac{\partial \omega_1}{\partial n_1} = \frac{\partial \omega_2}{\partial n_2}, \\ N'_1 - N'_2 = \frac{EF}{2\rho^2 H} (u_{x1} y_2 - u_{x2} y_1) + \frac{\partial}{\partial s} (M_{n1} - M_{n2}) + \frac{\partial}{\partial s} (Q_{x1} y_1 - Q_{x2} y_2) = 0, \\ M_{n1} - M_{n2} + N'_1 x_1 - N'_2 y_2 = \frac{A}{\rho^2} \frac{\partial \omega_1}{\partial n_1}, \quad Q_{n1} = Q_{n2}. \end{aligned} \quad (5)$$

Легко проверить, что при $y_1 = h_0$, $y_2 = -h_0$ и $h_0 = H$ условия (5) совпадают с условиями (4.55), (4.156), (4.167), выведенными в монографии [2] для пластинки с осесимметрическими выдавками.

3. Оболочка с несимметричным ребром на границе. В этом случае условиями сопряжения оболочки с ребром, подкрепляющим его внутренний или наружный край Γ_j ($j=1, 2$), служат четыре условия (8) работы [1], в которых левые части P_x , P_y , P_z , m_z выражаются формулами (7) работы [1]. В этих формулах усилия и моменты с индексами $k \neq j$ считаются известными и определяют внешнюю нагрузку на ребро. В частности, если ребро свободно от внешней нагрузки, они равны нулю.

Что касается правых частей условий (8) работы [1], то фигурирующие в них величины L_x , L_y , L_z , e_0 выражаются формулами (9) той же работы через Θ_x , Θ_y , Θ_z , а последние через u_x , u_y , u_z , $\Theta_{\tau k}$. В силу малости высоты ребра можно приближенно принять

$$f_{k2} = f_{k1} = 0, \quad f_{1,3} = -f_{23} = -1.$$

Тогда из (2), (3) работы [1] имеем

$$\Theta_z = \pm \Theta_{\tau k} = \pm \left(\frac{\partial \omega}{\partial n_k} + \frac{u_{nk}}{R'_{kz}} - \frac{u_{\tau k}}{R_{1,2}^{(k)}} \right),$$

где знак «+» (или «-») берется, когда $k=2$ (или $k=1$).

Итак из (1) работы [1] и первой группы соотношений Клебша находим

$$\begin{aligned} u_x = u_{xk} + \Theta_z y_k, \quad u_y = u_{yk} - \Theta_z x_k, \\ u_z = (1 + y_k \omega_z)^{-1} \left[u_{zk} + y_k \left(\frac{\partial u_y}{\partial s} + \omega_z u_x \right) \right]. \end{aligned} \quad (6)$$



Следовательно, правые части условий (8) работы [1] выражены окончательно через u_{xk} , u_{yk} , u_{zk} , $\frac{\partial \omega_k}{\partial u_k}$. Первые три компоненты перемещения согласно таблице работы [1] выражается через u_{nk} , u_{bk} , ω_k . Здесь индекс «k» принимает значение «1» или «2», в зависимости от того занимает ли оболочка внутреннюю или внешнюю сторону несимметричного ребра.

Что касается левых частей условий (8) работы [1], то они также выражаются через те же компоненты перемещений и углы поворота.

4. Оболочка (пластинка) с прямолинейной выдавкой. Для прямолинейного ребра имеем $\omega_x = \omega_y = \omega_z = 0$, $x_k = 0$, $y_k = \pm H$. Кроме того, будем считать, что главная ось инерции ou в сечении ребра выдавки направлена коллинеарно с нормальными \vec{b}_h к срединным поверхностям оболочек на Γ_k .

Поэтому

$$m_{k2} = f_{k2} = l_{k1} = f_{k1} = l_{k3} = m_{k3} = 0, \\ l_{k2} = 1, \quad m_{k1} = f_{k2} = \pm 1.$$

Следовательно, условия (10) работы [1] принимают вид

$$u_{x1} - u_{x2} = -H \Theta_{\tau 1}, \quad u_{y1} - u_{y2} = 0, \\ u_{z1} - u_{z2} = -2H \frac{\partial \omega_1}{\partial s}, \quad \Theta_{\tau 1} - \Theta_{\tau 2} = 0. \quad (7)$$

Из (9) работы [1] имеем

$$L_x = A \frac{\partial \Theta_x}{\partial s}, \quad L_y = B \frac{\partial \Theta_y}{\partial s}, \\ L_z = \pm C \frac{\partial \Theta_{\tau k}}{\partial s}, \quad (8)$$

где

$$\Theta_x = -\frac{\partial u_y}{\partial s} = -\frac{\partial \omega}{\partial s}, \quad \Theta_y = \frac{\partial u_x}{\partial s}. \quad (9)$$

Для пологой оболочки и для пластинки, например, из (3) работы [1] следует, что

$$\Theta_{\tau k} = \frac{\partial \omega_k}{\partial n_k}. \quad (10)$$

Таким образом, из (8), (12) работы [1] с учетом равенств (9), (10) легко получаем

$$P_x = -\frac{1}{2} \frac{\partial^2}{\partial s^2} \left[B \frac{\partial^2}{\partial s^2} (u_{x1} + u_{x2}) \right], \quad P_y = \frac{\partial^2}{\partial s^2} \left(A \frac{\partial^2 \omega_k}{\partial s^2} \right), \\ P_z = -\frac{\partial}{\partial s} \left(EF \frac{\partial u_{zk}}{\partial s} \right), \quad m_z = \frac{\partial}{\partial s} \left(C \frac{\partial \Theta_{\tau k}}{\partial s} \right). \quad (11)$$



В последних четырех условиях сопряжения величины, стоящие слева, выражаются в конечном итоге по известным формулам теории оболочек или пластин через компоненты перемещений и углы поворота.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 11.12.1986)

დრეკადობის თეორია

ი. ზონენაშვილი

წანაცვლებული შუა ზედაპირების მქონე შედგენილი გარსების სიხისტის წიბოების საშუალებით შეუღლების ზოგიერთი ვარიანტი

რეზიუმე

ურთიერთწანაცვლებული შუა ზედაპირების მქონე გარსების ცვლადი სიხისტის წიბოების საშუალებით შეუღლების ზოგიერთი ვარიანტიდან გამოყვანილია ზოგიერთი კერძო შემთხვევა, რომელთაც აქვთ დამოუკიდებელი ხასიათი და გარკვეული პრაქტიკული მნიშვნელობანი.

THEORY OF ELASTICITY

I. A. ZONENASHVILI

SOME CONJUGATION VARIANTS OF COMPOSITE SHELLS WITH THEIR MEDIAL SURFACES DISPLACED BY MEANS OF A VARIABLE STIFFNESS RIB

Summary

Proceeding from the earlier derived general conditions of conjugation of shells with their medial surfaces displaced by means of variable stiffness ribs, particular variants of conjugation have been obtained in the present study. The proposed variants are of independent character and are of considerable practical value.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. А. Зоненашвили. Труды Тбил. гос. ун-та, т. 259, 1985.
2. Г. Н. Савин, Н. П. Флейшман. Пластины и оболочки с ребрами жесткости. Киев, 1964.

Ш. З. ДЖАМАГИДЗЕ, К. А. КОБАХИДЗЕ, В. А. ЧАТОВ,
Л. А. ЧАТОВА, Р. Р. ШВАНГИРАДЗЕ

германиевые $n^+ - p$ -структуры, полученные методом жидкостной эпитаксии

(Представлено членом-корреспондентом Академии Р. Г. Салуквадзе 24.2.1986)

Наиболее широко распространенный в настоящее время диффузионный метод получения германиевых $p - n$ -структур большой площади обладает такими трудноустраняемыми недостатками, как неоднородность диффузионного слоя и размытость $n - p$ -перехода. Поэтому использование технологических методов, свободных от вышеуказанных недостатков, в частности жидкофазной эпитаксии, представляет несомненный интерес для германия, который широко используется при производстве туннельных диодов, фотодиодов, является основным полупроводниковым материалом для создания фотоэлементов, применяемых в термофотопреобразователях [1].

Настоящая работа посвящена исследованию германиевых эпитаксиальных $n^+ - p$ -структур, которые изготовляли наращиванием тонкого 1—5 мкм эпитаксиального n^+ -слоя на подложках p -типа проводимости.



Рис. 1. Микрофотография поперечного среза германиевой $n^+ - p$ -структуры ($\times 1000$)

ности кристаллизацией из раствора-расплава с принудительным охлаждением.

В качестве металло-растворителей использовали свинец (Pb-000), а также свинцово-оловянный расплав (Pb-000, Sn-000), являющиеся электрически нейтральными примесями в германии, в качестве легирующей примеси — мышьяк.

Эпитаксиальный рост германиевых пленок проводили при температурах 600 и 700°C из расплава свинца и при температуре 460°C из свинцово-оловянного расплава. Подложку приводили в контакт с расплавом при температуре, на 3—5°C превышающей темпе-



ратуру равновесия системы, и выдерживали в контакте 20 мин. За это время подрастворялся верхний слой подложки толщиной 1 мкм и в системе устанавливалось равновесие. Интервал охлаждения варьировали в пределах 5–20°C, а скорость охлаждения — от 0,3 до 1°C/мин.

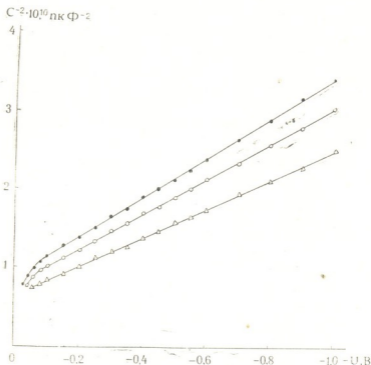


Рис. 2. Вольт-емкостные характеристики германиевых p^+ - n -структур, полученных при температурах: ●—700°C, ○—600°C, △—400°C

Все выращенные слои являлись монокристаллическими. Об этом судили по четкости линий Куучи на электронограммах слоев.

На рис. 1 представлена микрофотография поперечного среза, выявленного травлением плоскости скола структуры. Как видно, n^+ - p -переход плоский, с ровным фронтом впаивания и четкой границей n^+ - p -областей.

Для исследования фотоэлектрических свойств к структурам были изготовлены контакты. На n^+ -тип напыляли сурьму в виде кольца, на p -тип — алюминий.

Вольт-емкостные характеристики переходов приведены на рис. 2. Линейная зависимость $C^2=f(U)$ свидетельствует о наличии резкого n^+ - p -перехода. Ширина области «размытия» n^+ - p -перехода X , образующаяся в результате автолегирования, не превышает 0,3 мкм.

Значения плотностей токов насыщения j_s , определенные из вольт-амперных характеристик для структур, полученных при температурах 460 и 600°C, достаточно хорошо совпадают с расчетными j_{sp} , полученными при допущении, что генерационно-рекомбинационными процессами в слое пространственного заряда в переходе можно пренебречь [2]. Это позволяет заключить, что полученные n^+ - p -переходы являются тонкими. Большие значения j_s при 700°C, по-видимому, связаны с генерацией носителей в области пространственного заряда.

Влияние режима жидкостной эпитаксии на концентрацию носителей тока в эпитаксиальных пленках, а также на j_s и X представлено в таблице.

Спектральные характеристики структур снимали на монохроматоре ЗМР-3 при постоянном числе фотонов для каждой длины вол-

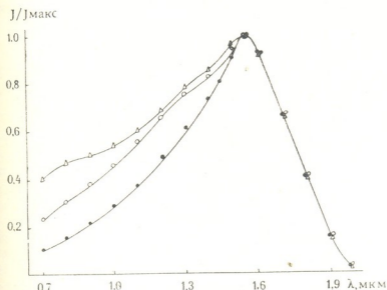


Рис. 3. Спектральные характеристики германиевых n^+p -структур, полученных при температурах: \bullet —700°C, \circ —600°C, \triangle —460°C. Толщина эпитаксиальных слоев—2 мкм

ны. Обнаружено, что снижение температуры эпитаксии приводит к увеличению фоточувствительности в коротковолновой области (рис. 3).

Поскольку коротковолновые фотоны поглощаются в основном в верхнем освещенном слое, а глубина залегания n^+p -перехода на исследуемых структурах одинакова, подобное изменение фоточувствительности, вероятно, связано с увеличением длины диффузионного пробега дырок L_p в эпитаксиальном слое и с изменением скорости поверхностной рекомбинации. С понижением температуры эпитаксии

Влияние температуры процесса на электрофизические свойства n^+p -структур

| Температура эпитаксии, °C | Концентрация носителей тока в p -слое, см^{-3} | $X \cdot 10^{-6}$ М | $j_s \cdot 10^{-6}$ А · см^{-2} | $j_{sp} \cdot 10^{-6}$ А · см^{-2} |
|---------------------------|---|---------------------|--|---|
| 460 | $(7 \div 8) \cdot 10^{18}$ | < 0.2 | $140 \div 220$ | } 140 |
| 600 | $(1 \div 2) \cdot 10^{19}$ | 0,26 | $140 \div 250$ | |
| 700 | $(2 \div 4) \cdot 10^{19}$ | 0,3 | $400 \div 500$ | |

концентрация основных носителей уменьшается, что может служить причиной увеличения L_p .

Полученные эпитаксиальные структуры имеют более широкую область спектральной фоточувствительности, чем фотоэлементы, изготовленные методом диффузии и сплавления [3].



Проведенные исследования показали, что наибольшей технологичностью в сочетании с высокой воспроизводимостью электрических параметров обладают структуры, полученные при температуре эпитаксии 600°C.

Разработанный режим жидкостной эпитаксии позволяет получать достаточно совершенные резкие $n^+ - p$ -переходы с приемлемыми спектральными характеристиками.

Сухумский физико-технический институт
им. И. Н. Векуа

(Поступило 4.4.1986)

ფიზიკა

შ. ჯამაგიძე, კ. კობახიძე, ვ. ჩათოვი, ლ. ჩათოვა, რ. შვანგირაძე

თხევადი ფაზიდან ეპიტაქსიით მიღებული გერმანიუმის $n^+ - p$
სტრუქტურები

რეზიუმე

ნაშრომში გამოკვლეულია ეპიტაქსიის რეჟიმების გავლენა გერმანიუმის $n^+ - p$ სტრუქტურების ელექტრულ-ფიზიკურ მახასიათებლებზე. n^+ ფენის სისქის ცვლილება ხდებოდა 1-დან 5 მკმ-მდე. ნაჩვენებია ზრდის პროცესის ჩატარების უპირატესობა ტყვიის ნაღობიდან 600°C ტემპერატურაზე.

ფოტოელექტრულმა გაზომვებმა აჩვენეს ფოტომგრძობიარობის მოკლე-ტალღოვანი არის დამოკიდებულება ეპიტაქსიის ტემპერატურაზე.

PHYSICS

Sh. Z. JAMAGIDZE, K. A. KOBAKHIDZE, V. A. CHATOV, L. A. CHATOVA,
R. R. SHVANGIRADZE

GERMANIUM $n^+ - p$ STRUCTURES GROWN BY THE METHOD OF
LIQUID EPITAXY

Summary

The effect of liquid epitaxy regimes on the electrophysical properties of Ge $n^+ - p$ structures grown from Pb and Pb—Sn melts is studied. The thickness of n^+ layers varied from 1 to 5 μm . The preference of conducting the process at 600°C from Pb melt is shown. The established regime allows to obtain fairly perfect and abrupt $n^+ - p$ junctions. Photovoltaic measurements suggest that the short-wave range of photosensitivity depends on epitaxial growth temperature.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. Kittle. Design Analysis of TPV-Generator system. Proc. 25 th Power Source Symposium, 1972, May, 106-109.
2. А. Амброзяк. Конструкция и технология полупроводниковых фотоэлектрических приборов. М., 1970, 223—225.
3. D. G. Gritton. Radioisotope-photovoltaic energy conversion system, vol. 1965, 5, p. 119-145.

Э. Р. КУТЕЛИЯ, Н. И. МАПСУРАДZE, Д. М. ЦИВЦИВАДZE,
Т. А. ДЗИГРАШВИЛИ

СТРУКТУРА АМОРФНЫХ ПЛЕНОК GaAs, ПОЛУЧЕННЫХ ЛАЗЕРНЫМ ИСПАРЕНИЕМ В ВЫСОКОМ ВАКУУМЕ

(Представлено академиком И. Г. Гвердцители 23.4.1986)

К настоящему времени имеются два основных класса моделей, которые могут быть использованы для описания аморфных полупроводников. Это микрокристаллические модели и модели случайной структурной сетки [1, 2]. Однако экспериментальные данные, относящиеся к структурам, тетраэдрически связанным аморфным полупроводником, не находят удовлетворительного объяснения на основе применения только одной из этих моделей. Особенно относится это к работам по исследованию аморфных п/п A^3B^5 . Причиной этому могут служить неконтролируемые исходные состояния аморфного образца (неадекватные условия их получения) и то, что в пределе очень малого размера кристаллитов ($\sim 20 \text{ \AA}$), как структурного составляющего аморфного состояния, микрокристаллическая модель становится неотличимой от модели случайной структурной сетки [1].

В связи с этим в настоящей работе поставлена задача исследовать тонкие ($\sim 100 \div 1000 \text{ \AA}$) аморфные пленки GaAs, полученные лазерным испарением в сверхвысоком вакууме методами высокоразрешающей электронной микроскопии и дифракции быстрых электронов. Напыление проводили на свежих сколах NaCl комнатной температуры в вакууме $5 \cdot 10^{-9}$ тор. при испарении мишени из монокристаллического GaAs, нагреваемой импульсами лазера на неодимовом стекле ($\lambda = 1,06 \text{ мкм}$).

Тонкие фольги после отделения от подложки исследовали с помощью высокоразрешающего трансмиссионного электронного микроскопа EM-10 фирмы «Оптон» и УЭМВ-100К, работающего в режиме электронографа. Фотометрирование электронограмм проводили на микрофотометре MPV-3 фирмы «Лейтц» в автоматическом режиме с точностью 0,05%. Электронограммы снимали без применения вращающегося сектора, поэтому фотометрическая кривая представляла собой функцию $I_e(s)$ — экспериментальную кривую интенсивности рассеяния электронов, по которым далее определяли интерференционную функцию $i(s)$.

На рис. 1,а, б приведены электронная микрофотография образца GaAs сразу после напыления и соответствующая микродифракционная картина. Судя по виду дифракционной картины (см. рис. 1,б), пленка находится в аморфном состоянии — проявляются только три диффузных кольца. Однако на высокоразрешающем изображении структуры (см. рис. 1,а) удается выявить области когерентного рас-



сеения с кристаллическим строением размерами в пределах $20 \div 100 \text{ \AA}$, распределенные в ткани с «бесструктурным» строением. Нагрев образца непосредственно в колонне электронного микроскопа пучком электронов (при удалении конденсорной диафрагмы с оси первичного пучка электронов) до $\leq 200^\circ\text{C}$ в течение 5 сек приводит к интенсивной кристаллизации посредством одновременного роста многих центров кристаллизации при сопровождении процессов многократного двойникования (см. рис. 1, в). На дифракционной картине после указанного нагрева проявляется полный набор дифракционных максимумов кристаллического GaAs (см. рис. 1, г). При этом интересно отметить, что двойникование наблюдается уже на стадии формирования областей когерентного рассеяния с размерами $\leq 50 \text{ \AA}$ в исходных образцах сразу после напыления (на рис. 1, а отмечены стрелками).

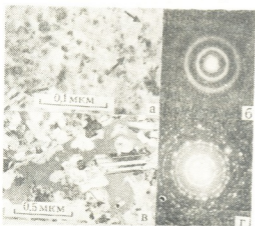


Рис. 1. а — Трансмиссионная электронная микрофотография аморфной пленки GaAs; б — микродифракция данного участка; в — тот же участок после нагрева электронным пучком $< 200^\circ\text{C}$ — 5 сек; г — микродифракция после нагрева

Для исследования ближнего порядка в полученных пленках аморфного GaAs был применен метод интегрального анализа, позволяющий с помощью Фурье-преобразования интенсивности когерентного рассеяния электронов рассчитать радиальную функцию распределения атомной плотности (РФР). Кривые РФР вычисляли по формуле

$$\sum 4\pi R^2 \rho(R) = \sum_i \sum_j K_i K_j 4\pi R^2 \rho_{ij}(R) 4\pi R^2 \rho_0 \left(\sum K_j \right)^2 + \frac{2R}{\pi} \sum K_j^2 \int_0^{5m} S_i(s) \sin(sR) ds, \quad (1)$$

где $K_i K_j$ — рассеивающие способности атомов Ga и As; R — расстояние между атомами; ρ_{ij} — радиальная функция распределения атомов j вокруг атомов сорта i ; ρ_0 — средняя атомная плотность.

Интерференционную функцию $i(s)$ находили по методике [3]. Значения $f_j^2(s)$ для всех экспериментальных S определяли с помощью линейной экстраполяции. При этом шаг $\Delta S = 0,04 \text{ \AA}^{-1}$ обеспечивал высокую точность.

Среднюю кривую $J_c(s)/f_j^2(s)$ определяли автоматически на ЭВМ разработанным авторами алгоритмом, учитывая тот факт, что при больших S данная кривая перестает осциллировать вокруг $J_c(s)/f_j^2(s)$.



Нормировку и экстраполяцию функций $i_1(s)$ малугловой области проводили по методике, описанной в работе [4]. Эффект обрыва учитывали с помощью множителя $\exp(-bs_m^2)$, где параметр b выбирали из условия $\exp(-bs_m^2) \leq 0,1$. Расчеты и построения соответствующих кривых КРР проводили с помощью ЭВМ с графопостроителем.

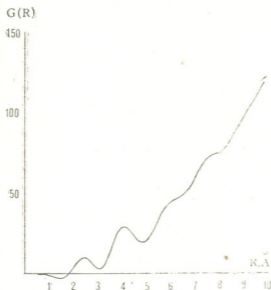


Рис. 2. Кривая радиального распределения атомов аморфного GaAs

На рис. 2 приведена кривая РФР для аморфного GaAs, полученного вышеописанным методом. Координационные максимумы размещены при $R_1=2,45 \text{ \AA}$ и $R_2=4,15 \text{ \AA}$. Площадь под первым пиком $Q_1=8,12$, а под вторым — $Q_2=24,3$. Учитывая, что атомные радиусы для Ga и As равны соответственно $R_{Ga}=1,26 \text{ \AA}$ и $R_{As}=1,18 \text{ \AA}$, можно предположить, что расстояние $R_1=2,45 \text{ \AA}$ соответствует расстоянию Ga—As. Если предположить, что ближайшими соседями являются только атомы другого сорта, то для значения координационного числа получим $h_1=3,9$. Расстояние $R_2=4,15 \text{ \AA}$, очевидно, соответствует расстоянию Ga—Ga и As—As. Из расчета площади под вторым пиком получается $n_2=11,5$.

Расчет теоретических значений этих величин, согласно условию нормирования КРР, дается выражением

$$Q = k_1^2 h_{11} + 2 k_1 k_2 h_{12} + k_2^2 h_{22}, \quad (2)$$

где h_{ij} — число атомов сорта j вокруг атома сорта i . В нашем случае $Q_1=8,39$, $Q_2=25,1$ что хорошо совпадает со значениями из наших экспериментов. В кристаллической решетке GaAs кратчайшее расстояние Ga—As равно $2,44 \text{ \AA}$, а Ga—Ga равняется $3,99 \text{ \AA}$, что также хорошо совпадает с межатомными расстояниями, полученными из РФР ($2,45$ и $4,15 \text{ \AA}$). Значение $h_1=3,9$ предполагает тетраэдрическую координацию.

Таким образом, можно сделать вывод, что аморфные пленки GaAs, полученные напылением в сверхвысоком вакууме при лазерном



испарении, содержат области с кристаллической структурой, т. е. имеют строение статистической смеси микрокристаллитов ($20 \div 100 \text{ \AA}$) с неупорядоченной межкристаллитной тканью. Температура кристаллизации ввиду отсутствия кислородных примесей существенно понижена и находится ниже 200°C .

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 25.4.1986)

ფიზიკა

ბ. ჭუთელია, ნ. მაისურაძე, დ. წივიტიანი, თ. ძიგრაშვილი

მაღალ ვაკუუმში ლაზერული აორთქლებით მიღებული GaAs-ის ამორფული ფირმების სტრუქტურა

რეზიუმე

მიღებული ფირები შეიცავენ კრისტალური სტრუქტურის მქონე უბნებს, ე. ი. ფირი წარმოადგენს მიკროკრისტალიტების ($20-100 \text{ \AA}$) და ამორფული უბნების სტატისტიკურ ნარევს. ჟანგბადის შეუცვლელი გამო კრისტალიზაციის ტემპერატურა საგრძნობლად შემცირებულია და იმყოფება 200°C -ის ქვემოთ.

PHYSICS

E. R. KUTELIA, N. I. MAISURADZE, D. M. TSVITSIVADZE, T. A. DZIGRASHVILI

THE STRUCTURE OF LASER-EVAPORATED Ga-As AMORPHOUS FILMS OBTAINED IN SUPERHIGH VACUUM

Summary

The title films contain regions with crystalline structure. i. e. they make microcrystalline inclusions in amorphous matrix. Absence of oxygen lowers the crystallization temperature ($<200^\circ\text{C}$).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Аморфные полупроводники. Под ред. М. Бродского. М., 1982, 268.
2. Н. Мотт, Э. Дэвис. Электронные процессы в некристаллических веществах. М., 1982.
3. И. Д. Набитович, Я. И. Сменив, Я. В. Волощук. Кристаллография, 12, 1967, 584.
4. Р. Я. Юречко. Автореферат канд. дисс. Львов, 1982.



М. И. ДЕРБИНЯН

ОБ ОДНОМ ПРИМЕНЕНИИ ДИАЛОГОВОЙ МОДЕЛИ МАШИНЫ ПОСТА

(Представлено академиком В. К. Чичинадзе 11.6.1986)

Одной из важнейших задач современной школьной реформы является обеспечение всеобщей компьютерной грамотности учащихся. При ее осуществлении возникает много трудностей, связанных с техническим, программно-методическим, кадровым и математическим обеспечением.

Основная цель курса программирования состоит не в достижении совершенства в использовании специфических особенностей конкретного языка программирования, а в выработке алгоритмического склада мышления [1]. Поэтому изучение работы абстрактной вычислительной машины, предложенной Постом [2] для анализа и уточнения математического понятия алгоритма, можно рассматривать как один из путей обучения основам программирования.

Вычисления на абстрактной машине Поста отражают многие основные черты работы реальных ЭВМ. В то же время простота данной машины позволяет использовать ее при работе с учащимися младших и средних классов общеобразовательных школ.

В качестве математического обеспечения курса программирования на машине Поста для учащихся пятых-шестых классов нами была разработана диалоговая задача ПОСТ [3, 4]. Опыт работы с учащимися показал, что в имеющееся математическое обеспечение курса необходимо внести изменения и дополнения. В частности, пришли к выводу, что после приобретения определенных навыков программирования на машине Поста целесообразно ввести общее понятие макрокоманды путем использования таких макрокоманд, как справа найти массив, слева найти массив, справа стереть массив и т. п. Применение макрокоманд облегчает запись и отладку программ. В связи с этим необходимо иметь интерпретатор работы машины Поста по программе, записанной в макрокомандах. Кроме того, желательно, чтобы в процессе работы можно было бы получать справочную информацию о возможностях машины Поста и соответствующего математического обеспечения.

Учитывая отмеченное выше и то, что в дальнейшем школы будут оснащаться персональными ЭВМ, была разработана учебная диалоговая модель машины Поста, описание возможностей которой приводится ниже.

Применение учебной диалоговой модели машины Поста, помимо введения общепрограммистских понятий и приобретения навыков работы с видеотерминалами, дает возможность ознакомить учащихся с различными этапами решения задач на ЭВМ, с элементами структур-



ного программирования, с самого начала выработать правильный стиль программирования.

Учебная диалоговая модель машины Поста состоит из трех частей: информационной, обучающей и программной.

В информационной части можно ознакомиться со структурой и возможностями данной модели. Здесь предусмотрена выдача как на экран видеотерминала, так и на алфавитно-цифровое печатающее устройство полного текста инструкций работы в обучающей и программной частях. Кроме этого, существует возможность ознакомиться с перечнем всех директив данной учебной модели, а также с назначением конкретной директивы.

В обучающей части информация распределена по нескольким разделам. Работу можно начинать с любого раздела, перечень их задается в оглавлении. Для выдачи на экран оглавления существует специальная директива. В конце каждого раздела задаются контрольные вопросы и предлагаются упражнения. Ниже приводятся некоторые из разделов.

1. Машина Поста. Дается описание машины Поста и символическое ее представление на экране видеотерминала, вводится понятие состояния ленты и состояния машины. Приводятся соответствующие примеры, описываются операции, которые может выполнять головка.

2. Команда. Дается определение и в общем виде вводится форма записи команд машины Поста, значение различных ее компонент.

3. Команды движения. Вводятся команды левого сдвига и правого сдвига. Приводятся примеры записи данных команд и работы машины Поста по этим командам.

4. Команда остановки. Вводится команда остановки, ее назначение. Приводятся соответствующие примеры.

5. Программа. Дается определение программы для машины Поста. Приводятся примеры неправильной записи программ.

6. Заикливание. Приводятся примеры программ, выполнение которых не прекращается ни на одном из шагов.

7. Безрезультатная остановка. Вводится понятие безрезультатной остановки. Приводятся случаи ее возникновения.

8. Кодирование информации на машине Поста. Вводится понятие массива и представление целых неотрицательных чисел на машине Поста.

9. Макрокоманды. Дается определение, назначение и форма записи макрокоманд.

10. Макрокоманды нахождения массива. Дается определение следующих макрокоманд: слева найти массив, справа найти массив. Приводятся соответствующие примеры.

В программной части предполагается, что экран видеотерминала условно разделен на три зоны: верхнюю, среднюю и нижнюю. В верхнюю зону записывается набираемый текст программ машины Поста, который хранится там на протяжении всей работы данной программы. Средняя зона предназначена для высвечивания машины Поста, а нижняя используется для набора директив.

В данной части предусмотрено четыре варианта работы. В первом варианте обязательным является использование полной формы команд, во втором разрешено применение сокращенной формы команд и директив перенумерации и вставки команд, в третьем и четвертом разрешено использование макрокоманд. При работе в третьем варианте происходит трансляция макрокоманд в команды машины Поста, т. е. выполнение программы происходит по командам, в четвертом же варианте трансляция не происходит.

В программной части существует возможность в диалоговом режиме набирать текст программы и задавать начальное состояние ленты. При этом происходит контроль правильности набираемой информации. В случае обнаружения ошибки выдается соответствующий диагностический текст.

Правильно набранные команды записываются в верхнюю зону экрана. После окончания набора команд можно вновь просмотреть программу и внести в ее текст необходимые изменения. При правильном наборе начального состояния ленты запрашивается режим работы программы. Предусмотрено два режима ее исполнения: автоматический и потактовый. При автоматическом режиме команды выполняются непрерывно одна за другой. При потактовом режиме исполнение команды начинается лишь после набора соответствующей директивы. Выполняемая команда в верхней зоне выделяется специальным символом. Кроме того, в потактовом режиме исполнение программы можно прерывать, не дожидаясь ее окончания. Предусмотрена также возможность перехода из одного режима в другой. После окончания работы программы на алфавитно-цифровое печатающее устройство можно выдать ее текст, соответствующее начальное состояние ленты и выполнение данной программы, расписанное по шагам.

За один сеанс работы в программной части можно пропускать несколько начальных состояний машины Поста. Кроме того, предусмотрена возможность пережода в информационную или обучающую часть и обратно.

Учебная диалоговая модель машины Поста, реализованная на микроЭВМ «Искра-226», демонстрировалась на республиканской тематической выставке «Персональные компьютеры в обучении и профессиональной деятельности».

Междузювский вычислительный центр
 Минвуза ГССР

(Поступило 20.6.1986)

კიბარნობა

ა. ღარბინიანი

პოსტის მანქანის დიალოგური მოდელის ერთი გამოყენების შესახებ

რეზიუმე

აღწერილია ე. პოსტის მანქანის დიალოგური მოდელის მუშაობა. ეს მოდელი განკუთვნილია პროგრამირების ელემენტების სწავლებისათვის.

M. I. DERBINYAN

ON ONE APPLICATION OF THE CONVERSATIONAL MODEL OF
POST MACHINE

Summary

The conversational model of Post machine is described. The model under consideration is intended for teaching elements of programming.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Вирт. Систематическое программирование. Введение. М., 1977.
2. E. Post. The J. of Symbolic Logic, № 3, 1936.
3. К. Ш. Цискаридзе, М. И. Дербинян. Реализация машины Поста на ЭВМ БЭСМ-6 и ее использование при обучении основам программирования. Тбилиси, 1984.
4. К. Ш. Цискаридзе, М. И. Дербинян. Алгоритмы и программы. Информационный бюллетень. № 6 (57), 1983.

М. Е. ПЕРЕЛЬМАН

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ПОРОГИ МНОГОФОТОННЫХ ПРОЦЕССОВ
 В ОБЛАСТИ РЭЛЕЯ—ДЖИНСА: ИЗМЕНЕНИЕ ПРОФИЛЯ
 ЛИНИЙ, ПЕРЕКАЧКА ЭНЕРГИИ, РОЖДЕНИЕ ПАР

(Представлено членом-корреспондентом Академии Дж. Г. Ломиадзе 5.11.1986)

В области Рэлея—Джинса теплового спектра плотность потока фотонов j такова, что многофотонные процессы (МФП) сложения частот, рождения пар и т. п. могут приводить к искажению планковского спектра и к занижению вычисляемой по этой части спектра температуре источника. Учет МФП может объяснить отсутствие линейчатого спектра на ранних стадиях звездных вспышек, приводить к квантовому расплыванию горизонта событий черных дыр и т. д.

В рамках квантовой теории МФП сложения частот объясняются тем, что электрон захватывает поочередно два фотона, а испускает один с энергией, близкой к суммарной. МФП возможны при любых j , но существенный вклад в перераспределение спектра они вносят при больших потоках, когда в течение процесса рассеяния первого фотона длительностью τ [1] электрон может поглотить и второй фотон. Порог насыщения вероятности такого МФП по интенсивности потока фотонов [2]

$$j_0 = I/\sigma(\omega_2)\tau(\omega_1), \quad (1)$$

(ω_2) — сечение рассеяния второго фотона на электроне, находящемся в стадии рассеяния.

1. Простейший МФП сложения частот, когда первый фотон резонансный, можно записать как двухстадийный процесс:

$$\gamma(\omega_1) + e \rightarrow e^*(\omega_1), \quad \gamma(\omega) + e^*(\omega_1) \rightarrow e + \gamma(\omega + \omega_1) \quad (2)$$

возбуждается уровень атома (ω_1, Γ_1) и за время короче $\tau = 2/\Gamma_1$ атом поглощает $\gamma(\omega)$ и излучает суммарную частоту. С ростом вероятности (2) линия, если частота ω случайна, размывается.

Порог насыщения имеет, согласно (1), вид

$$I(\omega) = (R_0/R)^2 \omega^3 k T / 6 \pi^2 c^2 > \hbar \omega / \tau_1 \sigma(e^*), \quad (3)$$

— плотность потока излучения в области Рэлея—Джинса в интервале частот ($0, \omega$) на расстоянии R от источника радиуса R_0 .

С МФП, ведущими к размыванию уровня, могут конкурировать процессы индуцированного излучения $\gamma(\omega_1) + e^* \rightarrow e + 2\gamma(\omega_1)$, которые не существенны тогда, когда

$$I(\omega_1 + \Gamma) - I(\omega_1 - \Gamma) \approx (R_0/R)^2 \omega_1 \Gamma k T / \pi^2 c^2 < 2 \hbar \omega_1 / \sigma(\omega_1) \Gamma. \quad (4)$$



Отсюда при учете величины сечения резонансного рассеяния получаем, что расщепление спектральной линии происходит в интервале

$$\omega_1/\Gamma_1 < kT/\hbar\omega_1 < (\omega_1/\Gamma_1)^2. \quad (5)$$

В далекой ИК и СВЧ областях $\omega/\Gamma \sim 10^3$ и при $T \geq 6 \cdot 10^3 \text{ K}$ могут размываться линии с $\lambda > 10^{-2} \text{ см}$ (нижняя оценка!).

Этот эффект должен наблюдаться в объектах, в которых преобразованное МФП излучение проходит сквозь столь тонкий слой газа, что не успевает термализоваться, например на ранних стадиях взрыва сверхновых. Поэтому этот эффект может объяснить отсутствие линейчатых спектров на ранних стадиях вспышки и то, что проявление линий начинается с высокочастотной области. Он может объяснить происхождение ступеньки, иногда наблюдаемой в предмаксимальном спектре: это следствие порогового по интенсивности МФП перекачки энергии из видимой части в УФ (следовательно, расчет энергии вспышки по видимой части спектра может приводить к заниженным значениям).

2. Обратные процессы — перекачка из континуума в линии — начинаются при более низких температурах. Так, если $\omega' + \omega'' = \omega$, то МФП

$$\gamma(\omega') + \gamma(\omega'') + e \rightarrow e + \gamma(\omega) \quad (6)$$

характеризуется температурным порогом

$$\lambda_1 T \geq 10^2 (\omega'/\omega_1) (\omega''/\omega_1) \text{ см} \cdot \text{K} \quad (7)$$

и должен наблюдаться в виде провалов вокруг $\omega_{1/2}$ в спектрах горячих звезд [3]. Следовательно, температура, определяемая по линиям, будет ниже температуры, определяемой по континууму.

3. При рассеянии на одиночных свободных электронах $\tau \sim 1/2 \omega$ и $\sigma = 4\pi cr_0/\omega$, $r_0 = e^2/mc^2$. В области Резеля — Джинса в интервале частот $\Delta\omega = \lambda/c = \hbar/mc^2$ получаем из (1) порог МФП как

$$I(\omega + \Delta\omega) - I(\omega - \Delta\omega) = \omega^2 kT/2\pi^2 c \lambda > \hbar\omega^3/2\pi cr_0$$

или

$$\lambda T > (\hbar c)^2/e^2 k \approx 10^2 \text{ см} \cdot \text{K} \quad (8)$$

-- при $T = 6 \cdot 10^3 \text{ K}$ МФП существенны для $\lambda > 10^{-2} \text{ см}$, а в видимую область попадают при $T > 10^6 \text{ K}$, характерных для горячих пятен вспышек.

4. Рассмотрим основные особенности вспышечных спектров звезд типа UV Cet: а) УФ эксцесс, б) посинение спектра, в) появление эмиссионных линий с более высоким потенциалом ионизации, г) максимум излучения в линиях наступает позже, чем в континууме, а высвечивание линий продолжается дольше, д) уплощение линий (рост кажущейся ширины) вплоть до провалов в центрах линий.

Эти наблюдения объясняются в [4] на основе гипотезы о выбросе во время вспышки горячих электронов и об обратном комптоновском рассеянии на них теплых фотонов и считаются противоречащими теории горячего пятна [5].

Теория МФП приводит без выдвижения каких-либо гипотез к качественному объяснению этих явлений: УФ эксцесс, посинение спектра



в целом, естественно объясняется перекачкой энергии в спектре процессами сложения частот; появление многофотонного возбуждения ведет к проявлению высоких резонансных эмиссионных линий; запаздывание максимума излучения в линиях, как и уплощение линий, связано с МФП перекачки из линий в континуум.

Отметим, что другой тип вспышек, у звезд типа Т Тельца, отличающийся ИК эксцессом, также может быть объяснен без гипотезы [4]; у этих новорожденных звезд должна существовать богатая пылевая оболочка, в которой во время вспышек должны ускоряться процессы конденсации и сублимации, приводящие к неравновесному ИК излучению [6]. (Теория [6] подтверждена экспериментально [7, 8]).

5. Рассмотрим МФП на вакуумных флуктуациях.

В поле i -того типа (гравитационном, магнитном, электрическом) вакуумная пара частиц массы m существует в среднем время

$$\tau_i = \hbar/2(2mc^2 - W_i), \quad (9)$$

где W_i — энергия поля в эффективном объеме пары $V = \lambda \sigma_T$. За промежуток времени (9) петля может поглотить из теплового поля энергию

$$\hbar \Omega = \tau_i (R_0/R)^2 \int_0^\infty I(\omega) \sigma(\omega) d\omega \leq \tau_i \sigma_T \sigma_{SB}^* T^4 (R_0/R)^2, \quad (10)$$

и превратиться в фотон частоты Ω , а если $\hbar \Omega > 2mc^2$, то в реальную пару, т. е. может произойти МФП раскрытия вакуумной петли в поле i -того типа, наблюдаемый как прямой переход группы фотонов в пару в вакууме.

В области, где $W_i/2mc^2 = 0,9$, этот процесс возможен при 10^{10} К, скажем, у горизонта событий черной дыры, где $W_g/2mc^2 \rightarrow 1$, процесс (11) может осуществляться и за счет аккумуляирования на вакуумной петле фотонов теплового излучения по Хокингу. Последующая аннигиляция пары должна приводить с учетом красного смещения к появлению в высокочастотной части теплового спектра черных дыр квантов с характеристическими частотами. Таким образом, МФП, приводя к рождению и аннигиляции пар и перед горизонтом событий, как бы эффективно размывают этот горизонт [9].

Учет МФП необходим и в космогонии, в теории Большого Взрыва. Там для разграничения эпох образования тех или иных типов частиц рассматриваются однофотонные процессы рождения пар и принимается, что $kT_j \sim m_j c^2$. Но, согласно (10), при $\hbar \Omega = 2m_j c^2$ получаем, что

$$kT_j \sim [(\hbar c/e^2)^2 (1 - \chi/2c^2)]^{1/4} \cdot 2m_j c^2, \quad (11)$$

где χ — гравитационный потенциал. Это соотношение показывает, что учет МФП существенно сдвигает пороговые температуры адронной и лептонной эр и увеличивает их длительности.

მ. პერილმანი

მრავალფოტონიანი პროცესების ტემპერატურული ზღვარი რელიე-ჯინსის პრეზი: ხაზების ფორმის ცვლილება, ენერჯის განაწილება, წყვილების გაცემა

რეზიუმე

რელიე-ჯინსის არეში ფოტონების ნაკადის სიმკვრივე იმდენად დიდია, რომ შესაძლებელია მრავალფოტონიანი პროცესები. სათანადო სიდიდეების შეფასება გვიჩვენებს, რომ ზოგიერთი ტიპის ვარსკვლავებისათვის, როგორცაა, მაგალითად, UV Cet, ამ პროცესებით შეიძლება აიხსნას ვარსკვლავების დაკავშირების სპექტრების ყველა დაკვირვებული თავისებურება. შავი ხვრელების ჰორიზონტის მახლობლად ეს პროცესები იწვევს ვაკუუმური მარყუჟების კონვერსიას წყვილებში, ჰორიზონტის კვანტურ გამლას და ა. შ.

ASTRONOMY

M. E. PEREL'MAN

TEMPERATURE THRESHOLDS OF THE MULTIPHOTON PROCESSES
 IN THE RAYLEIGH-JEANS REGION: LINE PROFILE MODIFICATIONS,
 ENERGY TRANSFER, PAIR PRODUCTION

Summary

The photon flux density in the Rayleigh-Jeans region is so large that the multiphoton processes (MPP) must take place. The calculations demonstrate that for some types of stars, such as UV Cet the MPP of the observable dynamics of the flares spectra can be explained. The heat photon accumulation MPP on the vacuum loop leads to a conversion of the black holes spectrum into the regions of greater energies, their horizon broadening, etc.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Гольдбергер, К. Ватсон. Теория столкновений. М., 1968.
2. М. Е. Перельман. ДАН СССР, 214, № 3, 1974, 539.
3. М. Е. Perel'man. Abstr. Int. Conf. Multiphoton Processes (ICOMP).—Rochester, 1977, 114—115.
4. Г. А. Гурзадян. Вспыхивающие звезды: физика, космогония. М., 1985.
5. Р. Е. Гершберг. Вспышки красных карликовых звезд. М., 1970.
6. М. Е. Перельман. Астрофизика, 17, № 2, 1981, 383.
7. Л. М. Умаров, В. А. Татарченко. Кристаллография, 29, № 6, 1984, 1146.
8. К. А. Абрамова, Б. П. Перегуд и др. Опт. и спектр., 58, № 3, 1985, 809.
9. М. Е. Perel'man. Abstr. III ICOMP.—Greece, Jraklion, 1984.



ГЕОФИЗИКА

А. А. БУРЧУЛАДЗЕ, Г. И. ТОГОНИДЗЕ, С. В. ПАГАВА, И. В. ЭРИСТАВИ,
 М. В. АВТАНДИЛАШВИЛИ, Д. В. ЧАЛАТАШВИЛИ, Л. Т. ЧЕЛИДЗЕ

ДАТИРОВАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБРАЗЦОВ
 РАДИОУГЛЕРОДНЫМ МЕТОДОМ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 5.4.1986)

В радиоуглеродной лаборатории Тбилисского государственного университета регулярно проводится определение абсолютного возраста образцов органического происхождения для археологических, геологических, палеогеографических, ботанических и других целей [1—3]. Для датировки используется жидкостный сцинтилляционный метод регистрации активности ¹⁴C [4, 5].

Ниже приводятся результаты датирования образцов, представленных для датировки Институтом географии АН ГССР (представлены Ч. П. Джанелидзе), Институтом ботаники АН ГССР (Н. А. Маргалитадзе), Сухумским и Кобулетским отрядами гидрогеологической партии 7-го района Производственного объединения «Гидроспецгеология» Министерства геологии СССР (В. Г. Джераишвили, Г. Х. Чинчараули). Отбор исследуемых образцов торфа, древесины и раковин осуществлялся путем бурения.

| Лаб. шифр обр. | Вид образца | Место отбора образца, глубина залегания | Возраст в годах |
|----------------|-------------|--|-----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| ТБ-86 | Торф | Поти, 18 м, на правом берегу р. Риони | 7905 ± 60 |
| ТБ-88 | Торф | Кулеви, 5 м, р-н Хоби | 4055 ± 50 |
| ТБ-98 | Древ. | Пичора, 3 м, р-н Гали | 5005 ± 50 |
| ТБ-225 | Древ. | Супса, 19 м, р-н Ланчхути | 1935 ± 50 |
| ТБ-226 | Древ. | Супса, 9 м, р-н Ланчхути | 955 ± 40 |
| ТБ-228 | Древ. | Супса, 19 м, р-н Ланчхути | 1940 ± 40 |
| ТБ-236 | Торф | Местия, 1,75 м, ущелье р. Накра | 1030 ± 40 |
| ТБ-237 | Торф | Местия, 1,25 м, бассейн р. Ненскра | 2410 ± 40 |
| ТБ-238 | Торф | Боржоми, 10 м, плато Дабадзвели | 5810 ± 50 |
| ТБ-257 | Торф | Севап, 5,1 м, на берегу оз. Севап, Арм. ССР | 3350 ± 45 |
| ТБ-348 | Торф | Гагра, 0,9 м, дер. Ахаладзе | 2130 ± 45 |
| ТБ-350 | Торф | Гагра, 1 м, дер. Ахаладзе | 1925 ± 45 |
| ТБ-351 | Торф | Гагра, 1,25 м, дер. Ахаладзе | 2295 ± 45 |
| ТБ-349 | Древ. | Казбеги, 7 м, дер. Кетриси Серия «Сухуми» | 4420 ± 50 |
| ТБ-341 | Раковины | Сухуми, 16,0—17,5 м, скважина № 42 | 5175 ± 60 |
| ТБ-342 | Раков. | Сухуми, 33—34 м, скважина № 42 | 5590 ± 55 |
| ТБ-343 | Раков. | Сухуми, 48,6—50,2 м, скважина № 42 | 5380 ± 55 |
| ТБ-344 | Раков. | Сухуми, 57—58 м, скважина № 42 | 5690 ± 55 |
| ТБ-345 | Раков. | Сухуми, 62—63 м, скважина № 42 | 5720 ± 60 |
| ТБ-346 | Торф | Сухуми, 26,2—26,7 м, скважина № 721 | 9310 ± 80 |
| ТБ-347 | Раков. | Пицунда, 1,2 м, 1 морская терраса | 6210 ± 60 |
| ТБ-352 | Торф | Сухуми, 8 м, скважина № 61 | 6425 ± 60 |



| 1 | 2 | 3 | 4 |
|------------------|--------|---|-------------|
| ТБ-353 | Раков. | Сухуми, 3,1—3,8 м, скважина № 717 | 4040 ± 50 |
| ТБ-354 | Раков. | Сухуми, 6,0—6,9 м, скважина № 717 | 6060 ± 60 |
| ТБ-355 | Раков. | Сухуми, 6,9—8,1 м, скважина № 717 | 6050 ± 60 |
| ТБ-356 | Раков. | Сухуми, 9,2—11,2 м, скважина № 717 | 7955 ± 65 |
| ТБ-357 | Раков. | Сухуми, 1,4—1,7 м, скважина № 716 | 4365 ± 55 |
| ТБ-358 | Раков. | Сухуми, 3—4 м, скважина № 716 | 6060 ± 60 |
| ТБ-359 | Раков. | Сухуми, 5—6 м, скважина № 716 | 6475 ± 60 |
| ТБ-360 | Раков. | Сухуми, 7,1—8,2 м, скважина № 716 | 6535 ± 60 |
| ТБ-361 | Раков. | Сухуми, 4,5—6,0 м, скважина № 723 | 3335 ± 50 |
| ТБ-362 | Раков. | Сухуми, 10,5—11,8 м, скважина № 723 | 5540 ± 60 |
| ТБ-363 | Раков. | Сухуми, 13,0—13,7 м, скважина № 723 | 7630 ± 80 |
| ТБ-364 | Раков. | Сухуми, 18,0—18,4 м, скважина № 723 | 8690 ± 80 |
| ТБ-369 | Раков. | Сухуми, 18—19 м, скважина № 50 | 6520 ± 65 |
| ТБ-370 | Раков. | Сухуми, 32,6—33,1 м, скважина № 724 | 10895 ± 100 |
| ТБ-371 | Торф | Сухуми, 8,3—8,5 м, скважина № 100 | 4670 ± 55 |
| ТБ-372 | Торф | Сухуми, 11,1—11,3 м, скважина № 100 | 6585 ± 65 |
| ТБ-373 | Раков. | Сухуми, 14—15 м, скважина № 41 | 7495 ± 70 |
| ТБ-374 | Раков. | Сухуми, 38—39 м, скважина № 48 | 7860 ± 70 |
| ТБ-377 | Раков. | Сухуми, 16—17 м, скважина № 49 | 7135 ± 70 |
| ТБ-375 | Раков. | Сухуми, 22—23 м, скважина № 49 | 7310 ± 70 |
| ТБ-376 | Раков. | Сухуми, 20—21 м, скважина № 50 | 6690 ± 70 |
| ТБ-378 | Раков. | Сухуми, 24—25 м, скважина № 63 | 6920 ± 70 |
| ТБ-379 | Раков. | Сухуми, 15—16 м, скважина № 93 | 7210 ± 70 |
| ТБ-380 | Раков. | Сухуми, 25—26 м, скважина № 93 | 10180 ± 90 |
| ТБ-381 | Раков. | Сухуми, 13—14 м, скважина № 97 | 13480 ± 130 |
| ТБ-382 | Раков. | Сухуми, 0,7—2,2 м, скважина № 702 | 3360 ± 50 |
| ТБ-383 | Раков. | Сухуми, 7,0—8,6 м, скважина № 709 | 7840 ± 70 |
| ТБ-384 | Раков. | Сухуми, 3,9—5,2 м, скважина № 718 | 2510 ± 50 |
| ТБ-385 | Раков. | Сухуми, 3,2—4,3 м, скважина № 722 | 6540 ± 60 |
| ТБ-386 | Раков. | Сухуми, 5,4—6,1 м, скважина № 722 | 7040 ± 70 |
| ТБ-387 | Раков. | Сухуми, 10,3—11,3 м, скважина № 722 | 7495 ± 70 |
| ТБ-388 | Раков. | Сухуми, 5,0—7,2 м, скважина № 724 | 3850 ± 50 |
| ТБ-389 | Раков. | Сухуми, 10,0—11,5 м, скважина № 724 | 5720 ± 60 |
| ТБ-390 | Раков. | Сухуми, 11,3—11,8 м, скважина № 725 | 5755 ± 60 |
| ТБ-400 | Торф | Сухуми, 14,8—15,0 м, скважина № 1 | 6960 ± 60 |
| Серия «Кобулети» | | | |
| ТБ-392 | Раков. | Кобулети, 11,2—12,2 м, скважина № 7 | 5100 ± 55 |
| ТБ-393 | Раков. | Кобулети, 3,0—4,0 м, скважина № 12 | 3885 ± 50 |
| ТБ-394 | Древ. | Кобулети, 5,1—5,9 м, скважина № 10 | 5710 ± 55 |
| ТБ-395 | Древ. | Кобулети, 7,5—7,8 м, скважина № 10 | 5910 ± 55 |
| ТБ-396 | Древ. | Кобулети, 1,0—1,2 м, скважина № 13 | 1740 ± 45 |
| ТБ-397 | Раков. | Кобулети, 1,0 м, образец № АВ-11/2 | 5025 ± 50 |
| ТБ-398 | Раков. | Кобулети, 0,5—1,0 м, образец № АВ-126/2 | 1935 ± 40 |
| ТБ-399 | Раков. | Кобулети, 0,5—1,0 м, образец № АВ-108/4 | 5310 ± 55 |
| ТБ-480 | Раков. | Кобулети, 2,0—3,0 м, скважина М-20 | 3170 ± 45 |
| ТБ-481 | Раков. | Кобулети, 6,3—7,9 м, скважина М-24 | 4290 ± 50 |
| ТБ-482 | Раков. | Кобулети, 13,1—14,5 м, скважина № 70 | 5720 ± 55 |
| ТБ-483 | Раков. | Кобулети, 5,7—5,9 м, скважина М-14 | 5270 ± 55 |
| ТБ-484 | Раков. | Кобулети, 5,0 м, скважина № 88 | 4770 ± 55 |
| ТБ-485 | Раков. | Кобулети, 6,5 м, скважина № 88 | 5120 ± 55 |
| ТБ-486 | Торф | Кобулети, 0,6 м, скважина № 84 | 1740 ± 45 |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|--------|-------|--------------------------------|-----------|
| ТБ-487 | Торф | Кобулети, 1,4 м, скважина № 84 | 3330 ± 90 |
| ТБ-488 | Древ. | Кобулети, 8,3 м, скважина № 71 | 5150 ± 55 |
| ТБ-489 | Древ. | Кобулети, 2,8 м, шурф № 824 | 540 ± 40 |
| ТБ-490 | Древ. | Кобулети, 2,0 м, шурф № 344 | 1760 ± 50 |

Примечание: образцы взяты путем бурения скважин с соблюдением всех мер предосторожности их загрязнения современным углеродом, предложенных в [4].

Анализ и датировка образцов серий «Сухуми» и «Кобулети», отобранных в районах Сухумского и Кобулетского побережья Черного моря, дали возможность детального восстановления палеогеографической ритмичности изменения условий осадконакопления однородных литологических толщ из скважин, вскрываемых бурением голоценовые отложения, с целью оценки современных инженерно-геологических условий и разработки долгосрочного прогноза изменений этих условий на срок, определяемый хозяйственными задачами.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 10.4.1986)

გეოფიზიკა

ა. ბურჩულაძე, გ. ტოგონიძე, ს. ფაღავა, ი. ერისთავი,
მ. ავთანდილაშვილი, დ. ჩალათაშვილი, ლ. ჭელიძე

გეოლოგიური ნიმუშების დათარიღება რადიონახშირბადის
მეთოდით

რეზიუმე

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის რადიონახშირბადის ლაბორატორიაში ^{14}C აქტივობის რეგისტრაციის სცინტილაციური მეთოდის გამოყენებით განესაზღვრეთ პალეოგეოგრაფიული, ბოტანიკური და გეოლოგიური ნიმუშების აბსოლუტური ასაკები.

GEOPHYSICS

A. A. BURCHULADZE, G. I. TOGONIDZE, S. V. PAGAVA, I. V. ERISTAVI,
M. V. AVTANDILASHVILI, D. V. CHALATASHVILI, L. T. CHELIDZE

THE DATING OF GEOLOGICAL SAMPLES BY THE RADIOCARBON
METHOD

Summary

In the radiocarbon laboratory of the Tbilisi State University the absolute ages of palaeogeographical, botanical and geological samples were determined using the liquid scintillation method of ^{14}C activity registration.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Бурчуладзе. Верхний плейстоцен. М., 1966, 282.
2. А. А. Burchuladze, L. D. Gedevanishvili, G. I. Togonidze. Radiocarbon, 18, No. 3, 1976, 355.
3. А. А. Бурчуладзе и др. Сообщения АН ГССР, 80, № 1, 1975, 89.
4. А. А. Бурчуладзе и др. Синтез высокочистых газов-наполнителей пропорциональных счетчиков и жидких сцинтилляционных растворителей для прецизионных радиоуглеродных измерений. Тбилиси, 1979.
5. А. А. Burchuladze *et al.* Radiochem. radioanal letters, 1978, 67.



Г. С. ГУНИЯ, Л. У. ШАВЛИАШВИЛИ

К ВОПРОСАМ КОМПЛЕКСНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ СРЕД

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Г. Сванидзе 27.3.1986)

В условиях острой необходимости в повышении эффективности природоохранной деятельности одной из наиболее важных задач становится объективная информация о фактическом состоянии природной среды и прогноз будущего. Для успешного решения этой задачи необходимо совершенствование системы наблюдения, контроля и оценки состояния природной среды — мониторинга. Главным образом это относится к районам интенсивного антропогенного воздействия, где загрязненными оказываются различные природные среды как в результате непосредственного поступления промышленных отходов, так и их миграции между средами.

Один из наиболее перспективных путей развития этой системы — это ее ориентация на всесторонний анализ окружающей природной среды, предусматривающий проведение согласованных во времени и пространстве комплексных наблюдений и оценки загрязнения природных сред. Для их успешной реализации требуется осуществление ряда работ, наиболее важными среди которых на предварительном этапе являются получение информации о районе обследований и источниках загрязнения, а также оценка состояния природных сред исследуемого района и установление перечня приоритетных загрязняющих веществ.

Анализ материала обследований промышленных предприятий и данных наблюдений за уровнем загрязнения природных сред в районах интенсивного антропогенного воздействия республики позволяет выделить гг. Тбилиси, Рустави и Зестафони, основой экономики которых является промышленность.

К приоритетным веществам, загрязняющим атмосферный воздух, относятся металлические элементы, среди которых выделяются свинец, хром, марганец, магний, титан, стронций и ванадий. Количества выпавший этих элементов из атмосферы на подстилающую поверхность в районах интенсивного антропогенного воздействия в 2—6 раз выше, чем в горных районах [1, 2]. Кроме того, как установлено [2], к приоритетным следует отнести и основные вещества, загрязняющие атмосферный воздух городов.

Рассматриваемые города существенно различаются по расположению промышленных объектов на их территории. В результате этого они различаются и по характеру распределения концентрации веществ, загрязняющих атмосферный воздух. Например, в Тбилиси, в отличие от двух других городов, промышленные объекты рассредоточены по всей территории без учета метеорологических элементов. Это способствует созданию над городом постоянно действующего поля высоких концентраций вредных веществ, которое мы изучали путем анализа распределения относительного показателя загрязнения воздушного бассейна K по территории города [2], рассчитанного из данных наблюдений за 1975—1984 гг. по формуле



$$K = \sum \frac{\bar{q}_i}{\bar{q}_i'} \quad (1)$$

где \bar{q}_i — среднее многолетнее за период 1975—1984 гг. значение концентрации i -того вещества в данном пункте города; \bar{q}_i' — среднее многолетнее за рассматриваемый период значение концентраций того же вещества в данном городе в целом.

В Рустави промышленные объекты сосредоточены в основном в юго-восточной части города с учетом преобладающего переноса воздушных масс. В результате этого основная часть его жилого массива, расположенная к северо-западу от источников выбросов, в отличие от юго-восточных пригородов, бывает загрязнена лишь периодически. В Зестафони же источник выбросов расположен без учета метеорологических особенностей данного района на западной окраине города.

Результаты расчетов, приведенные в табл. 1, позволяют проанализировать тенденцию изменения загрязнения атмосферного воздуха в указанных городах.

Показатель загрязнения K в данном случае рассчитывали для каждого вещества отдельно путем нормирования среднегодовой концентрации для всего города в целом на его среднее многолетнее значение за рассматриваемый период.

Как видно из табл. 1, загрязнение атмосферного воздуха различными веществами в гг. Тбилиси, Рустави и Зестафони в основном

Таблица 1
Среднегодовые значения относительного показателя загрязнения атмосферного воздуха

| Города | Г о д ы | | | | | | | | | |
|----------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 |
| П ы л ь | | | | | | | | | | |
| Тбилиси | 0,7 | 1,0 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Рустави | 0,4 | 0,8 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 1,2 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 |
| Зестафони | 0,8 | 0,4 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,0 |
| Окись углерода | | | | | | | | | | |
| Тбилиси | 0,5 | 0,5 | 1,1 | 0,9 | 1,2 | 1,0 | 1,3 | 1,3 | — | — |
| Рустави | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,7 | 1,7 | — |
| Зестафони | 0,6 | 0,6 | 0,9 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,3 | 1,1 | — |
| Двуокись азота | | | | | | | | | | |
| Тбилиси | 0,8 | 0,9 | 1,1 | 1,4 | 1,1 | 1,1 | 1,5 | 0,9 | 0,8 | 0,6 |
| Рустави | 1,1 | 1,4 | 1,0 | 0,7 | 0,9 | 1,1 | 1,0 | 0,9 | 0,7 | 0,9 |
| Зестафони | 1,0 | 0,8 | 0,6 | 1,0 | 1,0 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,0 |
| Двуокись серы | | | | | | | | | | |
| Тбилиси | 1,1 | 0,5 | 0,6 | 1,1 | 1,1 | 1,5 | 1,4 | 1,2 | 0,8 | 0,8 |
| Зестафони | 0,6 | 0,6 | 1,1 | 0,9 | 1,0 | 1,0 | 1,2 | 1,3 | 1,2 | 0,8 |

остается практически на одном уровне. Исключение составляет окись углерода, величины относительного показателя загрязнения которой имеют тенденцию к росту.

Таблица 2
 Относительные содержания приоритетных загрязняющих веществ
 в водах рр. Кура и Квирила

| Река—пункт | БПК ₅ | N _{NH₄⁺} | N _{NO₂⁻} | Фенолы | Нефте- продукты | Cu | Zn | Mn |
|-------------------|------------------|---|---|--------|--------------------|-----|-----|-----|
| Кура—Тбилиси | 1,0 | 1,2 | 2,3 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 2,6 | 1,7 |
| Кура—Рустави | 1,3 | 7,4 | 3,9 | 1,8 | 1,8 | 1,7 | 2,9 | 1,7 |
| Квирила—Зестафони | 1,3 | 1,7 | 2,4 | 1,5 | 4,3 | 1,6 | 0,4 | 1,7 |

Выявив приоритетные загрязняющие вещества в поверхностных водах районов интенсивного воздействия, мы попытались оценить влияние рассматриваемых городов на загрязнение воды рр. Кура и Квирила (табл. 2). При этом для оценки использовали соотношение

$$C = \frac{\bar{x}_3}{\bar{x}_\Phi}, \quad (2)$$

где \bar{x}_3 — средняя многолетняя за 1975—1984 гг. концентрация данного вещества в районе интенсивного антропогенного воздействия; \bar{x}_Φ — его фоновая средняя многолетняя концентрация за те же годы.

В качестве фона на р. Куре для Тбилиси и Рустави был выбран пункт, расположенный выше этих городов по течению реки у ЗаГЭСа, а на р. Квириле для Зестафони — пункт, расположенный выше г. Чхатура.

Для расчета \bar{x}_3 использовали данные наблюдений пунктов, расположенных ниже указанных городов.

Как следует из анализа табл. 2, промышленные города оказывают существенное влияние на концентрацию исследуемых веществ. Особенно хорошо это влияние заметно на примере гг. Рустави и Зестафони.

По своему влиянию на загрязнение почвы из ряда веществ, выбрасываемых промышленными предприятиями в атмосферу, наибольшее внимание привлекают металлические элементы [3].

 Таблица 3
 Относительные значения концентраций металлических примесей
 в почвах районов интенсивного воздействия

| Пункты отбора проб | В радиусе, км | Ni | Pb | Mn | Cr | Zn | Cu | Mo | V |
|-----------------------|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Тбилиси | 0—1 | 1,00 | 1,07 | 0,68 | 0,40 | 0,47 | 2,50 | 0,70 | 1,54 |
| | 5—20 | 1,00 | 0,84 | 0,65 | 0,36 | 0,43 | 2,32 | 0,50 | 1,50 |
| Рустави | 0—1 | 0,88 | 1,77 | 0,76 | 0,52 | 0,61 | 2,46 | — | 1,67 |
| | 5—20 | 0,82 | 1,32 | 0,72 | 0,42 | 0,29 | 1,63 | — | 1,22 |
| Зестафони | 0—1 | 1,22 | 1,80 | 1,10 | 0,51 | 0,37 | 2,69 | 0,25 | 2,38 |
| | 5—20 | 1,05 | 0,82 | 0,97 | 0,43 | 0,29 | 2,67 | 0,25 | 2,36 |

В табл. 3 приводятся осредненные за 1980—1984 гг. результаты расчетов отношений данных эмиссионного спектрального анализа проб почвы, отобранных на глубине 0—20 см вокруг рассматриваемых городов по четырем румбам в радиусе 1 и 20 км, к кларкам.

Согласно табл. 3, концентрации приводимых элементов в основ-



ном не превышают значения кларков, за исключением некоторых из них, главным образом свинца, меди и ванадия.

Представленные результаты исследований позволяют утверждать, что в исследуемых районах комплексный подход к обследованию и оценке загрязнения природных сред дает возможность выделить атмосферный воздух как среду, испытывающую наиболее интенсивное антропогенное воздействие.

Закавказский региональный
научно-исследовательский институт

(Поступило 25.4.1986)

გეოფიზიკა

გ. გუნია, ლ. შავლიაშვილი

გარემოს გავრცელების კომპლექსური ექსპერიმენტალური კვლევის
საკითხები

რეზიუმე

ბუნებისდაცვითი საქმიანობის ეფექტიანობის ამაღლებისა და გარემოს მდგომარეობის შესახებ ობიექტური ინფორმაციისათვის ინტენსიური ანთროპოგენული ზემოქმედების რაიონებში, ჩატარებულია კომპლექსური დაკვირვება და შეფასებულია მდგომარეობა.

კომპლექსური მიდგომის საფუძველზე დებასიათებულია ატმოსფერული ჰაერის ზედაპირული წყლების და ნიადაგების გაჯერების მდგომარეობა საკვლევ რაიონებისათვის. განხილული გარემოდან ყველაზე ინტენსიურ ანთროპოგენულ ზემოქმედებას განიცდის ატმოსფერული ჰაერი.

GEOPHYSICS

G. S. GUNIA, L. U. SHAVLIASHVILI

PROBLEMS OF COMPREHENSIVE EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF ENVIRONMENTAL POLLUTION

Summary

The paper suggests that in order to increase the efficiency of environmental protection and to get objective information on the state of the environment in the regions of intensive anthropogenic influence it is expedient to carry out comprehensive observations.

On the basis of the mentioned approach, the state of air, surface water, and soil pollution in the regions under investigation is assessed and the conclusion is drawn that atmospheric air is most heavily affected by anthropogenic factors.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. С. Гуння. Современные проблемы запыленности атмосферы. Обнинск, 1978, 60.
2. Г. С. Гуння. Вопросы мониторинга загрязнения атмосферного воздуха на территории Грузинской ССР. Л., 1985, 84.
3. Г. С. Гуння, М. В. Абуладзе. Сб. «Метеорологические аспекты загрязнения атмосферы», Т. М., 1981, с. 154—157.

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

И. Ш. ШАТИРИШВИЛИ

КОМПЛЕКСНАЯ СХЕМА ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА
СМЕСЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ ЛЕТУЧИЕ, МАЛОЛЕТУЧИЕ И
НЕЛЕТУЧИЕ ВЕЩЕСТВА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. В. Цицадзе 11.4.1987)

На практике нередко приходится анализировать композиции, в состав которых наряду с большим количеством летучих веществ входят нелетучие и малолетучие соединения. Прямой газохроматографический анализ таких систем затруднен тем, что нелетучая часть полностью сорбируется на сорбенте и выводит его из строя. К тому же часть малолетучих продуктов имеет чрезмерно большие времена удерживания и очень медленно элюируется из колонки во время последующих анализов, делая условия анализа недостаточно воспроизводимыми. К числу таких сложных композиций относятся большинство пищевых продуктов, коллоидные системы, физиологические жидкости и др.

Важную информацию для ряда таких систем, в том числе и существенно гетерогенных, позволяет получить метод анализа равновесной паровой фазы [1]. Вместе с тем этот метод, естественно, дает информацию лишь о составе летучих компонентов, а для получения по ним необходимой информации о составе жидкой фазы необходимо знание коэффициентов распределения, что усложняет получение информации о составе исходной смеси.

Нами разработана комплексная схема хроматографического анализа из одной пробы сложных композиций, содержащих летучие, малолетучие и нелетучие компоненты, включая анализ паровой фазы, вакуумную отгонку летучих компонентов с последующим газохроматографическим анализом перегнанной фракции. Оставшийся остаток после перегонки можно анализировать методом жидкостной хроматографии (колоночной или планарной). Для упрощения составления материального баланса весь анализ производится из одной пробы.

Для проведения комплексного анализа применяли установку из кварцевого стекла с использованием стандартных шлифов. Часть деталей изготовлена из фторопласта. Схема проведения аналитической операции была следующей (см. рис. 1). Материал (сок, вино, материал, физиологическая жидкость и др.) отбирается в количестве 2 мл (или по весу) в кварцевую колбочку 1 и закрывается фторопластовым шлифом сложной конфигурации 2 с силиконовой мембраной в верхней части 4.

Колбочка выдерживается в термостате необходимое время и затем из нее через мембрану 4 шприцем отбирается из паровой фазы проба для анализа либо напрямую, либо по одному из вариантов, описанных в работе [2]. На газовом хроматографе осуществляется анализ паровой фазы с необходимой идентификацией и получением количественных данных [3].

Далее колба 1 подсоединяется к приборчику согласно рис. 1,б, после чего охлаждается погружением в пары жидкого азота или другого приемлемого хладагента. После охлаждения колбочка 7 поворачивается в положение к вакуумному насосу и производится откачка системы в течение 5—20 мин. Затем колба 7 поворачивается и погру-



жается в охлаждающую среду. Колба 1 медленно нагревается до температуры 20—40° и летучая часть смеси из нее перемораживается без потерь в колбочку 7.

Колбочка 7 отсоединяется от системы и закрывается колпачком с отборным устройством (рис. 1, в). Далее микрошприцем из жидкой фазы производится отбор необходимого числа проб для анализа переконденсированного продукта методом газовой хроматографии. В необходимых случаях можно повторить анализ равновесной паровой фазы.

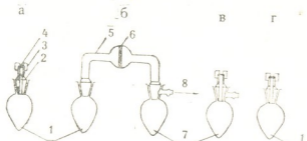


Рис. 1. Схема установки для хроматографического анализа сложных систем из одной пробы: 1 — колба для исходного продукта, 2 — пробка тefловая под шпатель, 3 — колпачок, 4 — мембрана из силиконовой резины, 5 — соединительная трубка, 6 — кварцевый фильтр № 4, 7 — приемник, 8 — к вакуумному насосу; а) для уравнивания и анализа паровой фазы, б) для перегонки пробы, в) для анализа конденсата, г) для анализа неперегоняемого остатка пробы

В колбочке 1 остаются малолетучие и нелетучие вещества, сконцентрированные по сравнению с исходным образцом. Большой частью получается сухой остаток, отложившийся в кончике колбочки 1, иногда это вязкая капелька смеси неперегоняющихся при этих условиях соединений (менее 1% исходной массы).

Содержание основных идентифицированных компонентов (без учета содержания воды)

| № п/п | Компоненты | Паровая фаза | Жидкая фаза |
|----------|---------------------|------------------|------------------|
| | | содержание, % | содержание, % |
| 1 | Ацетальдегид | 0,04 | 0,06 |
| 2 | Этилацетат | 0,80 | 0,22 |
| 3 | Метанол | 0,06 | |
| 4 | Этанол | 97,75 | 99,03 |
| 5 | n-Пропанол | 0,39 | 0,02 |
| 6 | Изомилацетат | 0,06 | 0,03 |
| 7 | 2-Метилпропанол | 0,34 | 0,12 |
| 8 | n-Бутанол | 0,04 | 0,01 |
| 9 | n-Амилловый спирт | 0,10 | |
| 10 | Изоамилловый спирт | 0,42 | 0,28 |
| 11 | Бутиленгликоль | | 0,05 |
| 12 | n-Гексанол | | 0,12 |
| 13 | Глицерин | | 0,01 |
| 14 | Фенилэтанол | | 0,01 |
| 15 | Этиллактат | | 0,02 |
| 16 | Ванилиновая кислота | | 0,01 |
| 17 | Ванилин | | 0,015 |
| 18 | n-Кумаровая кислота | | следи |
| 19 | Феруловая кислота | | следи |
| 20 | Коричная кислота | | следи |



Разработанная комплексная схема представляется удобной для анализа полифазных систем или систем, в которых содержатся нелетучие или малолетучие соединения.

Примером использования предложенной комплексной системы является анализ соков или иных продуктов переработки винограда. Для анализа был взят сок винограда сорта «Ркацители» после брожения. Анализ проводили на хроматографе «Карло Эрба» модели 2900 с капиллярными колонками из кварцевого стекла длиной 30 м. Неподвижная фаза — толщина пленки 0,2 мкм; в случае анализа паровой фазы представляла собой привитой ПЭГ 400, в случае анализа жидкой фазы ПЭГ 20 м. Анализ проводили в режиме программирования температуры: в первом случае от 20 до 90° со скоростью 4,5°/мин, во втором случае от 30 до 190° со скоростью 8—10°С/мин. Расход гелия — 2 мл/мин.

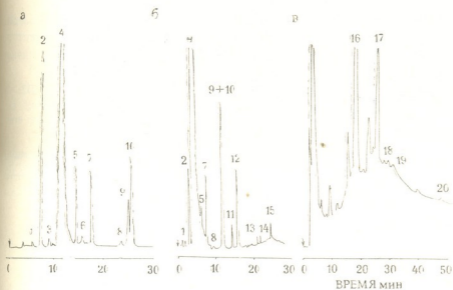


Рис. 2. Хроматограммы анализа продуктов брожения винограда «Ркацители»: а) газовая хроматограмма паровой фазы, б) газовая хроматограмма перекоденсированного продукта, в) жидкостная хроматограмма остатка. Обозначения компонентов — в таблице, условия анализа — в тексте

Жидкостную хроматографию проводили на хроматографе «Альтекс» на колонке сферисорб 55-ODS (5 мкм) длиной 25×4,6 мм при скорости потока подвижной фазы 1,5 мл/мин. В ходе экспериментов осуществляется программирование состава подвижной фазы, составленной из двух смесей А и В, по следующей программе: 6 мин 90% А + 10% В, затем 19 мин 10% В 100% В, далее 100% В. Состав растворителей

А: H_2O — $AcOH$ (980 : 20) + 0,02 MNaOac,

В: H_2O — $AcOH$ — $iPrOH$ (815:25:20:140) + 0,02 MNaOac.

По описанной схеме был проведен газохроматографический анализ состава паровой фазы перегнанного продукта и методом жидкостной хроматографии анализ неперегнавшегося полусухого остатка, который был разбавлен метанольным раствором коричной кислоты.

Полученные хроматограммы приведены на рис. 2.

В ходе проведенных экспериментов идентификация наиболее представительных пиков осуществлялась методом хроматомасс-спектрометрии на приборе фирмы «ЛКБ». Расчет концентраций проводили методом внутренней нормализации с выражением концентрации в массовых относительных процентах (без учета содержания воды).

В таблице приведены данные по содержанию различных соединений в исследованном продукте в паровой фазе, переконденсированной жидкой фазе и неперегнанном остатке.

Из приведенных хроматограмм виден достаточно сложный состав исследованного продукта, хотя в некоторых из опубликованных работ [2] проводятся существенно более сложные хроматограммы. Для более полного выявления состава необходимо осуществлять дополнительное концентрирование с максимальным удалением основного мешающего компонента воды. Однако в целом комплект из трех таких хроматограмм достаточно полно характеризует исследованную композицию.

Грузинский сельскохозяйственный институт

(Поступило 16.4.1987)

ანალიზური კვლევა

ი. შათირიშვილი

აპროლად, მცირედ აპროლად და არააპროლად ნიმუთიერებათა
 ქრომატოგრაფიული ანალიზის კომპლექსური სქემა

რეზიუმე

წარმოდგენილი კომპლექსური სქემა და მიღებული შედეგები შესაძლებლობას გვაძლევს ყველა სახის ქრომატოგრაფიული ანალიზი ჩავატაროთ ერთი სინჯიდან, რაც მნიშვნელოვნად ამარტივებს გამოსავალ სინჯში შემავალი ყველა ნივთიერების მატერიალურ ბალანსთა მონაცემებს.

ANALYTICAL CHEMISTRY

I. Sh. SHATIRISHVILI

A COMBINED SCHEME OF CHROMATOGRAPHIC ANALYSIS OF MIXTURES CONTAINING VOLATILE, LOW-VOLATILE AND NON-VOLATILE SUBSTANCES

Summary

The proposed scheme and the results obtained make it possible to carry out all types of chromatographic analysis on a single sample, which significantly simplifies the information on material balance for all substances contained in the starting sample.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Г. Витенберг, Б. В. Иоффе. Газовая экстракция в хроматографическом анализе. Л., 1982, 280.
2. И. Ш. Шатиришвили. Хроматография в энтомологии. Тбилиси, 1986, 18.
3. К. И. Сакодынский и др. Прибор для хроматографии. М., 1973.

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

М. А. АВАЛИАНИ, В. Н. ГАПРИНДАШВИЛИ, М. К. ГВЕЛЕСИАНИ,
 Н. Н. ЧУДИНОВА, Л. А. ЦКАЛОБАДЗЕ, Т. М. АДАМИЯ

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ДВОЙНЫХ ФОСФАТОВ
 КАЛИЯ-СКАНДИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. В. Цицшадзе 6.8.1986)

Конденсированные фосфаты поливалентных элементов, как новый класс неорганических полимеров, интересны свойствами и строением, а также возможностью их использования в качестве материалов со специфическими свойствами в различных отраслях новой техники.

Настоящая работа посвящена исследованию системы $K_2O-Sc_2O_3-P_2O_5-H_2O$ в интервале температур 150—500°C с целью синтеза двойных конденсированных фосфатов скандия из растворов-расплавов фосфорных кислот.

Литературные данные по фосфатам скандия в основном касаются получения ди- и трифосфатов [1, 2], а также метафосфата скандия $Sc_4(P_4O_{12})_3$ и полифосфатов $[Sc(PO_3)_3]_n$ [3, 4].

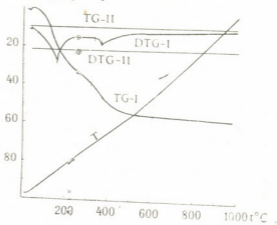


Рис. 1. Термограммы:
 1. $KSc(H_2P_2O_7)_2$; $n=15/5$,
 $t_{снлт}=202^\circ$; 2. $K_2ScP_3O_{10}$;
 $n=15/10$, $t_{снлт}=410^\circ$.

Работа выполнена по методике синтеза [5]. Исходные вещества H_2PO_4 , K_2CO_3 , Sc_2O_3 смешивали в молярных соотношениях 15:5:1, 15:7.5:1, 15:10:1, в открытых стеклоглеродных тиглях, нагревали при заданной температуре в термостатированной муфельной печи продолжительностью от 2 до 10—15 дней. Скандий определяли весовым оксихинолиновым методом [6], а калий — эмиссионным.

В интервале температур 150—250°C, при соотношении исходных компонентов синтеза $P_2O_5:K_2O=n=15/5$ и $n=15/10$, получен кислый фосфат калия-скандия $KSc(H_2P_2O_7)_2$.

Повышение температуры до 400—415°C способствует образованию двойного фосфата, наиболее вероятный состав которого $K_2ScP_3O_{10}$.

В области температур 260—380° выделить однофазные образцы не удалось — кристаллизуется смесь следующих фаз:



Двойной средний дифосфат KScP_2O_7 выделяется как основная, устойчивая фаза в довольно широком интервале температур — от ~ 420 до $\sim 510^\circ$ ($n=15/10$).

Небезынтересно отметить, что на разрезе системы с меньшим исходным содержанием оксида калия ($n=15/5$) выше 255° кристаллизуется лишь одно соединение — $[\text{Sc}(\text{PO}_3)_3]_n$ (формы «С» [4] и «С'» — [7]).

Таблица 1

Рентгенометрические характеристики двойных фосфатов калия—скандия

| $\text{KSc}(\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7)_2$ | | KScP_2O_7 | | $\text{K}_2\text{ScP}_3\text{O}_{10}$ | |
|--|------|---------------------------|------|---------------------------------------|------|
| d, Å | I, % | d, Å | I, % | d, Å | I, % |
| 7,13 | 3 | 5,85 | 34 | 6,18 | 99 |
| 6,57 | 3 | 5,37 | 8 | 5,78 | 10 |
| 5,90 | 81 | 4,33 | 3 | 5,35 | 1 |
| 5,40 | 8 | 3,98 | 19 | 5,03 | 9 |
| 5,18 | 1 | 3,71 | 33 | 4,53 | 1 |
| 4,34 | 11 | 3,56 | 3 | 3,95 | 8 |
| 4,15 | 3 | 3,49 | 12 | 3,76 | 1 |
| 3,98 | 38 | 3,16 | 18 | 3,50 | 4 |
| 3,87 | 1 | 3,12 | 12 | 3,35 | 7 |
| 3,83 | 1 | 3,11 | 28 | 3,26 | 3 |
| 3,74 | 7 | 2,98 | 100 | 3,12 | 100 |
| 3,65 | 1 | 2,90 | 2 | 3,00 | 29 |
| 3,63 | 2 | 2,84 | 1 | 2,69 | 13 |
| 3,56 | 7 | 2,77 | 1 | 2,57 | 1 |
| 3,49 | 24 | 2,68 | 5 | 2,47 | 1 |
| 3,37 | 10 | 2,67 | 8 | 2,41 | 3 |
| 3,30 | 10 | 2,63 | 5 | 2,37 | 30 |
| 3,27 | 10 | 2,58 | 5 | 2,26 | 1 |
| 3,18 | 30 | 2,46 | 2 | 2,16 | 2 |
| 3,11 | 58 | 2,42 | 4 | 2,09 | 8 |
| 3,00 | 100 | 2,40 | 15 | 2,00 | 1 |
| 2,85 | 3 | 2,37 | 4 | 1,96 | 1 |
| 2,77 | 3 | 2,35 | 1 | 1,95 | 1 |
| 2,68 | 10 | 2,33 | 4 | 1,87 | 1 |
| 2,59 | 11 | 2,31 | 6 | 1,82 | 1 |
| 2,48 | 3 | 2,29 | 3 | 1,74 | 3 |
| 2,43 | 3 | 2,23 | 3 | 1,73 | 2 |
| 2,40 | 12 | 2,16 | 10 | 1,69 | 1 |
| 2,39 | 3 | 2,14 | 4 | | |
| 2,38 | 7 | 2,09 | 6 | | |
| 2,25 | 5 | 2,05 | 3 | | |
| 2,17 | 12 | 1,99 | 6 | | |
| | | 1,97 | 5 | | |
| | | 1,95 | 5 | | |
| | | 1,91 | 6 | | |
| | | 1,87 | 2 | | |
| | | 1,83 | 6 | | |
| | | 1,81 | 5 | | |
| | | 1,79 | 3 | | |
| | | 1,75 | 14 | | |

Синтезированные фосфаты изучены методами рентгенофазового анализа, ИК-спектроскопии, термогравиметрии. Рентгенометрические характеристики двойных дифосфатов и среднего трифосфата приведены в таблице ($\text{K}_2\text{ScP}_3\text{O}_{10}$ кристаллизуется с некоторой долей примеси двойного фосфата $\text{KSc}(\text{PO}_3)_4$).

При сравнении рентгенометрических данных двойных соединений скандия с соответствующими характеристиками конденсированных фосфатов других трехвалентных металлов (Ga, Jn и некоторых РЗЭ)



наблюдается несомненное сходство, но все-таки трудно решить однозначно вопрос об их изоморфизме.

Термографическое исследование кислого дифосфата калия-скандия показало, что $KSc(H_2P_2O_7)_2$ дегидратируется в две стадии: I— $\sim 100-150^\circ$, II— $\sim 320-410^\circ$ (рис. 1, кривая 1). На этом же рисунке приведена термогравиграмма, подтверждающая получение безводного трифосфата (кривая 2).

Для внесения полной ясности в картину фазообразования в системе $K_2O-Sc_2O_3-P_2O_5-H_2O$ необходимо исследовать некоторые другие ее разрезы и более углубленно изучить свойства и термические превращения синтезированных фосфатов. В этом видится нам следующий этап работы в данном направлении.

Академия наук Грузинской ССР
Институт неорганической химии
и электрохимии

(Поступило 11.9.1986)

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

მ. ავალიანი, ვ. გაფრინდაშვილი, მ. გველესიანი, ნ. ჩუდინოვა,
ლ. წყალობაძე, ტ. ადამია

კალიუმ-სკანდიუმის ორმაგი კონდენსირებული ფოსფატების
სინთეზი და კვლევა

რეზიუმე

შესწავლილია ურთიერთქმედება მრავალკომპონენტური სისტემაში $K_2O-Sc_2O_3-P_2O_5-H_2O$ 150-დან 500°-მდე.

სინთეზირებულია კალიუმ-სკანდიუმის ორმაგი კონდენსირებული ნაერთები: მკვა დიფოსფატი $KSc(H_2P_2O_7)_2$, ტრიფოსფატები $KScHP_3O_{10}$ და $K_2ScP_3O_{10}$, აგრეთვე C და C' ფორმის პოლიფოსფატი $[Sc(PO_3)_3]_n$.

მიღებული ნაერთები იდენტიფიცირებულია რენტგენოფლუორის ანალიზის მეშვეობით, შესწავლილია თერმოგრაფიკული და იწ-სპექტროსკოპიის მეთოდებით.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

M. A. AVALIANI, V. N. GAPRINDASHVILI, M. K. GVELESIANI,
N. N. CHUDINOVA, L. A. TSKALOBADZE, T. M. ADAMIA

SYNTHESIS AND INVESTIGATION OF DOUBLE PHOSPHATES
OF POTASSIUM-SCANDIUM

Summary

Interaction in the $K_2O-Sc_2O_3-P_2O_5-H_2O$ systems in the temperature range of $150-500^\circ C$ has been studied. New double-condensed potassium-scandium phosphates (acid biphosphate $KSc(H_2P_2O_7)_2$, triphosphates $KScHP_3O_{10}$ and $K_2ScP_3O_{10}$, and polyphosphates $[Sc(PO_3)_3]_n-C'$, $[Sc(PO_3)_3]_n-C$) have been synthesized.

The resulting compounds have been identified by the X-ray phase analysis and investigation by the thermogravimetric method.



ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

საქართველოს
აкадеმიის

1. П. П. Мельников, В. Б. Калинин, В. М. Шацкий, Л. Н. Комиссарова. Изв. вузов. Химия и хим. технология, 17, № 11, 1974.
2. З. Я. Канепе, З. А. Констант. Изв. АН СССР, Неорган. материалы, 13, № 6, 969, 1983.
3. Л. П. Мезенцева, А. И. Доманский, Н. А. Бондарь. Ж. неорган. химии, 22, вып. 1, 84, 1977.
4. П. П. Мельников, Л. Н. Комиссарова, Т. С. Романова, А. К. Степанов. Изв. АН СССР, неорган. материалы, 12, № 5, 877, 1976.
5. Н. Н. Чудинова, М. А. Авалиани и др. Ж. неорган. материалы, 14, № 11, 2054, 1979.
6. Сб. переводных статей по аналитической химии скандия. вып. 1, М., 1958.
7. З. Я. Канепе, В. В. Красников, З. А. Констант, В. С. Фундаментский. Изв. АН Латв. ССР, сер. химическая, № 6, 646, 1984.

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

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

МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОДУКТОВ
ГИДРОПИРОЛИЗА ТВЕРДЫХ АРОМАТИЧЕСКИХ
УГЛЕВОДОРОДОВ НОРИЙСКОЙ НЕФТИ

Исследование молекулярной структуры высококипящих углеводородов нефти, в том числе ароматических, является одной из важных задач нефтехимии. Сложность состава и невозможность выделения высококипящих индивидуальных компонентов вынуждают исследователей довольствоваться определением их структурно-группового состава. В ряде случаев, когда исследуются сильно упрощенные концентраты высококипящих ароматических углеводородов нефти, масс-спектрометрические и флуоресцентные методы дают возможность проводить идентификацию ароматических структур, иногда до уровня индивидуальных соединений. В этом плане в качестве примера следует отметить работу [1], посвященную люминесцентно-спектральным исследованиям твердых ароматических углеводородов норийской нефти, выделенных с помощью комплекса методов [2]. Следует отметить, что указанные твердые углеводороды представляют собой не индивидуальные соединения, а смеси ароматических углеводородов различных структур. Люминесцентный спектральный метод в сочетании с УФ-спектрометрией позволили идентифицировать в исследуемых образцах молекулярные структуры нафтофлуорена, бензфлуорена, хризена, тетрафена, 3,4-бензфенантрена, бензпентацена и их алкилпроизводных.

Целью настоящего исследования являлось уточнение ароматических фрагментов твердых углеводородов с помощью разработанного ранее гидропиrolитического метода [3].

Изучение исследуемых образцов проводили с помощью гидропиrolитической фрагментации и масс-спектрометрии. Масс-спектры были сняты в лаборатории масс-спектральных исследований ЕНИИ НП (г. Москва) на хромато-масс-спектрометре фирмы «Finnigan 4021» при непосредственном введении гидропиrolизатов в камеру ионизации источника ионов масс-спектрометра при энергии электронов 50 эВ. Образцы снимали от температуры 40°C с шагом 10°C в минуту до их полного испарения. Состав компонентов твердых ароматических углеводородов и их гидропиrolизатов определяли по пикам молекулярных ионов с учетом поправки на естественную распространенность изотопов C^{12} и C^{13} и с использованием коэффициентов относительной чувствительности, отражающих относительную вероятность образования молекулярных ионов для разных соединений [4].

Объектом исследования служили твердые ароматические углеводороды, указанные в таблице, и их гидропиrolизаты. Гидропиrolиз исследуемых объектов проводили при температуре 450°C, давлении водорода 70 атм и продолжительности 4 часа. В таблице приведены также результаты масс-спектрометрического анализа.



Масс-спектральный анализ твердого углеводорода с температурой плавления 150—200°C показывает, что он в основном состоит из бенз- и алкилбензфенантронов, пиренов, бензфлуоренов и нафтофлуоренов.

Из данных масс-спектрального анализа гидропирилизата этого же

Данные масс-спектрального анализа твердых ароматических углеводородов нефти до и после гидропирилиза

| Ароматические фрагменты в исходных веществах и продуктах их гидропирилиза | Молекулярная масса | Состав твердого ароматического углеводорода, % мол. | | | | | |
|---|--------------------|---|-----------------|----------------------|-----------------|----------------------|-----------------|
| | | с $t_{пл}$ 150—200°C | | с $t_{пл}$ 180—230°C | | с $t_{пл}$ 230—266°C | |
| | | исходного | гидропирилизата | исходного | гидропирилизата | исходного | гидропирилизата |
| Нафталин и алкилпроизводные | 128 | — | 0,6 | — | 0,5 | — | 0,8 |
| | 142 | — | 0,4 | — | 0,2 | — | 0,3 |
| | 156 | — | 0,2 | — | 0,1 | — | 0,2 |
| | 170 | — | 0,1 | — | — | — | 0,1 |
| | 184 | — | 0,1 | — | — | — | 0,4 |
| | 198 | — | 0,2 | — | — | — | 0,2 |
| | 212 | — | 0,2 | — | — | — | 0,1 |
| Дифенил- и метилпроизводный | 154 | — | 0,6 | — | 0,5 | — | 0,7 |
| | 168 | — | 0,3 | — | — | — | 0,4 |
| Бифенилен | 152 | — | 1,9 | — | 3,8 | — | — |
| Флуорен | 166 | — | 1,2 | — | 0,8 | — | 1,2 |
| Фенантрен и алкилпроизводные | 178 | — | 13,0 | — | 31,7 | — | 18,0 |
| | 192 | — | 4,9 | — | 1,0 | — | 3,3 |
| | 206 | — | 2,2 | — | 0,8 | — | 2,5 |
| | 220 | — | 1,7 | — | 0,6 | — | 1,5 |
| | 234 | — | 1,7 | — | 0,6 | — | 1,4 |
| | 248 | — | 0,3 | — | 0,3 | — | 0,9 |
| | 262 | — | — | — | — | — | — |
| Дигидрофенантрен и алкилпроизводные | 180 | — | 2,2 | — | 1,1 | — | 2,0 |
| | 194 | — | 1,8 | — | 0,4 | — | 0,7 |
| | 208 | — | 0,6 | — | 0,5 | — | 0,6 |
| | 222 | — | 0,6 | — | 0,3 | — | 0,5 |
| | 236 | — | 0,5 | — | 0,2 | — | 0,5 |
| Тетрагидрофенантрен и алкилпроизводные | 182 | — | 0,9 | — | 0,8 | — | 0,7 |
| | 196 | — | 0,4 | — | 0,6 | — | 0,2 |
| | 210 | — | 0,5 | — | — | — | 0,2 |
| | 224 | — | 0,7 | — | — | — | 1,3 |
| | 238 | — | 0,1 | — | — | — | 0,4 |
| Бензфенантрен и алкилпроизводные | 228 | 17,4 | 12,2 | 23,7 | 20,5 | 3,8 | 20,6 |
| | 242 | 11,9 | 2,4 | 52,3 | 14,2 | 12,4 | 16,4 |
| | 256 | 3,4 | 0,3 | 10,9 | 2,1 | 32,2 | 4,7 |
| | 270 | 0,6 | — | — | 0,1 | 17,0 | 1,4 |
| | 284 | — | — | — | — | 2,5 | 0,2 |
| | 298 | — | — | — | — | 1,0 | 0,1 |
| | — | — | — | — | — | — | — |
| Пирен | 202 | 1,4 | 6,6 | — | 1,4 | 0,6 | 4,7 |
| | 216 | 9,7 | 12,6 | — | 1,1 | 0,4 | 0,3 |
| | 230 | 33,3 | 10,4 | — | 5,0 | 2,3 | 4,4 |
| | 244 | 11,1 | 2,2 | — | 3,1 | 3,8 | 2,3 |
| | 258 | 1,4 | 0,1 | — | 0,6 | 1,9 | 0,9 |
| | 272 | — | — | — | 0,1 | 1,3 | 0,6 |
| Дигидропирен | 204 | — | 4,6 | — | 1,7 | — | — |
| | 218 | — | 3,6 | — | 1,0 | — | — |
| | 232 | — | 6,7 | — | 2,0 | — | — |
| | 246 | — | 0,4 | — | 0,9 | — | — |
| | 260 | — | — | — | 0,3 | — | — |
| Алкилпроизводные нафтофлуорена | 234 | 3,1 | — | — | — | — | — |
| | 248 | 5,0 | — | — | — | — | — |
| | 262 | 1,3 | — | — | — | — | — |



Продолжение таблицы 3

| | | | | | | | |
|---------------------------------------|-----|---|---|---|-----|-----|-----|
| 1,2-Бензпирен и алкил- производные | 252 | — | — | — | 0,3 | 3,6 | 2,3 |
| | 266 | — | — | — | — | 2,1 | 1,2 |
| | 280 | — | — | — | — | 2,7 | 0,3 |
| | 294 | — | — | — | — | 1,1 | 0,1 |
| | 308 | — | — | — | — | 0,5 | — |
| Нафтобензофенантрен | 254 | — | — | — | — | 3,3 | — |
| | 268 | — | — | — | — | 5,0 | — |
| | 282 | — | — | — | — | 1,9 | — |
| | 296 | — | — | — | — | 0,5 | — |
| | 312 | — | — | — | — | 0,1 | — |
| Бензперилен | 302 | — | — | — | 0,1 | — | 0,1 |
| Дибензперилен | 352 | — | — | — | 0,3 | — | — |
| Бифенантрил | 354 | — | — | — | 0,7 | — | — |

вещества вытекает, что гидропиролизат состоит в основном из фрагментов пирена, бензфенантрена (хризена) и бензфлуорена, при этом концентрация пирена и бензфлуорена сравнительно с исходным веществом повышается за счет деалкилирования или же других процессов, например разрушения насыщенной части гидроароматических систем. Так, в исходном продукте количество пирена и бензфлуорена составляет 1,4 и 9,7%, а в гидропиролизате их концентрации возрастают до 6,6 и 12,6%. Следует отметить также появление в гидропиролизате заметного количества фенантрена или антрацена (так как они масс-спектрометрическим методом не различаются) и их алкилпроизводных. В связи с этим во всех случаях количества трехъядерных ароматических фрагментов, установленных масс-спектрометрическим методом, приписываем структуре фенантрена, так как наличие в нефти антраценовых структур, согласно литературным данным, незначительно.

При масс-спектральном исследовании твердого углеводородного образца с температурой плавления 180—230°C показано, что он в основном состоит из бенз- и алкилбензфенантронов (23,7 и 63,2% соответственно) и небольших количеств алкилпиренов (или бензфлуоренов). Согласно масс-спектральному анализу соответствующего гидропиролизата, основными ароматическими фрагментами являются структуры бензфенантронов (36,9%) и пиренов и бензфлуоренов (11,3%). В гидропиролизате представлены также фенантрен и его алкилпроизводные (35,0%).

Масс-спектральное исследование образца с температурой плавления 230—266°C показало, что он также состоит главным образом из бензфенантронов (68,9%) 1,2-бензпиренов и нафтобензфенантронов (20,8% и пиренов и бензфлуоренов (10,3%). По данным масс-спектрального анализа, в соответствующем гидропиролизате идентифицированы фрагменты бензфенантрена (20,6%) и его алкилпроизводных, пирена (4,7%), 1,2-бензпирена (2,3) и фенантрена (18,0%).

Надо отметить, что в гидропиролизатах всех трех образцов масс-спектрометрически установлено также наличие незначительных количеств фрагментов нафталина, флуорена и дифенила. Образование более высокомолекулярных продуктов сравнительно с исходными наблюдается лишь в незначительной степени.



Обобщением результатов масс-спектрометрического исследования твердых углеводородов, выделенных из высококипящих ароматических углеводородов норийской нефти, приходим к заключению, что основными ароматическими фрагментами этих продуктов являются кольчатые структуры фенантрена, бензфенантрена, пирена, бензфлуорена, бензпирена и др., что указывает также на эффективность гидропиrolитического метода, так как результаты исследования, полученные его применением, вполне соответствуют данным люминесцентно-спектральных исследований.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физической и
органической химии
им. П. Г. Меликишвили

(Поступило 30.5.1986)

ორგანული ქიმია

ლ. კორტავა, ე. უშარაული, ლ. მელიკაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ლ. კოგანი

ნორიოს ნავთობის მყარი არომატული ნახშირწყალბადების ჰიდროპიროლიზატების მას-სპექტრომეტრული კვლევა

რეზიუმე

ნორიოს ნავთობის მყარი არომატული ნახშირწყალბადების და მათი ჰიდროპიროლიზატების მას-სპექტრომეტრული კვლევებით დადგენილია, რომ აღნიშნული პროდუქტების ძირითად არომატულ ფრაგმენტებს წარმოადგენენ ფენანტრენის, ქრიზენის, პირენის, ბენზფლუორენის, ბენზპირენის და ა. შ. ბირთვული სტრუქტურები. მიღებული შედეგები შეესაბამება ამავე პროდუქტების ლუმინისცენტურ-სპექტრალური კვლევებით მიღებულ შედეგებს.

ORGANIC CHEMISTRY

L. M. KORTAVA, E. A. USHARAULI, L. D. MELIKADZE, L. O. KOGAN

MASS-SPECTROMETRIC STUDY OF PYROLYZATES OF THE NORIO
CRUDE OIL SOLID AROMATIC HYDROCARBONS

Summary

Mass-spectral analysis of solid aromatic hydrocarbons of the Norio crude oil and their hydropyrolyzates has shown that the basic aromatic fragments of the mentioned products are represented by phenanthrene, xrysene, pyrene, benzfluorene, benzpyrene, and other ring structures. The data obtained agree well with the results of luminescence spectral investigations.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. И. Оглоблина, Т. А. Теплицкая, Л. Д. Меликадзе, Ш. Ш. Барбадзе, Т. А. Алексеева. № 1397—83. Депонировано. М., 1983.
2. Л. Д. Меликадзе, Т. А. Элиава, Э. А. Ушараули. К познанию природы флуоресцирующих компонентов нефти. Тбилиси, 1958.
3. Э. А. Ушараули, Л. Д. Меликадзе, Л. М. Кортава. Сообщения АН ГССР, 105, № 2, 1982, 305.
4. А. А. Полякова. Молекулярный масс-спектральный анализ нефтей. М., 1973.



ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

З. А. ИМНАДЗЕ, Т. Г. КИТОВАНИ, Н. С. МАМАЦАШВИЛИ,
К. И. ЧОЧИЕВА

К ХАРАКТЕРИСТИКЕ ЧАУДИНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ
ОКРЕСТНОСТЕЙ ДЖИХАНДЖИРИ (Западная Грузия)

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Ш. Джаошвили 18.2.1986)

Во время полевых работ летом 1976 и 1977 гг. в верховьях р. Окване (окрестности с. Джиханджири) нами составлен последовательный восходящий разрез чаудинских отложений:

1. Конгломераты с очень плотным песчаным цементом, включающим обломки раковин и остракод (обр. № 213) рода *Caspiolla* и *Bacunella* 10,0 м.

2. Чередование темно-серых и коричневых песчанистых глин со следами растительных остатков, остракодовой фауной (обр. № 212—200): *Pontiella acuminata* (Zal.), *P. schemachaensis* Mand., *Caspiolla acronasuta* (Livent.), *C. abchazica* Imn., *Caspiocypris labiata*, *Candona suzini* Schm., *Bacunella dorsoarcuata* (Zal.), *B. ex gr. djanelidze* Vek., *Cytherissa bogatshovi* Livent., *C. bogatshovi triformis* Livent., *Cyprideis littoralis* (Brady.), *Tyrrenocythere pseudoconvexa* (Livent.), *T. azerbaijanica* (Livent.), *T. pontica* (Livent.), *T. kujalnicensis* Imn., *T. grandis* Imn., *Loxococoncha mandelstami* Markova, *Pontoleberis pontica* (Stanch.) и фораминиферами: *Nonion* sp., *Elphidium* sp. 33,6 м.

3. Переслаивание алевроитовых глин и маломощных (0,2—0,63 м) рыхлых песчаников со следами растительного детрита, плохо сохранившимися раковинами моллюсков и остракодовой фауной (обр. № 199—191): *Pontiella acuminata* (Zal.), *P. acuminata striata* Mondelst., *P. schemachaensis* M., *Caspiolla acronasuta* (Livent.), *C. balcanica* (Zal.), *C. venusta* (Zal.), *C. liventali*, *Caspiocypris labiata* (Zal.), *C. trapezoidalis* Kzst., *Bacunella dorsoarcuata* (Zal.), *Cytherissa bogatshovi* Livent., *C. bogatshovi triformis* Livent., *Leptocythere striatocostata* (Schw.), *L. palimpsesta* Livent., *L. andrussovi* Livental, *L. aff. cameli* (Livent.), *L. bosgueti* (Livent.), *L. uskovi* Sehn., *Tyrrenocythere pseudoconvexa* Livent., *T. azerbaijanica* (Livent.), *T. kujalnicensis* Imn., *T. iverica* Imn., *T. grandis* Imn., *Loxococoncha petasa* Livent., *L. Longiusculus* Roz., *Xestoleberis chanakovi* Livent 20, 4 м.

4. Конгломераты с прослоями маломощных рыхлых песчаников (обр. № 188—190) 12,0 м.

Все без исключения образцы содержат споры и пыльцу (см. диаграмму), хотя и в разной концентрации. Остракодовая фауна отмыта из обр. № 193—213. Богатством ее, однако, и наличием характерных чаудинских форм отличаются обр. № 197, 198, 202, 208.

В комплексе остракод, отмытых из слоя 2, наблюдаются характерное для раннечаудинской остракодовой фауны преобладание форм, перешедших из гурийского бассейна (в частности, представителей рода *Tyrrenocythere*), и наличие фораминифер. Появление фораминифер в Гурии прослеживается с



низов чаудинских отложений во всех разрезах этой полосы Черноморского бассейна. Моллюсковая фауна: *Tshaudia nissa* Kit., *Tsh. ex gr. nissa* Kit., *Tsh. ex gr. guriana* (Livent.), *Tsh. pavlovi* (Livent.), *Submonodacna pleistopleura* (Davil.), *Dreissena polymorpha* (Pall.), *Micromelania* sp., встречающаяся по простиранию несколько западнее описанного обнажения, подтверждает принадлежность несущих слоев нижней чауде [1].

Остракодовая фауна, отмытая из слоя 3 (наиболее типично выраженная в обр. № 197 и 199), отличается преобладанием видов рода *Leptocythere*, в частности *L. striatocostata* (Schw.), *L. palimpsesta* Livent., *L. andrussovi* Livent., *L. aff. camelii* (Livent.), *L. bosgueti* (Livent.), *L. uskovi* Schi, а также наличием видов *Caspiolla liventali* Evl., *Tyrrhenocythere grandis* Imp., *Tyrrhenocythere* sp. nov., создающих весьма своеобразный и характерный для слоев комплекс.

Принадлежность этого комплекса отложениям поздней чауды подтверждает моллюсковая фауна (*Didacna pseudocrassa* (Pavl.), *Submonodacna pleistopleura* (Davil.), *Tshaudia* sp., *Micromelania* sp.), найденная Т. Г. Китовани [1] в синхронных по простиранию отложениях, обнажающихся несколько западнее на склоне ущелья.

В конгломератах, венчающих разрез (слой 4), фауна не обнаружена, но они содержат споры и пыльцу. На палинологический анализ в целом отобрано 26 образцов. Лишь обр. № 213, взятый в основании разреза, оказался стерильным. Преобладающее большинство образцов, как обычно, отличается и высоким содержанием пыльцы, и ее высоким таксономическим разнообразием.

Диаграмма любопытна тем, что в значительной степени повторяет спорово-пыльцевую диаграмму чаудинских отложений, обнажающихся на левом берегу р. Чахвата, в особенности в самой верхней части своей (обр. № 191—188). Это еще раз убеждает в правомерности предполагаемых нами значительных изменений условий осадконакопления к концу века. Именно в неблагоприятных условиях осадконакопления усматриваем мы бедность спорами и пыльцой самых верхних слоев чауды, а не в каких-либо существенных изменениях в составе флоры и характера растительности.

Во всех остальных спектрах (обр. № 212—192) наблюдается характернейшее для чаудинских отложений Гурин обилие пыльцы и спор. При этом пыльца древесных и кустарниковых, как и во всех палинологически исследованных отложениях, обнажающихся на территории Западной Грузии, преобладает над пыльцой травянистых и споровых. Именно из-за очень низкого содержания в спектрах споровых (*Sphagnum*, *Polypodiaceae*, *Woodsia*, *Onoclea*, *Dryopteris*, *Pteris*, *Polypodium*, *Osmunda*, *Ophyoglossum*, *Botrychium*, *Lycopodium*, *Cyathea*, *Lygodium*, *Cystopteris*, *Dicksonia*, *Cryptogramma* и неопределенные) и травянистых (*Typha*, *Gramineae*, *Urtica*, *Dipsacaceae*, *Polygonum*, *Chenopodiaceae*, *Caryophyllaceae*, *Cruciferae*, *Leguminosae*, *Rosaceae*, *Euonymus*, *Viola*, *Umbelliferae*, *Ericaceae*, *Labiatae*, *Valeriana*, *Compositae*, *Artemisia*, разнотравье) мы и «обошли» их на диаграмме, тем более что если общий процент всей группы одних или других из них еще и можно было бы вычислить, то содержание спор и пыльцы отдельных таксонов такую возможность исключало.

Среди древесных, как обычно, основная масса пыльцы приходится на хвойные, главным образом на *Pinaceae*. При этом спорово-пыльцевой комплекс чаудинских отложений Джиханджири, как и любого обнажения

их, отличается и высоким таксономическим разнообразием этой группы растений. Цветковые, как всегда, не менее разнообразны, но опять-таки по процентному содержанию пыльцы в спектрах представлены значительно беднее. Среди них относительным обилием, как вообще характерно для чаудинских отложений, выделяется пыльца *Fagus*, *Juglandaceae* и *Alnus*. Несколько неожиданно лишь высокое содержание пыльцы *Tilia* (21%).

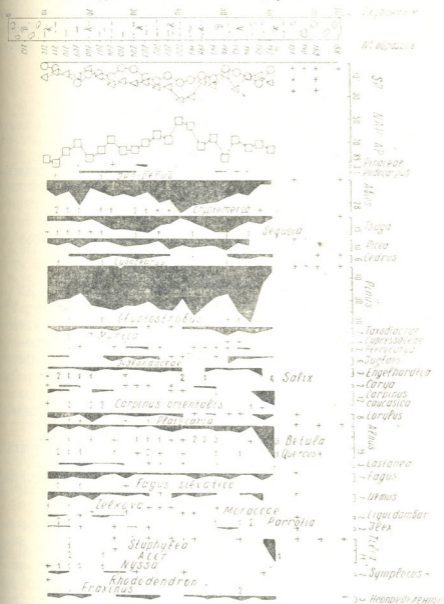


Рис. 1. Спорово-пыльцевая диаграмма чаудинских отложений окрестности Джиханджири

Пожалуй, ее обилие, как и обилие пыльцы *Pinus* (55%), и определяет своеобразие этого комплекса. В преобладающем же большинстве исследованных отложений Чаудинского бассейна среди хвойных самый высокий процент в спектрах составляет пыльца *Abies* или *Tsuga*, в отдельных слу-

чаях—Taxodiaceae. Это еще раз подтверждает мнение, что варьирование процентного содержания пыльцы стабильного ядра флоры, как и отсутствие или наличие отдельных редких элементов ее, зачастую служит показателем пространственной многоликости растительного покрова исследуемой территории, а не изменений его во времени. Спорово-пыльцевая диаграмма чаудинских отложений Джиханджири—еще одно свидетельство того, что основной состав чаудинской флоры выявлен. Постоянство определенной части его во всех спектрах позволяет судить и о господствовавшем комплексе растений. Именно постоянство во всех спектрах, а не их количественные показатели.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт географии
 им. Вахушти

(Поступило 30.5.1986)

ფიზიკური გეოგრაფია

ზ. იმნაძე, თ. კიტოვანი, ნ. მამაცაშვილი, კ. ჩოჩივა

ჯიხანჯირის მიდამოების ჩაუდური ნალექების დახასიათება
 (დასავლეთი საქართველო)

რეზიუმე

მდ. ოკვანეს ზემო წელში, სოფ. ჯიხანჯირის მიდამოებში არსებულ ჩაუდურ ნალექებში გამოყოფილია ოსტრაკოდული ფაუნის ორი კომპლექტი, რომლებიც დამახასიათებელია ქვედა- და ზედაჩაუდური ნალექებისათვის. შედგენილია სპორებისა და მტერის დიაგრამა, რომელშიც ასახულია ჩაუდური დროისათვის დამახასიათებელი მცენარეული საფარი.

PHYSICAL GEOGRAPHY

Z. A. IMNADZE, T. G. KITOVANI, N. S. MAMATSASHVILI, K. I. CHOCHIEVA

TOWARDS THE CHARACTERISTICS OF CHAUDINE DEPOSITS IN THE
 ENVIRONS OF JIKHANJIRI (WESTERN GEORGIA)

Summary

The section of Chaudine deposits denuded in the upper course of the Okvane river is described, with two complexes of the ostracod fauna, peculiar for the Upper and Lower Chaudine deposits identified. Spore and pollen diagram has been drawn up which reflects the composition of the Chaudine flora, the presence of certain species in all the spectra being the main index for the prevailing plants.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. Г. Китовани. Геохронологическое значение позднеплиоценовых и раннеплейстоценовых Cardidae Западной Грузии. Тбилиси, 1976, 154.



ГЕОЛОГИЯ

Г. И. БУАЧИДЗЕ, Ю. В. АДАМЧУК

**ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ПРОНИЦАЕМОСТИ
 МАССИВА АРХОТСКОГО ТОННЕЛЯ ТРАНСКАВКАЗСКОЙ
 ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ**

(Представлено академиком Г. А. Твалчрелидзе 18.6.1986)

При строительстве сверхпротяженных горных выработок, расположенных к тому же в труднодоступной местности, что препятствует проведению разведочных скважин, особое значение приобретают косвенные методы определения физических свойств горных пород массива. Так, фильтрационные характеристики пород: пористость (m), проницаемость (K), средняя величина раскрытия трещин (b) и среднее расстояние между ними (D) — могут оцениваться путем определения притока газов в массиве и измерения объемной активности радона. Такая работа осуществлена на Камчатке на Северном прорыве Большого трещинного Толбачинского извержения (БТТИ) [1] и в районе Барисахо (Южный склон Б. Кавказа) в разведочной штольне у южного портала Архотского перевального тоннеля Транскавказской железной дороги.

Горизонтальная штольня длиной 700 м проведена в терригенных отложениях (глинистые сланцы различной степени метаморфизма с кварцевыми жилами). Мощность целика — 400 м. Из забоя проведена горизонтальная скважина, которая приравняется небольшому суффлярному выходу. Основная масса газа выходит из конечного участка штольни, где имеются две камеры с общей поверхностью 400 м². Приток газа, состоящего в основном из углекислоты и метана с примесью инертных газов, рассчитанный двумя независимыми методами, равен 1300 л/час.

Объемная концентрация радона (Rn^{222}), измеренная бета-радиометром РКБ4-1eM с пониженным уровнем собственного фона [2], составляет $C = (0,15 \pm 0,04) \cdot 10^{-10}$ Ки/л. Полный вынос радона $V = 5,4 \cdot 10^{-12}$ Ки/с. Оценим по этим данным время и скорость выноса. Эманулирующим массивом принимаем объем радиусом 400 м с центром забое штольни ($V_1 = 0,27$ км³). Давление флюидов приравнено литостатическому.

Число атомов радона, выходящих в штольню в единицу времени $= C_i / \lambda_{Rn} \cdot R$, где $C_i = 3,7 \cdot 10^{10}$ — единица радиоактивности, а $\lambda_{Rn} = 2,097 \cdot 10^{-6}$ с⁻¹ — константа распада радона, $N = 9,53 \cdot 10^4$ ат · Rn/c . Первоначальное количество из-за распада в потоке будет больше в $\exp(\lambda_{Rn} \cdot t)$ раз.

Учитывая то обстоятельство, что в породах радон находится в динамическом равновесии с радием, можно составить уравнение, связывающее объем эманулирующих пород со временем выноса радона:

$$V_2 = \frac{10^{-9} \cdot C_i \cdot A_{Ra} \cdot R}{L \cdot z \cdot d \cdot \lambda_{Rn} \cdot \lambda_{Ra} \cdot C_{Ra}} \exp(\lambda_{Ra} \cdot t),$$



где $A_{Ra} = 226,05$ — атомный вес радия, $L = 6,022 \cdot 10^{23}$ — число Авогадро, $\alpha = 2,5\%$ — коэффициент эманирования пород, $d = 2,4$ г/см³ — плотность пород, $\lambda_{Ra} = 1,38 \cdot 10^{-11}$ с⁻¹ — константа распада радия, $C_{Ra} = 6,5 \cdot 10^{-7}$ г/г — концентрация радия в породе, t — время выноса радона.

Ввиду значительной неопределенности при оценке эманлирующей массы рассмотрим также объем, на порядок меньший, с $V_2 = 0,027$ км. Тогда время выноса t составит 80 и 60 суток соответственно, а скорость — 2,5 и 1,6 м/сутки (если принять средний путь равным половине радиуса). Этот диапазон средней скорости движения газа (v_r) = 1,6—2,5 м/сутки мы и будем использовать в дальнейших расчетах.

Уравнение скорости при ламинарном течении газа через пористую и трещиноватую среду (если отбросить динамический член, который в нашем случае пренебрежимо мал) будет иметь вид

$$v(x) = -K/\mu \cdot \nabla P(x),$$

где K — коэффициент проницаемости, μ — средняя вязкость газа, ∇P — градиент давления.

Используем также уравнение непрерывности для стационарной фильтрации $\text{div}(\rho v) = 0$, где ρ — плотность. Учитывая, что, по определению, $v_1 = Q/F$ есть скорость фильтрации, где Q — расход и F — площадь, а истинная скорость газов связана с ней так: $v_1 = m v_r$, можно рассчитать пористость после определения скорости (истинной) истечения газов. При допущении адиабатического расширения газов (пренебрегая теплообменом между породами и газом, правомерность чего можно показать) имеем $P \cdot (1/\rho)^\gamma = \text{const}$, где γ — показатель адиабаты. Отсюда следует, что $\rho \sim P^{1/\gamma}$. Подставляя в уравнение непрерывности и учитывая соотношение истинной скорости и скорости фильтрации, для глубины z получаем формулу скорости газов

$$v_r(z) = \frac{v}{2\nu - 1} \left[\frac{P_n}{P_z} \right]^{\nu - 1} (v_n),$$

где $\nu = 1 + 1/\gamma$.

Если принять $\nu = 1,4$, $P_n = 100$ атм, $P_0 = 1$ атм, то для скорости истечения газов в штольне получим значения (2,5—4,1) м/час. Тогда, так как $v_1 = 0,22$ см/час, то $m = (0,05—0,1)\%$.

По формуле Дарси при $z = 0$ можно определить отношение K/m , если вычислить среднюю вязкость газов:

$$\mu = \frac{\sum_i \mu_i \delta_i \sqrt{M_i}}{\sum_i \delta_i \sqrt{M_i}},$$

где μ_i , δ_i , M_i — вязкость, молярная доля и молекулярный вес i -й составляющей смеси газов. В нашем случае $\mu = 1,9 \cdot 10^{-4}$ пуаз и $K/m = (4—8) \times 10^{-2}$ дарси. Отсюда $K = (2—8) \cdot 10^{-5}$ дарси, а так как $m = 2b/D$ и $K = 1/6 b^3/D$ [3], то $b = \sqrt{12K/m} = (0,7—1) \cdot 10^{-3}$ мм и $D = (0,8—2,0)$ мм.

Эти данные получены при допущении, что K и m являются постоянными величинами и не меняются по разрезу. Действительно, в наших условиях коэффициент проницаемости меняется в пределах 3—4% при изменении пористости около 1% от поверхности до глубины 800 м.



Суммируя, можно отметить, что удалось охарактеризовать открытую, вернее динамическую, пористость коллекторов трещинного типа $n = (0,05-0,1) \%$ со средним раскрытием трещин $b = (0,7-1) \cdot 10^{-3}$ мм и средним расстоянием между ними $D = (0,8-2,0)$ мм. Размер трещин указывает на капиллярный характер движения флюидов, и соответственно общая пористость должна быть выше. Коэффициент проницаемости $K = (2-8) \cdot 10^{-5}$ дарси является усредненной величиной массива, размеры трещин которой указывают на значительную величину капиллярных сил, затрудняющих движение флюида и уменьшающих величину K . Разумеется, все это касается ненарушенного массива, т. е. частей между зонами разрывов, которые обладают совершенно различными характеристиками. Малопроницаемые блоки в то же время отличаются сравнительно большой емкостью пустот, что способствует наличию в них газовых скоплений. В предполагаемом эманулирующем массиве сумма таких емкостей должна доходить до 270 тыс. м³. И наконец, близкие величины фильтрационных характеристик приводятся советскими и американскими исследователями для больших массивов ненарушенных гранитов.

Академия наук Грузинской ССР
Сектор гидрогеологии и
инженерной геологии

Институт атомной энергии
им. И. В. Курчатова

(Поступило 20.6.1986)

გეოლოგია

გ. ბუაჩიძე, ი. ადამჩუკი

ბრანსკაპასნიის რკინიგზის არხოტის გვირაბის მასივის უმღევივადობის
პარამეტრების პროგნოზული შეფასება

რეზიუმე

ქანების მასივში აირების მოდენისა და რადონის მოცულობითი აქტივობის საფუძველზე ნაჩვენებია, როგორ შეიძლება შეფასდეს მასივის ფილტრაციული თვისებები — ფორიანობა, შეღწევადობა, ნაპრალების გახსნის საშუალო სიდიდე და მათ შორის საშუალო მანძილები.

GEOLOGY

G. I. BUACHIDZE, Yu. V. ADAMCHUK

PROGNOSTIC ESTIMATION OF MASS PERMEABILITY PARAMETERS
WITHIN THE ARKHOTI TUNNEL OF THE TRANSCAUCASIAN
RAILWAY

Summary

Analysis of gas inflow pattern into the rock mass along with the determination of radon volume percent concentration allows for the estimation of mass filtration properties such as porosity, permeability, average tectonic spacing and mean spacing between joints.



ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ю. В. Адамчук, П. П. Фирстов. Препринт ИАЭ—4247/1. М., 1986.
2. Ю. В. Адамчук, Ю. П. Федоровский, П. П. Фирстов и др. Вулканология и сейсмология, 2, 1986, 71—84.
3. Е. С. Ромм. Фильтрационные свойства трещинных горных пород. М., 1966.

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ОБОГАЩЕНИЕ

Т. Ш. ЯМАНИДЗЕ

ОБ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ СКАЧКООБРАЗНОГО
 РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД ПОД ДЕЙСТВИЕМ УДАРНЫХ
 НАГРУЗОК

(Представлено академиком А. А. Дзидзигური 28.10.1985)

Как показано в работе [1], присущим системе инструмент-порода специфическим явлением при учете скачкообразного характера разрушения является параметрически высокочастотный резонанс. Для исследования данного явления составим уравнения системы.

Мгновенные значения силы под разрушающим инструментом $P_{пор}$, скорости его продвижения в породе $v_{пор}$, усилия $P_{отр}$ и скорости $v_{отр}$, возникающие в нижнем сечении бурового става в результате отражения волн в верхнем, приводного конца, связаны друг с другом известными соотношениями [2]:

$$P_{пор} = P_{отр}, \tag{1}$$

$$z_{bx} v_{отр} = z_{пор} v_{пор},$$

где $z_{пор}$ — комплексное сопротивление породы внедрению в нее инструмента; z_{bx} — входное операторное сопротивление бурового става.

Допустим, что система находится на границе устойчивости. Условие автоколебательности запишется в виде

$$\frac{v_{пор}}{v_{отр}} = \frac{z_{bx}}{z_{пор}} = -1$$

$$z_{bx} = -z_{пор}. \tag{2}$$

Подставляя в (2) выражение для входного сопротивления ударника со свободным верхним концом $z_{bx} = zth \frac{l}{a} P$, z — волновое сопротивление, а

также $z_{пор} = p m + r + \frac{k}{p}$, $p = i\omega$, приравнивая к нулю в отдельности действительную и мнимую части, получаем два уравнения для определения частот автоколебаний (резонансных частот):

$$\omega r(\omega) = 0, \tag{3}$$

$$\omega z tg \frac{l}{a} \omega - (k - m \omega^2) = 0. \tag{4}$$

Решение трансцендентного уравнения (4) может быть получено графическим путем. Перепишем его предварительно в виде

$$\operatorname{cth} \frac{l}{a} \omega = \frac{\omega \frac{z}{m}}{\frac{k}{m} - \omega^2}. \quad (5)$$

Если построить график функции $\operatorname{cth} \frac{l}{a} \omega$, а затем в том же масштабе амплитудно-частотную характеристику, соответствующую правой части уравнения (5), абсциссы точек пересечения указанных функций дадут искомые значения ω . Указанная процедура иллюстрируется рис. 1. Поскольку собственные частоты контактной области $\sqrt{\frac{k}{m}}$ обычно превосходят по величине на порядок собственные частоты бурового става, на графике изображена только восходящая, дорезонансная ветвь амплитудно-частотной характеристики контактной области.

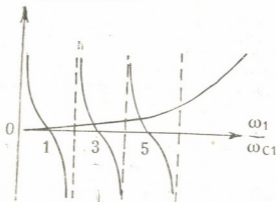


Рис. 1

Как видно из рис. 1, при малых $\frac{\omega}{\omega_{c1}}$, где $\omega_{c1} = 2\pi \frac{a}{4l}$, значения резонансных частот близки к первым собственным частотам бурового става.

Таким образом, условие (2) выполняется на частотах

$$\omega_j = (2j - 1) \omega_0 = (2j - 1) \omega_{c1} \quad (j = 1, 2, 3, \dots). \quad (6)$$

При этом амплитуды скачкообразной составляющей скорости внедрения инструмента в породу $v_{\text{пор}}(t)$, так же как и силы $P_{\text{пор}}(t)$, неограниченно возрастают, что предполагает существование в системе «внутренней» обратной связи. Последняя в области частот скачкообразного разрушения осуществляется благодаря наличию в модели контактной области переменного коэффициента неупругого сопротивления [1], генерирующего при приложении гармоничного воздействия с частотой ω_0 , равной основной частоте зубцовых возмущений $\omega_0 = \omega_z$, высшие гармонические составляющие с частотами, кратными ω_z .

Интенсификация процессов скачкообразного разрушения горных пород в системах непосредственного удара или удара через промежуточный элемент (буровой став) возможна путем создания полирезонансных колебаний рабочего конца бурильного инструмента на частоте зубцовых возмущений (частота ударов) и на кратных частотах (частоты скачкообразной составляющей ударного импульса).



В работе [3] синтезирована оптимальная характеристика упругой связи, обеспечивающая заданные режимы колебаний:

$$P(h) = k_0 \frac{g}{\omega_0^2} \left(l \frac{\omega_0^2}{g} h - 1 \right), \quad (7)$$

$$k(h) = \frac{dP}{dh} = k_0 l \frac{\omega_0^2}{g} h, \quad (8)$$

где k_0 — начальная контактная жесткость; g — ускорение силы тяжести.

Практическая реализация оптимальной нелинейной упругой связи в области контакта разрушающего инструмента с горной породой возможна путем оптимизации параметров разрушающего инструмента.

Контактная характеристика пары инструмент-порода зависит, как известно, от конфигурации и размеров наконечника — торцевой части инструмента, контактирующей с породой, и от упругих свойств соударяющихся тел. Уравнения для сферического, конического и призматического (долотчатого) наконечников приведены в работе [4].

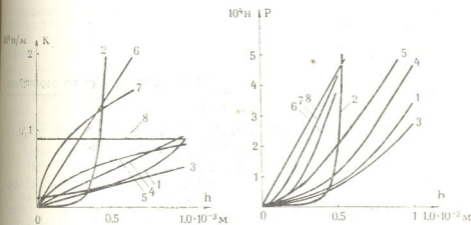


Рис. 2

Для сферического наконечника силовая характеристика выражается функцией Герца

$$P = k_c h^{3/2}, \quad (9)$$

а жесткость контактной области может быть определена по формуле

$$k(h) = 1,5 k_c x^{0,5}. \quad (10)$$

Для конического торца имеем

$$P = k_k \cdot h^2, \quad (11)$$

$$k(h) = 2 k_k \cdot h. \quad (12)$$

Для долотчатого наконечника можем написать

$$P = k_g \cdot h, \quad (13)$$

$$k = k_g = \text{const}. \quad (14)$$

В качестве иллюстрации на рис. 2 приведены оптимальные кривые 1 ($\omega_0=150 \text{ с}^{-1}$; $k_0=0,9 \cdot 10^7 \text{ н} \cdot \text{м}^{-1}$) и 2 ($\omega_0=450 \text{ с}^{-1}$; $k_0=1,8 \cdot 10^4 \text{ н} \cdot \text{м}^{-1}$), а также характеристики конического — 3 ($\gamma=45 \text{ град.}$), 4 ($\gamma=60 \text{ град.}$), 6 ($\gamma=80 \text{ град.}$), где γ — половина угла при вершине конуса, сферическо-



го — 5 ($R=0,1$ см), 7 ($R=0,5$ см), где R — радиус закругления доломитового — 8 (длина наконечника $l=1$ см, ширина контактной площади $d_0=0,2$ см) наконечников.

Исходные данные для расчета: материал инструмента — сталь ($E_1=2,1 \cdot 10^{11}$ н·м⁻², $\mu_1=0,3$); порода — гранит ($E_2=0,5 \cdot 10^{11}$ н·м⁻², $\mu_2=0,22$).

Как видно из приведенных графиков, контактные характеристики разрушающего инструмента известных конфигураций в определенных пределах близки к оптимальным характеристикам (ср., например, кривые 1, 3, 4, 5 в интервале $0 < h < 1 \cdot 10^{-3}$ м и кривые 2, 6, 7, 8 в интервале $0 < h < 0,5 \cdot 10^{-3}$ м).

Линеаризация этих характеристик, производимая обычно при расчетах ударных систем [4], основана на пренебрежении членами второго и высших порядков относительно координат движения и дает упрощенное представление действительных процессов, протекающих в контактной области. В то же время свойства системы разрушающей инструмент-горная порода, которые не могут быть учтены в линейной теории, имеют весьма существенное значение в расчетах процессов скачкообразного разрушения.

Академия наук Грузинской ССР
Институт горной механики
им. Г. А. Цулукидзе

(Поступило 2.11.1985)

საბადოთა დამუშავება და გადამამუშავება

თ. იამანიძე

ქანების ნახტომისებრი ნგრევის პროცესების ოპტიმიზაციის შესახებ
ღარტუპითი ღატვირთვების შემოქმედებისას

რეზიუმე

სატეხის და ქანის კონტაქტის არეში შესწავლილია მაღალსიხშირის რეზონანსის პირობები.

სხვადასხვა ფორმის სატეხისათვის განხილულია ნგრევის პროცესის ოპტიმიზაციის საკითხები.

EXPLOITATION AND CONCENTRATION OF DEPOSITS

T. Sh. IAMANIDZE

OPTIMIZATION OF STEPWISE ROCK DESTRUCTION PROCESS
UNDER THE INFLUENCE OF IMPACT STRESSES

Summary

High-frequency resonance conditions were studied in rock-destruction tool contact area.

The paper deals with the problem of destruction process optimization for destruction tools of different shape.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. Ш. Яманидзе. Сообщения АН ГССР, 116, № 1, 1984.
2. К. И. Иванов, В. Д. Андреев. Сб. «Горный породоразрушающий инструмент». Киев, 1969, 67—71.
3. А. А. Дзидзигури и др. Сб. «Наука—производству». Тбилиси, 1983.
4. Е. В. Александров, В. Б. Соколинский. Исследование процесса ударного взаимодействия горной породы и инструмента. М., 1965.

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ОБОГАЩЕНИЕ

Г. И. ЛОБЖАНИДЗЕ, М. Т. ТКЕМАЛАДЗЕ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФИЗИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ГОРНЫХ ПОРОД, ОПРЕДЕЛЕННЫХ В УСЛОВИЯХ, ИМИТИРУЮЩИХ ЗАБОЙНЫЕ

(Представлено академиком А. А. Дзидзигури 13.8.1986)

При проектировании и бурении скважин в расчетах осевой нагрузки на долото, необходимой для объемного разрушения породы G , контактного давления P_k , механической скорости бурения V_m и крутящего момента на долоте M_n используются физико-технологические свойства пород, в частности, показатели твердости, предела текучести, коэффициента пластичности и удельной объемной работы разрушения [1, 2].

С ростом глубины бурения скважин на нефть и газ для подбора эффективных породоразрушающих инструментов и проектирования рациональных режимов бурения весьма актуальным становится вопрос глубинной привязки упомянутых расчетных параметров.

С целью глубинной привязки расчетной твердости, предела текучести и коэффициента пластичности нами применены способы моделирования всестороннего давления, моделирования гидростатического давления и метод совместного влияния температуры и всестороннего давления.

Испытания моделированием всестороннего давления проводились на приборе УМПП-3 по коллекторам, представленным туфогенными песчаниками и цеолитизированными туфами, а также по туффитам из кровли и подошвы продуктивного пласта месторождения Телети. Для создания напряженного состояния в образце использовалась моделирующая приставка, в которой производился равномерный обжим образца, при этом исключалось непосредственное соприкосновение жидкости с образцом [3].

Эксперименты проводились при трех значениях всестороннего сжатия 24,5; 49; 68,6 МПа, соответствующим тензором напряжений на глубинах 790, 1800 и 2400 м.

Анализ показывает, что с увеличением всестороннего сжатия твердость по Шрейнеру R_{sh} , предел текучести p_0 и коэффициент пластичности K_{pl} пород возрастают; если пренебречь другими факторами, в среднем для глубин 790, 1800, 2400 м показатели твердости по сравнению с атмосферными условиями увеличиваются соответственно 1,27; 2,10; 1,66 раза. Выявленная корреляционная зависимость является не линейной, поскольку при всестороннем сжатии 49 МПа получаются более высокие значения R_{sh} и p_0 , чем при всестороннем сжатии 68,6 МПа. Туффиты из кровли и подошвы продуктивного пласта характеризуются высокими прочностными показателями и значительным увеличением твердости и предела текучести с возрастанием всестороннего сжатия, т. е. глубины залегания пород. Коллекторы, прочность которых при одноосном сжатии меньше создаваемого давления при эксперименте, с возрастанием давления испытывают сложно-напря-

женное состояние и характеризуются небольшим увеличением твердости и предела текучести (рис. 1).

Моделирование гидростатического давления применено с целью глубинной привязки расчетной твердости известняков из нефтяных

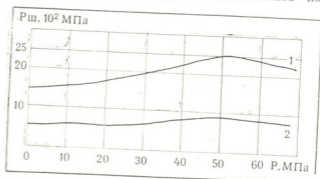


Рис. 1. Зависимость твердости пород Телетского месторождения нефти от давления при комнатной температуре: 1 — туффиты из кровли и подошвы продуктивного пласта, 2 — коллекторы (туфогенные песчаники и туфы цеолитизированные)

месторождений Западной Грузии. При этом на основании [4] допускаем возможность воспользоваться функциональной зависимостью

$$v = \hat{i}(p_r), \quad v = \left(\frac{a}{c + p_r} + b \right) v_0, \quad (1)$$

где v , v_0 — скорость проходки соответственно в забойных условиях и при отсутствии влияния гидростатического давления (в лабораторных условиях); a , b , c — постоянные коэффициенты, равные соответственно 68,8; 0,28; 95,6 для известняков.

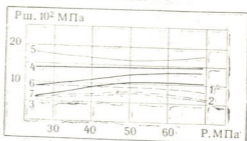


Рис. 2. Зависимость твердости горных пород от давления при разных температурах: 1 — глина, $t=60^\circ\text{C}$; 2 — алевролит известковистый, глинистый, хлоритизированный, $t=60^\circ\text{C}$; 3 — тот же, $t=100^\circ\text{C}$; 4 — известняки, $t=60^\circ\text{C}$; 5 — известняки, $t=100^\circ\text{C}$; 6 — андезит роговообманково-пироксеновый опацизированный, $t=60^\circ\text{C}$; 7 — тот же, $t=100^\circ\text{C}$.

Если в уравнение (1) подставить значение коэффициентов a , b , c , а также заменить $P_r = 0,1 \gamma H$, получим

$$v = \left(\frac{956 + 0,28 \gamma H}{956 + \gamma H} \right) v_0, \quad (2)$$



Допуская, что скорость бурения с ростом глубины изменяется обратно пропорционально сопротивляемости разрушению горных пород $(v = \frac{K}{P_m})$, после несложных преобразований из (2) получаем зависимость

$$P_m(z) = P_m(z) \frac{956 + \gamma H}{956 + 0,28 \gamma H}, \quad (3)$$

где $P_m(z)$ и $P_m(z)$ — твердость известняков соответственно в забойных и лабораторных условиях.

Определение механических свойств пород при совместном влиянии температуры и давления проводились на образцах естественной влажности с помощью моделирующей приставки [3]. Эксперименты проводились при давлении 24,5; 49; 68,6 МПа и температурах 60 и 100°C. Всестороннее сжатие создавалось вышеописанным способом, а нагревание образца до необходимой температуры производилось внутри приставки нагревательным устройством.

На рис. 2 приведены результаты испытаний, из которых видно, что фактор температуры с учетом давления на механические характеристики разных пород влияет по-разному. Твердость прочных и упругих пород (известняки кристаллические и др.) в сравнении с атмосферным увеличивается значительно — поправочный коэффициент к твердости доходит до 1,69; мягкие породы (глины, алевролиты) характеризуются незначительным разбросом в значениях P_m и P_0 с возрастом глубины. Породы средней прочности с возрастанием глубины залегания также характеризуются увеличением твердости и предела текучести, однако в отличие от упругих пород максимальные значения P_m и P_0 имеют при нагрузках 49 МПа и температурах 60°C.

В общем до глубины 1500 м твердость пород увеличивается, а с глубины 1500 м фактор температуры начинает нивелировать влияние асестороннего давления. Увеличение глинистого материала в составе пород обуславливает в основном получение порой отрицательных поправочных коэффициентов к твердости.

Коэффициент пластичности известняков, алевролитов, андезитов с глубиной уменьшается, а для глин увеличивается.

Практическая значимость результатов исследований имеет разные аспекты. Выявленная контрастность в механических характеристиках коллекторов и покрышек (рис. 1) используется при вскрытии залежи с целью управления горным давлением и крепления неустойчивых стенок скважин.

Полученные нами результаты способствуют выбору осевой нагрузки для объемного разрушения породы, которая до сих пор рассчитывалась по формуле [2]:

$$G \geq \alpha F_k P_m(z), \quad (4)$$

где α — коэффициенты понижения твердости породы в условиях забоя скважины; F_k — контактная площадь долота с породой.

Заменив в выражении (4) $P_m(z)$ твердостью при моделировании температуры и давления, для определения G получаем формулу

$$G = \alpha F_k P_m(z). \quad (5)$$

Сравнивая фактические данные параметров режима бурения с теоретически необходимыми, рассчитанными по формулам (4) и (5), приходим к выводу, что по формуле (5) получаются наиболее оптимальные осевые нагрузки для эффективного разрушения пород, что подтверждается практикой. В связи с этим, установленные авторами



поправочные коэффициенты для ряда пород уже используются в ГрузКНИПО «СевКавНИПИнефть» при проектировании глубинных интервалов бурения.

Подставляя в формулу (4) вместо $P_{mt(1)}$ твердость при моделировании горного и гидростатического давления (выражение 3), специально для объемного разрушения известняков получена формула

$$G = F_x \left(P_{mt(1)} \frac{956 + \gamma H}{956 + 0,28 \gamma H} \right) \quad (6)$$

Сопоставляя фактические осевые нагрузки с необходимыми, рассчитанными по формуле (6) для объемного разрушения известняков различными типоразмерами долот, пришли к заключению, что из 38 рассмотренных случаев в 12 случаях происходило объемное разрушение, в восьми — усталостное и в 18 — поверхностное.

Осевые нагрузки для объемного разрушения известняков, рассчитанные по формулам (5) и (6), выявляют хорошую сходимость.

Таким образом, при проектировании рациональных режимов бурения нужно основываться на механические характеристики пород, определенные при моделировании температуры и давления, либо для известняков пользоваться формулой (6).

П/О «Грузнефть»

Груз. Комплексное Научно-исследовательское и проектное отделение СевКавНИПИнефть

(Поступило 4.9.1986)

საბადოთა დამუშავება და გამდიდრება

ბ. ლობჯანიძე, მ. ტყემალაძე

სანგრევის იმიტირებულ პირობებში განსაზღვრული ქანების ფიზიკურ-ტექნოლოგიური პარამეტრების გამოკვლევა

რეზიუმე

ნაწევნებია ქანების ფიზიკურ-ტექნოლოგიური პარამეტრების ექსპერიმენტული განსაზღვრა მაღალი წნევისა და ტემპერატურისას.

EXPLOITATION AND CONCENTRATION OF DEPOSITS

G. I. LOBZHANIDZE, M. T. TKEMALADZE

PHYSICAL AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF ROCKS DETERMINED IN THE IMITATED FACE

Summary

The paper discusses the ways of experimentally determining physical and technological properties of rocks under high pressure and high temperature conditions.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Справочник инженера по бурению. I. М., 1973.
2. В. С. Федоров. Научные основы режимов бурения. М., 1951.
3. К. С. Коненков. Бурение, № 4, 1964.
4. Г. И. Лобжанидзе. Вопросы разрушения горных пород. Тбилиси, 1968.



З. А. МУШКУДИАНИ, Р. А. МЕНАБДЕ

КОНВЕКТИВНЫЕ ПОТОКИ В СЛИТКАХ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 18.2.1986)

Известно, что строение слитка и, следовательно, качество металла предопределяются сложными физико-химическими и тепло-физическими процессами, происходящими в кристаллизующемся металле. В этот период формирования строения слитка особо важное значение приобретает направленное движение жидкого металла — конвективные потоки, снисходящие вдоль корки затвердевающего слитка и поднимающиеся в осевой ее части. Интенсивность этих конвективных потоков максимальная в начале кристаллизации слитка и уменьшается со временем и тем сильнее, чем быстрее происходит затвердевание слитка. Исследованиям природы и характера конвективных потоков и расчетам их скорости перемещения посвящено много работ [1—4], в которых в основном представлены теоретические выкладки по этому вопросу. Полученные данные часто противоречивы и не подтверждаются экспериментальными исследованиями в реальных условиях.

Поэтому в современной металлургии изучение характера и природы конвективных потоков является весьма важным.

Для определения скорости конвективных потоков использовали известные гидродинамические уравнения. Погруженное в жидкость тело находится в равновесии, когда сила тяжести твердого тела и выталкивающая сила жидкости равны друг другу. При наличии в жидкой среде конвективных потоков условие равновесия можно записать в виде

$$G = P + P_k, \quad (1)$$

где G — вес погруженного твердого тела, кг; P — выталкивающая сила жидкости, кг; P_k — сила конвективного движения, кг.

Из выражения (1) сила конвективного движения

$$P_k = G - P. \quad (2)$$

Таким образом, сила конвективного движения определяется разностью веса тела и выталкивающей силы.

Зная, что выталкивающая сила

$$P = \pi d^2/4 \cdot h \cdot \gamma_{ж},$$

где d — диаметр погруженного твердого тела, м; h — высота погружения, м; $\gamma_{ж}$ — удельный вес жидкости, кг/м^3 ,

подставляя это значение в выражение (2), получаем

$$P_k = G - \pi d^2/4 \cdot h \cdot \gamma_{ж}. \quad (3)$$

С другой стороны, силу конвективного потока (P_k) можно представить как сумму двух составляющих: силу лобового сопротивления (P_l) и силу трения жидкости о поверхность твердого тела ($P_{тр}$), т. е.

$$P_k = P_l + P_{тр}. \quad (4)$$



Подставляя значения P_d и $P_{тр}$ в известные гидродинамические уравнения, получаем

$$P_k = \pi/8 \cdot C_f \cdot \rho_{ж} \cdot d^2 \cdot \omega^2 + \pi/8 \cdot \lambda \cdot d \cdot h \cdot \rho_{ж} \cdot \omega^2$$

или

$$P_k = \pi/8 \cdot d \cdot \rho_{ж} \cdot \omega^2 (C_f \cdot d + \lambda \cdot h), \quad (5)$$

где ω — скорость конвективного потока, м/сек; $\rho_{ж}$ — плотность жидкости, кг/м³ ($\rho_{ж} = \frac{\gamma_{ж}}{g}$); d — диаметр погруженного в жидкость тела, м; h — высота погружения, м; C_f — коэффициент любого сопротивления; λ — коэффициент трения.

Из выражения (5) находим скорость конвективного потока

$$\omega = \sqrt{8 P_k / \pi \rho_{ж} \cdot d (C_f \cdot d + \lambda \cdot h)}. \quad (6)$$

Таким образом, скорость конвективного потока зависит от силы, создаваемой этим потоком.

Нами предпринята попытка непосредственного измерения скорости конвективного потока в процессе формирования стальных слитков марки Ст. 20 массой 7,0 и 8,0 т в условиях Руставского металлургического завода.

Для исследования скорости конвективных потоков в кристаллизующихся слитках исходили из условий, что химический состав разливаемых сталей, их температура и температура заправляемых изложниц, а также скорость наполнения последних должны быть одинаковы при проведении экспериментов.

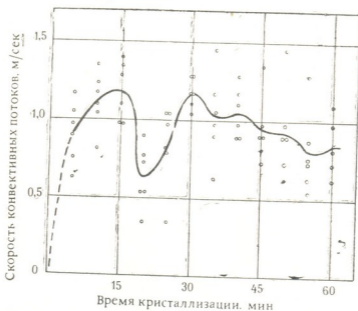


Рис. 1. Изменение скорости конвективных потоков в 7,0 т слитках

Через 5 мин после заполнения изложницы в жидкую сталь строго по центру плавно опускали железную глухонную трубу с наружным диаметром 17 мм и весом 1,250 кг. После прекращения поступательного движения трубы в глубь изложницы замеряли глубину ее погружения. Затем в течение 1,0 часа с интервалом времени в 5 мин. производили 12 замеров глубины погружения других аналогичных же-



лезных трубок. Подобные замеры погружения железных трубок в кристаллизующийся металл производили на других пяти слитках.

Используя выражения (3) и (6), рассчитали силу и скорость конвективных потоков для шести слитков, принимая коэффициент лобового сопротивления при обтекании цилиндра $C_f=0,99$, коэффициент трения жидкой стали о поверхность свободно погруженного участка трубки $\lambda=0,01$ и удельный вес жидкой стали $\gamma_{ж}=6,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$. Результаты замеров глубины погружения железных трубок в жидкую сталь позволили подсчитать скорости конвективных потоков во время кристаллизации 7,0 т слитков (рис. 1).

Установлено, что скорость конвективных потоков достигает своего максимального значения через 15 мин после начала кристаллизации слитка, а затем она изменяется скачкообразно с уменьшением показателя среднего значения скорости конвекции. При этом пики максимума и минимума более отчетливо выражены в период 20—35 мин, а в интервале 40—60 мин значения средних показателей скорости конвективных потоков сближаются и абсолютные значения их постепенно уменьшаются. Очевидно, после 1,0 часа выдержки жидкой стали в изложницах скорость конвективных потоков затухает и фронт кристаллизации резко перемещается к центру слитка.

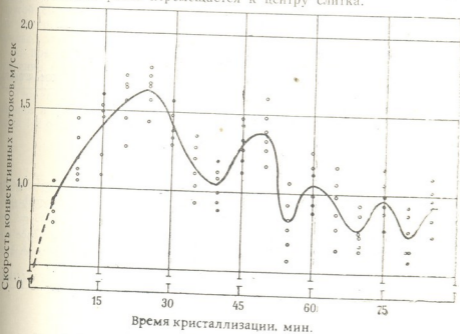


Рис. 2. Изменение скорости конвективных потоков в 8,0 т слитках

Для установления скорости конвективных потоков в слитках массой 8,0 т нами использована известная в гидродинамике методика гидродинамической трубки. Скорость потока определяется выражением

$$\omega = \sqrt{2g \cdot \Delta h}, \quad (7)$$

где Δh — разность высоты заполнения двух трубок, конец одной из которых согнут на 90° навстречу движению потока.

Для измерения скорости конвективных потоков в изложницу строго по центру через каждые 5,0 мин после ее наполнения металлом, погружали на глубину 1,0 м две сквозные железные трубки наружным диаметром 17 мм, приваренные друг к другу. Конец одной трубки был согнут на 90° навстречу движению конвективных потоков. За-



мер высоты заполнения трубок жидкой сталью производили в течение 85 мин. Установлено, что в прямых трубках жидкая сталь поднималась выше, чем в трубках с согнутым концом. Разность в уровнях поднятия жидкого металла в трубках по-видимому обусловлена наличием силы конвективного движения жидкой стали, скорость которой рассчитывали из выражения (7).

На основании полученных значений скорости конвективных потоков в кристаллизующихся 8,0 т слитках в период 5—85 мин после заполнения изложниц, была построена кривая изменения скорости этих потоков во времени (рис. 2).

Установлено, что изменение скорости конвективных потоков для 8,0 т слитков имеет такой же характер, что и для 7,0 т. В начальный период кристаллизации слитка скорость конвективных потоков возрастает и достигает своего максимума через 25 мин, а затем изменяется скачкообразно с уменьшением абсолютного значения скорости.

Таким образом, предложенная методика позволила в реальных промышленных условиях прямым экспериментированием с применением известных гидродинамических законов впервые измерить скорости конвективных потоков в кристаллизующихся 7,0 и 8,0 т слитках, разливаемых в условиях Руставского металлургического завода.

Академия наук Грузинской ССР

Институт металлургии
им. 50-летия СССР

(Поступило 30.5.1986)

მეტალურგია

ზ. მუშკუდიანი, რ. მენაბდე

კონვექციური დინებები სემულეზში

რეზიუმე

რუსთავის მეტალურგიული ქარხნის პირობებისათვის კონვექციური დინებების სიჩქარეთა გაზომვით დადგენილია, რომ სემულეტა კრისტალიზაციის დასაწყის პერიოდში კონვექციური დინებების სიჩქარეები მატულობს და აღწევს თავის მაქსიმალურ მნიშვნელობებს, შემდეგ კი მათი მნიშვნელობები იცვლება ნახტომისებურად სიჩქარის აბსოლუტურ მნიშვნელობათა შემცირებით.

METALLURGY

Z. A. MUSHKUDIANI, R. A. MENABDE

CONVECTIONAL FLOWS IN INGOTS

Summary

In conditions of the Rustavi Metallurgical Works by way measuring convectional flow rates it has been established that in the initial period of ingots crystallization convectional flow rates increase and attain their maximal values, and afterwards they vary unevenly, with a decrease of absolute values of the rates.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. А. Ефимов. Разливка и кристаллизация стали. М., 1976.
2. Э. А. Иодко. Сб. «Физико-химические и теплофизические процессы кристаллизации стальных слитков». М., 1967.
3. Е. А. Марковский и др. Сб. «Проблемы стального слитка». М., 1969.
4. Н. Н. Воробьев и др. Физика и химия обработки материалов, 1970, № 5, 29—35.

И. А. ПИТИМАШВИЛИ, М. М. ТЕДОШВИЛИ, М. А. ЧЕЛИДЗЕ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
 СУБГАРМОНИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ
 ВИБРОВОЗБУДИТЕЛЕЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. В. Хвнигия 13.5.1986)

Для преобразования рабочих частот электровибрационных возбуждателей может быть использован механизм нелинейного взаимодействия источника энергии — электромагнита с колебательной системой. При выполнении определенных соотношений между параметрами вибромашины этот механизм может привести к возбуждению комбинационных резонансных колебаний рабочего органа при линейном характере другой системы; порядок этих колебаний определяется коэффициентом настройки b — отношением частоты свободных колебаний механической системы к частоте внешнего воздействия [1].

С практической точки зрения особый интерес представляет возбуждение низкочастотных субгармонических колебаний порядка $1/2$ [1].

Теоретические исследования [2, 3] показали, что условия генерирования и устойчивости субгармонических резонансных колебаний порядка $1/2$ определяются значением величины

$$p = \left(1 + \frac{28r u_0^2}{\mu^2 m S^2 \omega_0^2 \omega^4} \right) e^{-\psi t^4},$$

где m — приведенная масса; u_0 — амплитуда напряжения питания; μ — постоянная, характеризующая магнитные свойства вакуума;

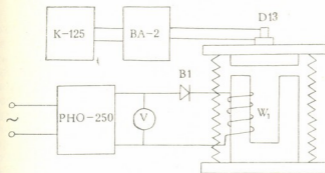


Рис. 1

r — омическое сопротивление обмотки электромагнита; ω — количество витков в обмотке; ω_0 — угловая частота напряжения питания; ψ — коэффициент поглощения энергии.

Для устойчивости субгармонических колебаний параметры вибровозбудителя должны удовлетворять равенству $p=1$; при $p>1$ в системе генерируются асимптотические, нарастающие по амплитуде субгармонические колебания, т. е. выбирается весь воздушный зазор электромагнита [3]. Ограничение асимптотического роста и стабили-

зацию амплитуды субгармонических колебаний в режиме $p > 1$ можно осуществить введением постоянной составляющей возбуждающей силы противоположного знака по схеме, описанной в работе [4].

В статье экспериментально исследуется влияние амплитуды напряжения питания на формирование субгармонических колебаний порядка $1/2$. Схема проведения эксперимента показана на рис. 1. Однотактный вибровозбудитель с обмоткой W_1 подключен к стандартной

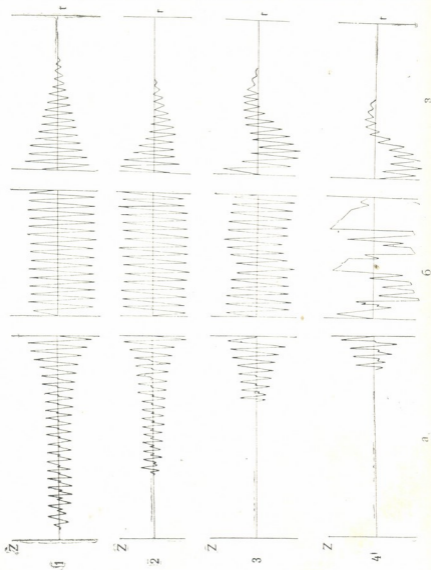


Рис. 2

сети переменного тока через полупроводниковый диод В1 и лабораторный автотрансформатор РНО-250. Амплитуда колебаний якоря (рабочего органа) измеряется с помощью пьезоэлектрического датчика D 13 и виброизмерительной аппаратуры ВА-2. Запись осциллограмм перемещений в режимах вбега, установления и выбега производится с помощью шлейфового осциллографа К-125. Основные характеристики вибровозбудителя: $r=12$ Ом; $m=4$ кг; $\omega=1400$; $S=1,45 \cdot 10^{-3}$ м²; начальное значение воздушного зазора $\delta=4,5 \cdot 10^{-3}$ м; мощность $P=65$ Вт; $b=0,5$.

На рис. 2 приведены четыре характерные осциллограммы, наглядно показывающие формирование колебаний рабочего органа при суб-

гармоническом резонансе $\frac{\omega_0}{\omega_b} = \frac{2\pi \cdot 25}{2\pi \cdot 50} = 1/2$. Здесь z — координата активной части, а номеру осциллограммы i ($i=1, 2, 3, 4$) соответствует определенное значение амплитуды напряжения питания u_0 : $u_{01}=200$ В; $u_{02}=210$ В; $u_{03}=220$ В; $u_{04}=250$ В. Серия а-вбег в субгармоническом режиме; б-начинаются соударения якоря с сердечником (выбирается весь воздушный зазор электромагнита); в-выбег из резонанса (затухание свободных колебаний).

Как видно из полученных осциллограмм, с увеличением u_0 уменьшается время вбега вибровозбудителя в субгармонический резонанс (серия а). Кроме того, при $u_0 = u_{0j}$ ($j=1, 2, 3$) в ударном режиме

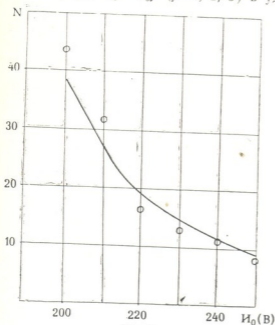


Рис. 3

б) колебания протекают с частотой 25 Гц (субгармонический резонанс), а начиная с $u_0 = u_{04}$ и выше, ввиду увеличения интенсивности соударений якоря с сердечником колебания принимают случайный (звучащий) характер.

На основе полученных опытных данных построена зависимость количества периодов изменения напряжения питания до первого соударения якоря с сердечником N от амплитуды напряжения u_0 . Результаты эксперимента показаны точками на рис. 3.

Для определения коэффициента поглощения энергии применялся метод [5]; после обработки осциллограмм были определены значения ψ в условиях эксперимента: $\psi = 0,18$.

Сплошной линией на рис. 3 показана теоретическая зависимость N от u_0 , построенная на основе результатов работы [3].

Более качественное и количественное совпадение теоретических и экспериментальных результатов, приведенных на рис. 3, подтверждает обоснованность математической модели и достаточную точность анализа, проведенного в работах [2, 3].

ი. პიტმაშვილი, მ. თედოშვილი, მ. ჯელიძე

ელექტრომაგნიტური ვიბროალმგზნების სუბჰარმონიკული რეჟიმების
 ექსპერიმენტული კვლევა

რეზიუმე

ექსპერიმენტულად განსაზღვრულია ელექტრომაგნიტური ვიბროალმგზნების სუბჰარმონიკული რეჟიმების ფორმირებისა და ენერჯის წყაროს დამოკიდებულების კანონზომიერებანი. არაწრფივ ელექტრომაგნიტურ სისტემებში სუბჰარმონიკული რეზონანსების გენერირებისას შედარებულია ექსპერიმენტული და თეორიული მონაცემები.

MACHINE BUILDING SCIENCE

I. A. PITIMASHVILI, M. M. TEDOSHVILI, M. A. CHELIDZE

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF ELECTROMAGNETIC
 VIBRATION EXCITERS SUBHARMONIC REGIMES

Summary

The paper deals with experimental investigation of the relationship between energy source characteristics and generation of electromagnetic vibration exciter low-frequency subharmonic oscillations. Experimental results and theoretical data of subharmonic resonance generation in the systems with electromagnetic excitation are compared.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. В. Хвингия, Динамика и прочность вибрационных машин с электромагнитным возбуждением. М., 1980.
2. М. В. Хвингия, И. А. Питимашвили. Сообщения АН ГССР, 116, № 1, 1984.
3. М. В. Хвингия, И. А. Питимашвили. Сообщения АН ГССР, 117, № 1, 1985.
4. М. М. Тедошвили, М. В. Хвингия, В. С. Сванидзе. Авт. свид. СССР, № 1106551, Бюлл. изобр. № 29, 1985.
5. Я. Г. Пановко. Внутреннее трение при колебаниях упругих систем. М., 1960.

Б. И. НИНОШВИЛИ

ДИНАМИКА ПНЕВМОВИБРАЦИОННОГО ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ СЛОЯ МЕЛКОДИСПЕРСНОГО МАТЕРИАЛА

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. В. Хвицгия 20.6.1986)

Исследованиями установлено, что при вибрационном транспортировании слоя мелкодисперсного материала на частицах образуются приобзаряды, достаточные для проведения многих технологических процессов электронно-ионной технологии (ЭИТ) [1]. Появление таких зарядов ухудшает транспортабельность груза, снижая при этом производительность вибротранспортирующей машины.

Увеличение производительности транспортеров целесообразно осуществить использованием комбинированного способа транспортирования, в частности, наложением к вибрационному полю эффекта сжатого воздуха, протекающего через поры перфорированного дна рабочего органа.

Исследование динамики пневмовибротранспортирования мелкодисперсного материала ведется с помощью феноменологической упруго-вязко-пластической модели, разработанной на базе ранее предложенных моделей [1, 2]. Дополнительный введенный демпфер с коэффициентом вязкости C_b моделирует силы, возникающие вследствие воздействия на груз сжатого воздуха, поступающего через днище рабочего органа. За счет такого воздействия достигается два эффекта:

— взвешивание слоя в направлении, перпендикулярном направлению транспортирования силой

$$F_{by} = C_y (\dot{y}' + \dot{y} + V_{by});$$

— возникновение аэродинамического напора в направлении транспортирования силой

$$F_{bx} = C_x (\dot{x}' + \dot{x} + V_{bx}),$$

где V_{bx} , V_{by} — горизонтальная и вертикальная составляющие скорости воздуха.

В таком случае уравнения движения модели имеют следующий вид: на этапе упругой деформации —

$$\begin{aligned} m\ddot{y} = & -m\ddot{y}' - mg \cos \alpha - (K_y \cdot y + C_y^{**} \cdot \dot{y}) \times \\ & \times \left[1 + \lambda (K_y \cdot y + C_y^{**} \cdot \dot{y}) \left(\frac{\mu x}{r} \right)^2 \right] + C_y^{**} \cdot V_{by}, \end{aligned} \quad (1)$$

$$m\ddot{x} = -m\ddot{x}' + mg \sin \alpha - K_x \cdot x - C_x^{**} \cdot \dot{x} + C_x^{**} \cdot V_{bx}, \quad (2)$$

на этапе скольжения —

$$m\ddot{x} = -m\ddot{x}' + mg \sin \alpha - \mu \operatorname{sign}(\dot{x}) (K_y \cdot y + C_y^{**} \cdot \dot{y}) \times$$

$$\times \left[1 + \lambda (K_y y + C_y^{**} \dot{y}) \left(\frac{\mu x}{r} \right)^2 \right] + C_x^{**} (\dot{x}' + \dot{x} + V_{by}), \quad (3)$$

на этапе свободного полета —

$$\begin{aligned} m\ddot{y} = & -m\dot{y}' - mg \cos \alpha - C_y^* \dot{y}' - C_y' [\dot{y}' + \dot{y} + \text{sign}(y) \cdot V_{by}] - \\ & - F_{np \cdot \cos} (t'_0) \exp \{-\gamma (t'_n - t'_0)\} \cdot \frac{r^2}{(r+g)^2} - (K_y y + C_y^{**} \dot{y}) \times \\ & \times \left[1 + \lambda (K_y y + C_y^{**} \dot{y}) \left(\frac{\mu x}{r} \right)^2 \right], \end{aligned} \quad (4)$$

$$m\ddot{x} = -m\dot{x}' + mg \sin \alpha - C_x' [\dot{x}' + \dot{x} + \text{sign}(y) V_{bx}], \quad (5)$$

В уравнениях (4) и (5)

$$\text{sign}(y) = \begin{cases} +1 & \text{при } y_{t+\Delta t} < y_t \\ -1 & \text{при } y_{t+\Delta t} > y_t \end{cases}$$

Вертикальная составляющая скорости сжатого воздуха определяется из выражения

$$V_{by} = V_{\max} \cdot \sin \omega t. \quad (6)$$

Принимаем, что горизонтальная и вертикальная составляющие скорости воздуха связаны между собой выражением

$$V_{bx} = B \cdot V_{by}, \quad (7)$$

где B — коэффициент, определяемый экспериментально.

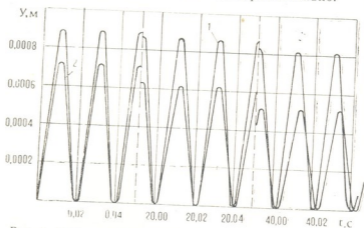


Рис. 1. Изменение перемещения модели в направлении оси Y по времени

Для определения V_{\max} рассмотрим истечение газа из резервуара через мелкое отверстие при поддержании в сосуде постоянного давления.

Пусть внутри сосуда давление равно p_1 , плотность газа ρ_1 , температура T_1 , а у выхода из отверстия соответственно p_2 , ρ_2 , T_2 . Скорость газа у выхода из отверстия V_{\max} , а внутри сосуда $V_2 \approx 0$.

Из формулы Сен-Венана для скорости истечения газа получим

$$p_2 = p_1 \left[1 - \left(\frac{K-1}{K} \right) \frac{V_{\max}^2}{2} \frac{\rho_1}{\rho_2} \right]^{\frac{K}{K-1}}. \quad (8)$$

Разложив выражение в квадратных скобках в степенной ряд и оставив три члена, будем иметь

$$p_1 - p_2 = \rho_1 \frac{V_{\max}^2}{2} \left(1 - \frac{V_{\max}^2}{4C_1^2} \right), \quad (9)$$

где $C_1 = \sqrt{K \frac{\rho_1}{\rho_1}}$ — скорость распространения звука в покоящемся газе.

На практике во всех случаях $V_{\max} \ll C_1$, следовательно, $\frac{V_{\max}}{2C_1} \ll 1$

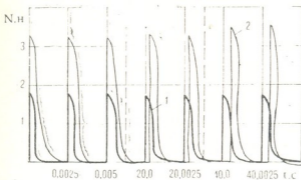


Рис. 2. Изменение нормальной реакции груза на рабочий орган по времени

и им можно пренебречь. В результате из выражения (9) получаем формулу для определения скорости истечения газа из малого отверстия:

$$V_{\max} = \sqrt{2 \frac{p_1 - p_2}{\rho_1}}. \quad (10)$$

Подставляя значения (6) и (7) с учетом (10) в выражения (1) — (5), уравнения движения модели принимают следующий вид: на этапе упругой деформации —

$$m\ddot{y} = -m\ddot{y} - mg \cos \alpha - (K_y \cdot y + C_y^{**} \cdot \dot{y}) \times \\ \times \left[1 + \lambda (K_y \cdot y + C_y^{**} \cdot \dot{y}) \left(\frac{\mu x}{r} \right)^2 \right] + C_y^{**} \sqrt{2 \frac{p_1 - p_2}{\rho_1}} \sin \omega t, \quad (11)$$

$$m\ddot{x} = -m\ddot{x} + mg \sin \alpha - K_x \cdot x - C_x^{**} \cdot \dot{x} + BC_x^{**} \sqrt{2 \frac{p_1 - p_2}{\rho_1}} \sin \omega t, \quad (12)$$

на этапе скольжения —

$$m\ddot{x} = -m\ddot{x} + mg \sin \alpha - \mu \operatorname{sign}(\dot{x}) (K_y \cdot y + C_y^{**} \cdot \dot{y}) \times \\ \times \left[1 + \lambda (K_y \cdot y + C_y^{**} \cdot \dot{y}) \left(\frac{\mu x}{r} \right)^2 \right] + C_x^{**} \left(\dot{x}' + \dot{x} + B \sqrt{2 \frac{p_1 - p_2}{\rho_1}} \sin \omega t \right), \quad (13)$$

на этапе свободного полета —

$$m\ddot{y} = -m\ddot{y} - mg \cos \alpha - C_y^* \cdot \dot{y} - C_y' \left[\dot{y}' + \dot{y} + \operatorname{sign}(y) \sqrt{2 \frac{p_1 - p_2}{\rho_1}} \sin \omega t \right] - \\ - F_{\text{пр.кон}}(t_0) \exp \left\{ -\nu (t_n' - t_0') \frac{r}{(r + y)^2} - (K_y \cdot y + C_y^{**} \cdot \dot{y}) \times \right. \\ \left. \times \left[1 + \lambda (K_y \cdot y + C_y^{**} \cdot \dot{y}) \left(\frac{\mu x}{r} \right)^2 \right] \right\}, \quad (14)$$

$$m\ddot{x} = -m\ddot{x} + mg \sin \alpha - C_x' \left[\dot{x}' + \dot{x} + \operatorname{sign}(y) B \sqrt{2 \frac{p_1 - p_2}{\rho_1}} \sin \omega t \right]. \quad (15)$$



Уравнения (11)—(15) являются общей моделью пневмовибрационного транспортирования слоя мелкодисперсного материала.

В результате решения уравнений движения на ЭЦВМ определены основные характеристики процесса.

В качестве примера, на рис. 1—2 приведены некоторые из этих характеристик (кривые 1). Зависимости построены для свинцового глета дисперсностью 100 мкм, насыпным весом 2,2 г/см³. Амплитуда колебаний составляла 1,0 мм, частота колебаний — 50 Гц, угол вибрации $\beta=28^\circ$, угол наклона рабочего органа к горизонту $\alpha=0^\circ$, давление сжатого воздуха — 1,1 ат.

Коэффициенты, входящие в уравнения движения, имели значения

$$m=1; g=9,81; \alpha=0^\circ; \beta=28^\circ; K_y=50; C_y^*=100;$$

$$\lambda=1,1 \cdot 10^{-9}; C_x^*=20; \mu=0,3; r=1,10^{-4}; K_x=100; C_y^*=1;$$

$$C_x^*=100; C_y^*=10; \nu=1,01; C_x^*=1; \omega=100 \pi.$$

Для сравнительного анализа на этих рисунках изображены также же зависимости при «чистом» вибротранспортировании (кривые 2).

Анализируя кривые, приведенные на графиках, можно заключить, что получены качественно новые характеристики процесса.

Использование этих результатов позволяет определить оптимальные параметры пневмовибратранспортеров, разрабатываемых для процессов ЭИТ.

Научно-исследовательский институт
электронно-ионной технологии

(Поступило 20.6.1986)

მანქანათმშენებლობა

ბ. ნინოშვილი

წვრილდისპერსული მასალის ფენის პნევმოვიბრაციული ტრანსპორტირების დინამიკა

რეზიუმე

მოცემულია მასალის ვიბრაციული ტრანსპორტირების მოდელი, რომელშიც დამატებით გათვალისწინებულია ჰაერის ჰაერის ზემოქმედება მატერიალურ ნაწილაკზე. შედგენილ განტოლებათა სისტემის ამოხსნის შედეგად დადგენილია მასალების გადაადგილების კანონზომიერებანი მათემატიკური მოდელების მეთოდით ეგმ-ზე.

MACHINE BUILDING SCIENCE

B. I. NINOSHVILI

THE DYNAMICS OF PNEUMOVIBRATIONAL TRANSPORTATION OF FINE-DISPERSIVE MATERIAL COATING

Summary

A model of vibrational transportation is proposed which takes into account the action of air jet on the material particle. Solution of the set of equations derived allows for determining the behaviour of material transportation by the method of mathematical simulation with a computer.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. И. Ниношвили. Сообщения АН ГССР, 112, № 3, 1983.
2. Б. И. Ниношвили. Изв. АН СССР. Энергетика и транспорт, № 6, 1980.



МАШИНОВЕДЕНИЕ

Р. И. ЗУКАКИШВИЛИ, Р. Ч. ТАРГАМАДЗЕ, В. П. КАРЯГИН,
 А. В. ТЕРТЕРАШВИЛИ

ВЛИЯНИЕ ТРЕНИЯ В ОПОРАХ НА ДИНАМИКУ СВОБОДНОГО
 ВРАЩЕНИЯ МОДЕЛИ ОТНОСИТЕЛЬНО ПРОДОЛЬНОЙ ОСИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. В. Хвигия 15.5.1986)

В работе исследуется влияние трения подвески на динамику модели летательного аппарата относительно продольной оси (рис. 1).

Уравнение движения модели относительно продольной оси вращения можно представить в виде

$$J \cdot \dot{\omega} = M_{\text{аэр}}(\gamma, \omega, V_n) \pm M_{\text{тр}}(\omega, V_n), \quad (1)$$

где γ — угол поворота модели относительно оси вращения подвески OX_n ; ω — угловая скорость вращения; V_n — скорость воздушного потока в аэродинамической трубе; $M_{\text{аэр}}(\gamma, \omega, V_n)$ — аэродинамический момент, зависящий, кроме указанных факторов, от формы модели; $M_{\text{тр}}(\omega, V_n)$ — момент трения, зависящий, кроме указанных факторов, от схемы подвески.

Используем представление момента трения в опоре качения в виде, принятом в машиностроении [1]:

$$M_{\text{тр}} = M_0 + (aR + bF) \frac{D_0}{d_{\text{ш}}},$$

где M_0 — постоянная составляющая: $M_0 = \pm m$, если $M_{\text{аэр}} > M_{\text{тр}}$; $M_0 = -M_{\text{аэр}}$, если $M_{\text{аэр}} < M_{\text{тр}}$; R, F — радиальная и осевая нагрузки; D_0 — диаметр окружности вращения шариков подшипника; $d_{\text{ш}}$ — диаметр шарика; a, b — коэффициенты, зависящие от угловой скорости ω .

Рассмотрим влияние постоянной компоненты момента трения M_0 . Представим аэродинамический момент, действующий на модель, в следующем виде:

$$m_{\text{аэр}} = m_0 + m^{\bar{m}} \cdot \omega \frac{l}{V_n}, \quad (2)$$

$$m_{\text{аэр}} = m_0 + m^{\bar{m}^2} \cdot \frac{l^2}{V_n^2} \omega^2, \quad (3)$$

$$m_{\text{аэр}} = m_0 + m^{\bar{m}^2} \cdot \frac{l}{V_n} \cdot \omega + m^{\bar{m}^2} \cdot \frac{l^2}{V_n^2} \cdot \omega^2. \quad (4)$$

При увеличении скорости потока в аэродинамической трубе модель может находиться в состоянии покоя до скорости потока $V_n = V_{\tau}$, определяемой условием $m_0 \cdot \frac{\rho V_{\tau}^2}{2} S \cdot l + m = 0$, откуда

$$V_{\tau} = \sqrt{-2m/m_0 \rho S l}. \quad (5)$$

Последующее увеличение скорости, до достижения значения величины угловой скорости $\omega_{уст}$, вызывает ускоренное движение, определяемое выражениями для моделей вида (2), (3), (4) соответственно:

$$\omega_{уст} = -\frac{m_0}{m^{\omega}} \left(1 - \frac{V_r^2}{V_n^2}\right) \frac{V_n}{e}, \quad (6)$$

$$\omega_{уст} = \frac{V_n}{e} \sqrt{\frac{m_0}{m^{\omega^2}} \left(1 - \frac{V_r^2}{V_n^2}\right)}, \quad (7)$$

$$\omega_{уст} = -\frac{m_0}{m^{\omega}} \left(1 - \frac{V_r^2}{V_n^2}\right) \left[1 - \frac{m_0 \cdot m^{\omega^2}}{(m^{\omega})^2} \left(1 - \frac{V_r^2}{V_n^2}\right)\right] \frac{V_n}{e}. \quad (8)$$

Зависимости (6), (7), (8) асимптотически приближаются к линейной $\omega_{уст} = k \frac{V}{d}$. Скорость V^* , при которой эти зависимости могут быть заменены линейной, определяется из условия

$$\frac{d^2 \omega_{уст}}{dV_n^2} / V_n = V^*,$$

из выражения (4)

$$V^* = \infty,$$

из выражения (7)

$$V^* = -\sqrt{\frac{m^{\omega^2}}{m_0}}, \quad (9)$$

из выражения (8)

$$V^* = \sqrt{\frac{3m_0 \cdot V_r^2}{m_0 + m^{\omega}}}$$

Во всех случаях влияние трения приводит к нелинейной зависимости $\omega_{уст}(V_n)$ с зоной нечувствительности модели к изменению скорости при $V_n = V_r$.

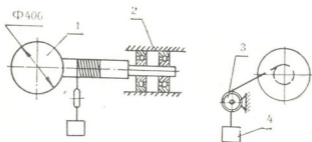


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1 — модель, 2 — аэродинамическая державка, 3 — ролик, 4 — груз

В качестве модели была выбрана сфера $\varnothing = 400$ мм, аэродинамический момент которой $m_{авр} = 0$. Движение такой модели с некоторого момента времени t_a , в которой $\gamma = \gamma_a$, $\omega = \omega_0$, будет замедленным и определяется целиком моментом трения в державке.

Испытания проводились по следующей методике: к модели прикладывался момент M_n . После достижения моделью угловой скорости ω_0 воздействие снималось, изменение переменных $\omega(t)$, $\dot{\omega}(t)$, регист-

рировалось измерительной аппаратурой. Поскольку $M_{\text{аэр}}=0$, момент трения в каждый дискретный момент времени t равен

$$M_{\text{тр}i} = \frac{\dot{\omega}_i}{J}.$$

Анализ совокупности дискретных пар $\left(\frac{\dot{\omega}}{J}, \omega\right)$ позволяет выявить зависимость $M_{\text{тр}}$ от ω , а анализ этих зависимостей для различных V_{∞} — зависимость $M_{\text{тр}}$ от нагрузки. На рис. 2 приведены экспериментальные зависимости $\dot{\omega}(\omega)$ для скоростей $V_{\infty} = 10 \div 37$ м/с. Как видно, $M_{\text{тр}}$ постоянна и не зависит от угловой скорости ω . По экспериментальным кривым (рис. 2) были построены графики зависимости $\omega_{\text{уст}}(V_{\infty})$ по параметру аэродинамического момента (рис. 3).

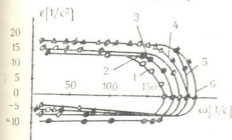


Рис. 2. Кривые зависимости ускорения от скорости вращения модели по параметру скорости потока: 1— $V_{\infty}=10$ м/сек, 2— $V_{\infty}=15$ м/сек, 3— $V_{\infty}=20$ м/сек, 4— $V_{\infty}=25$ м/сек, 5— $V_{\infty}=30$ м/сек, 6— $V_{\infty}=37$ м/сек

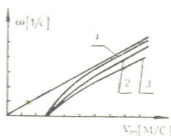


Рис. 3. Кривые зависимости скорости вращения модели от скорости потока при различных значениях аэродинамического момента: 1— $m = m_0 + m^{\bar{\omega}} \cdot \bar{\omega}$, 2— $m = m_0 + m^{\bar{\omega}^2} \cdot \bar{\omega}^2$, 3— $m = m_0 + m^{\bar{\omega}} \cdot \bar{\omega} + m^{\bar{\omega}^2} \cdot \bar{\omega}^2$

Совокупность экспериментальных точек $\omega_{\text{уст}}$ может быть аппроксимирована аналитической функцией различного вида и структуры, параметры которой определяются многочисленными методами оценивания [2].

Приведенные ранее результаты анализа трения на динамику модели, зависимости $\omega_{\text{уст}} = f(V_{\infty})$, а также результаты экспериментального определения $M_{\text{тр}}$ позволили обоснованно подойти к выбору аппроксимирующей функции. Поскольку характер зависимости $m_{\text{аэр}}(\omega)$ неизвестен, проверялись модели вида (2), (5) и (6), для которых зависимости $\omega_{\text{уст}}(V_{\infty})$ определяются выражениями (4), (7) и (8). Как видно из рис. 3, наиболее правдоподобной представляется зависимость

$$m_{\text{аэр}} = m_0 + m^{\bar{\omega}} \cdot \omega \frac{l}{V_{\infty}} + m^{\bar{\omega}^2} \cdot \omega^2 \frac{l^2}{V_{\infty}^2}$$

со следующими параметрами: $m_0 = 8,4 \cdot 10^{-4}$; $m^{\bar{\omega}} = -2,2 \cdot 10^{-2}$; $m^{\bar{\omega}^2} = -0,64$.

Выполненный анализ позволяет предложить эмпирическую методику определения аэродинамических производных m_0 , $m^{\bar{\omega}}$, $m^{\bar{\omega}^2}$.

Проведенные исследования влияния трения на динамику модели относительно продольной оси позволяют учесть это влияние при экспериментах на широко распространенных державках, в которых используются подшипники качения, и определить аэродинамические производные момента относительно продольной оси. Полученные результаты применены также для анализа динамики механизмов, имеющих кинематическую схему, аналогичную рассмотренной, например ветряков, анемометров.

Грузинский политехнический институт
 им. В. И. Ленина

(Поступило 20.6.1986)

მანქანათმშენობლა

რ. ზუკაკიშვილი, რ. თარგამაძე, ვ. კარიაგინი, ა. ტერტრაშვილი

ბრძივი ღერძის მიმართ მოძვლის თავისუფალი ბრუნვის დინამიკაზე
 საპრდენების ხახუნის გავლენა

რეზიუმე

შედგენილია სხეულის მოძრაობის მათემატიკური მოდელები ხახუნის გავლენის გარეშე, რომლებიც ამოხსნილია აეროდინამიკურ მილში ნაკადის მოძრაობის სიჩქარის მიმართ.

მიღებულ არაწრფივ გამოსახულებების ანალიზის შედეგად დადგენილია ექსპერიმენტის ჩატარების უფრო ზუსტი და საიმედო მეთოდოლოგია. მიღებული შედეგები გვაძლევს საშუალებას გავანალიზოთ აგრეთვე ანალოგიური კინემატიკური სქემების მქონე მექანიზმების დინამიკა.

MACHINE BUILDING SCIENCE

R. I. ZUKAKISHVILI, R. Ch. TARGAMADZE, V. P. KARYAGIN,
 A. V. TERTERASHVILI

THE EFFECT OF FRICTION IN SUPPORTS ON THE DYNAMICS OF
 FREE ROTATION OF A MODEL ABOUT THE LONGITUDINAL AXIS

Summary

The paper deals with the effect of friction in the hinged joint of suspension on the dynamics of a flying vehicle model about longitudinal axis.

Based on the analysis of the obtained nonlinear dependences a more precise and reliable experimental procedure is established.

The obtained results are also applicable to the analysis of dynamics of mechanisms having the mechanical diagram similar to the considered ones.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. А. Спицын, М. М. Машнев и др. Опоры осей и валов машины и приборов. Л., 1970.
2. В. Г. Плещукин. Теоретические основы организации и планирования эксперимента. Л., 1981.



Ш. Н. ГАГОШИДZE, В. П. МАРГВЕЛანი

К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПАРАМЕТРОВ ВОЛН В МЕЛКОВОДНЫХ ПРИУСТЬЕВЫХ АКВАТОРИЯХ РЕК

(Представлено академиком В. И. Гомеллаури 21.5.1986)

Предлагаемое ниже решение задачи о распространении длинных поверхностных волн навстречу речного потока переменной глубины, в отличие от существующих, опирается на прямом применении уравнения мелкой воды и дает возможность детально проследить за изменением конфигурации волны.

В условиях устьевого взморья, где поступающий в море речной поток носит плавноизменяющийся характер, линеаризованную систему уравнений мелкой воды плоского волнового движения можно записать в виде

$$\begin{aligned} \frac{\partial v}{\partial t} + v_0 \frac{\partial v}{\partial x} &= -g \frac{\partial \xi}{\partial x}, \\ \frac{\partial \xi}{\partial t} + v_0 \frac{\partial \xi}{\partial x} &= -\frac{\partial H_0 v}{\partial x}, \end{aligned} \quad (1)$$

где v_0 и H_0 — соответственно скорость и глубина стационарного невозмущенного движения потока; x — продольная координата, причем ось Ox совпадает с невозмущенной свободной поверхностью потока, а ось Oz направлена вертикально вверх; $v(x, t)$ — продольные скорости частиц жидкости возмущенного движения; $\xi(x, t)$ — координата возмущенной свободной поверхности жидкости.

Применительно к расчетной схеме, приведенной на рис. 1, глубина и скорость основного стационарного течения могут быть представлены соотношениями:

$$H_0 = i_0 x, \quad v_0 = \frac{q}{H_0} = \frac{q}{i_0 x}, \quad (2)$$

где q — мощность источника (удельный расход реки); i_0 — уклон дна.

Исключая из системы (1) координату волновых возмущений и представляя решение в виде функции лишь периодически зависящей от времени ($v = \vartheta(x) e^{i\sigma t}$, $\xi = \bar{\xi}(x) n^{i\sigma t}$) уравнение для скоростей возмущений с учетом (2) записывается в виде

$$\left(g i_0 x - \frac{q^2}{i_0^2 x^2} \right) \frac{d^2 \vartheta}{dx^2} + \left(2 g i_0 - \frac{2 g i \sigma}{i_0 x} \right) \frac{d \vartheta}{dx} + \sigma^2 \vartheta = 0, \quad (3)$$

где i — мнимая единица; $\sigma = \frac{2\pi}{\tau}$ — частота волновых колебаний; τ — период.

Точное аналитическое решение уравнения (3) возможно лишь при отсутствии стационарного течения жидкости, т. е. когда $q=0$. В этом случае уравнение (3) приводится к уравнению Бесселя, асимптотическое решение которого приводит к известному закону Грина, возрастания амплитуд длинных волн по мере их приближения к берегу



(амплитуда меняется как $\sqrt[4]{\frac{1}{x}}$) [1]. В случае, когда $q \neq 0$, рассмотрим волновое движение на тех расстояниях от источника, на которых $g i_0 x > \frac{q^2}{i_0^2 x^2}$, т. е. на расстояниях, где числа Фруда потока меньше единицы. Тогда уравнение (3) можно записать в виде

$$x^2 \frac{d^2 \bar{v}}{dx^2} + \left(2x - \frac{2i\sigma q}{g i_0^2} \right) \frac{d\bar{v}}{dx} + \frac{\sigma^2}{g i_0} x \bar{v} = 0. \quad (4)$$

При тех же самых условиях малости $\frac{q^2}{i_0^2 x^2}$ по сравнению с $g i_0 x$ уравнение (4) допускает дальнейшее упрощение и оно также сводится к уравнению типа Бесселя, решение которого, выраженное через функции Ханкеля, принимает вид

$$v = C x^{-\frac{1}{2}} e^{\frac{i\sigma q}{q i_0^2} \cdot \frac{1}{x}} \cdot H_1^{(1,2)} \left(2 \sqrt{\frac{\sigma^2 x}{g i_0}} \right) e^{i\sigma t}, \quad (5)$$

где $H_1^{(1,2)}$ — функции Ханкеля первого порядка, первого и второго рода;

C — произвольная постоянная интегрирования (нормировочная амплитуда).

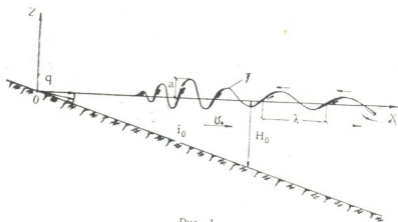


Рис. 1

В дальнейшем из двух функций Ханкеля первого и второго рода в качестве расчетного выбираем функцию Ханкеля первого рода, которая соответствует волне набегающей из морской области на берег против течения.

Представляя (5) в асимптотическом виде и отделяя действительные части решения, получаем простую расчетную формулу для скоростей волновых возмущений

$$v = C \sqrt{\frac{1}{\pi}} \cdot \sqrt[4]{\frac{g i_0}{\sigma^2}} \cdot x^{-\frac{3}{4}} \cos \left(\sigma t - \frac{\sigma q}{g i_0^2} \cdot \frac{1}{x} + 2 \sqrt{\frac{\sigma^2 x}{g i_0}} - \frac{3}{4} \pi \right). \quad (6)$$



Для свободной поверхности потока, в соответствии с (5), исходя из второго уравнения системы (1), получаем следующее асимптотическое выражение:

$$\xi = a \sqrt{\frac{1}{\pi}} \cdot \sqrt{\frac{g i_0}{\sigma^2}} \cdot x^{-\frac{1}{4}} \left(-\sqrt{\frac{i_0}{g}} + \frac{q^3}{g^2 i_0^{\frac{3}{2}}} x^{-4.5} + \frac{q^2}{g^{3/2} i_0^{5/2}} x^{-3} \right) \times \sin \left(\sigma t + 2 \sqrt{\frac{\sigma^2}{g i_0}} x^{0.5} - \frac{\sigma q}{g i_0^{\frac{3}{2}}} x^{-1} - \frac{\pi}{4} \right). \quad (7)$$

Анализируя (7), приходим к заключению, что по мере приближения к устью реки все заметнее сказывается влияние уменьшения глубины и речного противотечения на конфигурацию волны: волны стано-

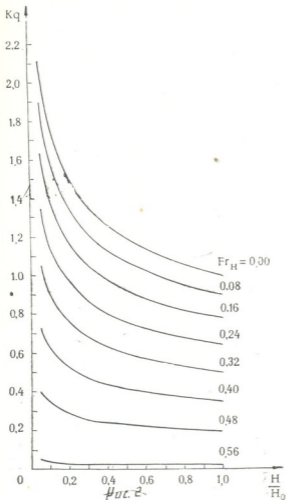


Рис. 2

вятся все круче, однако в створе, где число Фруда (Fr) стационарного речного потока $Fr = \frac{v_0^2}{g H_0} = 0,57$ амплитуда обращается в нуль, т. е. противотечение блокирует волну.

В соответствии с полученными решениями коэффициент трансформации амплитуд выражается зависимостью



$$K_a = \frac{a_1}{a_2} = \sqrt[4]{\frac{H_2}{H_1} \frac{1 - Fr_1^2 - Fr_1}{1 - Fr_2^2 - Fr_2}}, \quad (8)$$

где индексами «1» и «2» помечены параметры в двух разных створах прибрежного мелководья (см. также кривые на рис. 2, построенные на основании (8) при $Fr_2=0$).

Коэффициент трансформации длин волн определяется так же, как в [2, 3]. Перед блокировкой волна имеет длину $\lambda = 0,255 \lambda_{r_1} \sqrt{\frac{H_1}{H_2}}$, где λ_{r_1} — длина волны, заданная на глубоководье (на глубине H_2 , где влияние течения ничтожно мало).

Необходимо отметить, что приведенные выше расчетные соотношения применимы лишь для необрушающихся длинных волн, т. е. при выполнении условия $a < 0,39 H_0$.

Грузинский НИИ энергетики и гидротехнических сооружений

(Поступило 30.5.1986)

შეფარებულია

შ. გაგოშიძე, ვ. მარგველანი

მდინარის შესართავის თავთხელ აკვატორიაზე ტალღების
პარამეტრების განსაზღვრის ამოცანის ამოხსნისთვის

რეზიუმე

მოცემულია ამოცანის ამოხსნა ზღვის გრძელი ტალღების გავრცელებისას მდინარის შემხედვარ ნაკადზე, ცვლადი სიღრმეების შემთხვევაში, რაც უფლებას გვაძლევს დეტალურად ვაღვეწოთ თვალი ტალღის კონფიგურაციის ცვლილებას. ფრუდის რიცხვის განსაზღვრულ მნიშვნელობაზე ხდება მდინარის ნაკადის მიერ ტალღის ბლოკირება.

HYDRAULIC ENGINEERING

Sh. N. GAGOSHIDZE, V. P. MARGVELANI

TOWARDS SOLVING THE PROBLEM OF WAVE CHARACTERISTICS DEFINITION IN SHALLOW INLET AREAS

Summary

The problem of long wave propagation towards the variable depth river flow is solved. This provides an opportunity for tracing in detail the variation of wave configuration. At the defined value of Frude number the wave is blocked by the river flow.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Ламб. Гидродинамика. М., 1947, 928.
2. И. А. Вайсфельд. Труды гидравлической лаборатории ВНИИ ВОДГЕО, вып. 6, 1967.
3. Т. Г. Войнич-Сяноженский. Труды ЗапНИГМИ, вып. 46 (52), Л., 1972, 204.



UDC 621.039.576:658.264

ТЕПЛОТЕХНИКА

Г. П. ЧИТАШВИЛИ, Г. О. АРАБИДЗЕ, В. Д. ГОЦИРИДZE,
 М. В. СИГАЛ

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АСТ
 В СИСТЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ г. ТБИЛИСИ

(Представлено академиком В. И. Гомелури 15.6.1986)

Применение ядерного топлива в системах теплоснабжения городов европейской части СССР является весьма актуальной задачей. Экономические аспекты использования АСТ в системе централизованного теплоснабжения г. Тбилиси были рассмотрены в [1].

Выявим условия экономической целесообразности строительства в Тбилиси АСТ с двумя блоками по 500 МВт.

Экономическая целесообразность строительства АСТ для работы в системе теплоснабжения г. Тбилиси по сравнению с вариантом покрытия всей потребности в тепле только районными котельными на органическом топливе определяется сопоставлением суммарных расходов в обоих рассматриваемых вариантах.

Вариант, предусматривающий совместную работу АСТ и пиково-резервных котельных на органическом топливе, требует соответствующих капиталовложений в сооружение АСТ, магистральных тепловых сетей до пиковых котельных, дополнительную (по сравнению с существующей) мощность самих котельных и, кроме того, ежегодных эксплуатационных расходов.

С другой стороны, в варианте только с районными котельными на органическом топливе требуются капиталовложения в дополнительную (по сравнению с существующей) их мощность и ежегодные эксплуатационные расходы, включая значительные затраты на органическое топливо. При этом дополнительная мощность котельных по сравнению с вариантом с АСТ должна быть больше.

Следует отметить, что в варианте с АСТ органическое топливо используется только в зимний период — для покрытия пиковой тепловой нагрузки, в то время как в варианте теплоснабжения от районных котельных — круглогодично, для покрытия всей тепловой нагрузки. Отсюда существенно меньшая потребность в органическом топливе в варианте с АСТ.

Условия конкурентоспособности варианта теплоснабжения с участием АСТ целесообразно представить в виде

$$Z_{\text{гор}} \geq \frac{Z_{\text{АСТ}} + K_{\text{т.с}}(p + f_1) + I_{\text{т.с}} - k \cdot \Delta Q_p (p + f_2)}{Q_{\text{АСТ}} \cdot \eta_{\text{т.с}} \cdot b_k}, \quad (1)$$

где $Z_{\text{гор}}$ — предельный уровень затрат на вытесняемое органическое топливо (включая все затраты, связанные с его доставкой до потребителей), выше которого вариант с АСТ становится конкурентоспособным, руб./т у. т.; $Z_{\text{АСТ}}$ — расчетные затраты, связанные с работой АСТ, руб./год; $K_{\text{т.с}}$ — капиталовложения в тепловые сети (включая насосные подстанции) от АСТ до пиково-резервных котельных, руб.; f_1 — ежегодные расходы на перекачку теплоносителя в тепловой сети между АСТ и ПК, руб./год; k — удельные капиталовложения в котельные на органическом топливе, руб./год; ΔQ_p — разница в вели-



чине дополнительной (по сравнению с существующей) мощностью тепловых установок на органическом топливе в сопоставляемых вариантах теплоснабжения, ГДж/ч; p — нормативный коэффициент эффективности капиталовложений; f_1 и f_2 — доля ежегодных отчислений от капиталовложений соответственно в тепловые сети и в котельные на органическом топливе; $Q_{\text{АСТ}}$ — количество тепла, отпускаемого за год от АСТ, ГДж; $\eta_{\text{т.с}}$ — коэффициент, учитывающий потери тепла в магистральных тепловых сетях от АСТ до ПК; b_k — удельный расход органического топлива в районных котельных, т у. т./ГДж.

В свою очередь, расчетные затраты, связанные с работой АСТ ($Z_{\text{АСТ}}$), с учетом трех частичных перегрузок за кампанию топлива могут быть определены как

$$Z_{\text{АСТ}} = K_{\text{АСТ}}(p + f_3) + p \cdot \frac{2}{3} K_{\text{я.з}} + z_{\text{я.т}} Q_{\text{АСТ}} + (p+a) K_{\text{зах}}, \quad (2)$$

где $K_{\text{АСТ}}$ — капиталовложения при строительстве АСТ, руб.; $K_{\text{я.з}}$ — стоимость ядерного топлива при первоначальной загрузке реакторов АСТ, руб.; $K_{\text{зах}}$ — стоимость транспорта и захоронения отходов, руб.; $z_{\text{я.т}}$ — топливная составляющая удельных затрат на производство тепла на АСТ, руб./ГДж; f_3 — доля ежегодных отчислений от капиталовложений при строительстве АСТ; a — амортизационные отчисления.

Для анализируемой системы теплоснабжения при определении экономических показателей, входящих в выражения (1) и (2), принято следующее:

— показатели, характеризующие строительство и эксплуатацию АСТ, определялись с использованием выполненных проектов двухблочных станций с реакторными установками мощностью 2×500 МВт и с учетом условий работы в системе теплоснабжения г. Тбилиси;

— капиталовложения в тепловые сети и затраты на перекачку теплоносителя определялись на основании выполненных ВНИПИ-энергопромом гидравлических расчетов при принятой трассировке, описанной в [1], и с использованием «Нормативов удельных капиталовложений в тепловые сети» [2] и рекомендаций, изложенных в [3, 4];

— в варианте с АСТ необходимая резервная мощность выбиралась на случай вынужденного останова в наиболее холодную пятидневку одного из блоков АСТ;

— удельные капиталовложения в строительство котельных на органическом топливе в соответствии с данными [5] оценивались величиной порядка 3,6 тыс. руб./ГДж/ч;

— исходя из соображений, что расчетный КПД районных котельных не превышает 0,9, а фактический среднегодовой обычно на 10—20% ниже расчетного, удельный расход органического топлива в них принимался равным $b_k = 41,8$ кг у. т./ГДж;

— годовые отчисления от капитальных вложений принимались:
для тепловых сетей $f_1 = 0,08$,
для котельных на органическом топливе $f_2 = 0,13$,
для АСТ $f_3 = 0,1$;

— нормативный коэффициент эффективности p принят равным 0,12, амортизационные отчисления $a = 0,03$;

— представляется, что экономия от уменьшения численности персонала котельных на органическом топливе по сравнению с вариантом теплоснабжения от районных котельных практически компенси-



руется потребностью в затратах на зарплату персонала АСТ (при меньшем штатном коэффициенте, но более высоком фонде зарплаты). Основные технико-экономические показатели и составляющие расчетных затрат, входящие в выражения (1) и (2), приводятся ниже.

Как показывают результаты выполненных расчетов, вариант развития системы теплоснабжения г. Тбилиси на базе АСТ требует по сравнению с альтернативным вариантом, базирующимся только на крупных районных котельных, использующих органическое топливо, дополнительных капиталовложений в размере порядка 130÷139 млн. руб. (в том числе в тепловые сети порядка 34 млн. руб.). При этом затраты на ядерное топливо для работы АСТ составят не более 4 млн. руб./год.

С другой стороны, участие двухблочной АСТ в работе системы теплоснабжения города позволит уменьшить ежегодную потребность в дефицитном органическом топливе примерно на 745 тыс. т у. т. на уровне 1995 г.

В результате при затратах на органическое топливо (у потребителя) на уровне $Z_{\text{топ}} = 52-55$ руб./т у. т. вариант с АСТ в условиях г. Тбилиси становится экономически равнозначным с вариантом теплоснабжения от районных котельных, а при более высоких значениях $Z_{\text{топ}}$ экономически более предпочтителен, чем последний. В настоящее время для Закавказья при использовании газа и мазута стоимость условного топлива принимается около 80 руб./т у. т. [6].

Основные технико-экономические показатели, характеризующие работу АСТ в системе теплоснабжения г. Тбилиси

| | |
|---|-----------------|
| Расчетная тепловая нагрузка системы теплоснабжения, ГДж/ч | 7400 |
| Тепловая мощность АСТ, ГДж/ч | 2×1800 |
| Годовой отпуск тепла от АСТ, тыс. ГДж | 18350 |
| Продолжительность кампании ядерного топлива, лет | 6 |
| Число часов использования максимальной мощности АСТ, час/год | 5090 |
| Удельные капиталовложения в строительство АСТ, тыс. руб./ГДж/ч | 28,6—31,0 |
| Расчетные затраты при работе АСТ, включая затраты на ядерное топливо, млн. руб./год | 31—33 |
| Количество вытесняемого органического топлива, тыс. т у. т./год | 745 |
| Капиталовложения в магистральные тепловые сети от АСТ до ПК, млн. руб. | 34 |
| Расчетные затраты в транспорт тепла от АСТ до ПК, включая затраты на перекачку, млн. руб./год | 8,5 |
| Уровень затрат на вытесняемое органическое топливо (у потребителя), выше которых вариант теплоснабжения с участием АСТ экономически целесообразен, руб./т у. т. | 52—55 |
| Экономия затрат на органическое топливо при его вытеснении ядерным горючим в варианте с АСТ (при $Z_{\text{топ}} = 80$ руб./т у. т.), млн. руб. | 60 |

Грузинский политехнический институт им. В. И. Ленина

(Поступило 27.6.1986)

ბ. ჩიტაშვილი, გ. არაბიძე, ვ. გოცირიძე, მ. სიგალი

ა. თბილისის თბომომარაგების სისტემის თან-ის გამოყენების
 ეკონომიკური ეფექტიანობა

რეზიუმე

ტექნიკურ-ეკონომიკური ანალიზის საფუძველზე დასაბუთებულია ქ. თბილისში თბომომარაგების ატომური სადგურის (თას) გამოყენების ეფექტიანობა 1995 წლისათვის.

HEAT ENGINEERING

G. P. CHITASHVILI, G. O. ARABIDZE, V. D. GOTSIRIDZE, M. V. SIGAL

ECONOMIC EFFICIENCY OF HEAT SUPPLY ATOMIC STATION
 IN HEAT SUPPLY SYSTEM OF TBILISI

Summary

Based on technical-and-economic analysis, efficiency of heat supply atomic station employment in Tbilisi by the year 1995 is substantiated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. П. Читашвили, В. Ш. Какабадзе, В. Д. Гоциридзе, М. Б. Магидов. Сб. науч. трудов ГПИ им. В. И. Ленина, № 6 (263). Тбилиси, 1983.
2. Нормативы удельных капитальных вложений в строительство тепловых сетей. М., 1974.
3. Е. Я. Соколов. Теплофикация и тепловые сети. М., 1975.
4. Проектирование городских тепловых сетей. Под ред. Е. Я. Соколова, А. А. Николаева, Е. П. Шубина. М., 1957.
5. Е. П. Шубин. Основные вопросы проектирования систем теплоснабжения городов. М., 1979.
6. О. Ш. Везиришвили. Автореферат докт. дисс. М., 1985.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

О. М. ДАВИТАШВИЛИ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОРЯДКА ВЫЧИСЛЕНИЯ АРИФМЕТИЧЕСКИХ
ВЫРАЖЕНИЙ С ОБЩИМИ ПОДВЫРАЖЕНИЯМИ ДЛЯ
МНОГОРЕГИСТРОВЫХ ВС

(Представлено академиком И. В. Прангишвили 31.10.1986)

Оптимизация кода (ОК) для арифметических выражений (АВ) в период компиляции программ, составленных на процедурно-ориентированных языках и предназначенных для решения научно-технических и инженерных задач, позволяет в ряде случаев значительно сокращать время их вычисления. Известны эффективные алгоритмы ОК для АВ без общих подвыражений (АВБП) [1], тогда как для АВ с общими подвыражениями (АВОП) проблема ОК является *NP*-полной [2], что обусловило создание эвристических алгоритмов ОК для АВОП. При этом центральной является проблема определения порядка вычисления (ОПВ) АВОП. Решению этой проблемы для много-регистровых ВС посвящается настоящая работа.

Модели ВС. Рассматриваются двух- и двух-трехадресные *N*-регистровые ($N > 1$) ВС с основной памятью в *P* слов и наборами машинных команд следующих форматов:

- 1) $R_i \leftarrow M_n$ (загрузка),
 - 2) $M_n \leftarrow R_i$ (запись),
 - 3) $R_i \leftarrow R_j$ (копирование регистров),
 - 4) $R_i \leftarrow R_j \text{ op } M_n$
 - 5) $R_i \leftarrow R_i \text{ op } R_j$
 - 6) $R_i \leftarrow R_j \text{ op } M_n$
 - 7) $R_i \leftarrow R_j \text{ op } R_k$
- } (арифметические команды),

где R_i, R_j, R_k — обозначения регистров ($0 \leq i \leq N-1; 0 \leq j \leq N-1; 0 \leq k \leq N-1; i \neq j \neq k$); M_n — обозначение слова основной памяти ($0 \leq n \leq P-1$); *op* — обозначение арифметической операции.

Графическое представление. АВБП графически представляется бинарным деревом, а АВОП — направленным ациклическим графом (НАГ), состоящим из корня, листьев и внутренних вершин (ВВ).

Основные определения

Определение 1. Общим подвыражением (ОПД) называется триада *a op b*, входящая в АВ $n > 1$ раз при неизменных значениях операндов *a* и *b*.

Определение 2. АВ называется АВОП, если содержит ОПД, общими словами, если в НАГ содержатся вершины, имеющие более одного прямого предка, соответствующие ОПД и называемые разделяемыми вершинами (РВ).



Определение 3.левой (правой) ветвью (сокращенно ЛВ (ПВ)) корня или ВВ НАГ p , соответствующей бинарной арифметической операции op , называется подграф, корнем которого является левый (правый) потомок корня или ВВ НАГ p .

Определение 4.Перезагрузкой регистра R_i называется временная запись его содержимого в слово основной памяти (ОП) в некоторый момент времени t с последующим восстановлением в момент времени $(t + \Delta t)$; в течение времени Δt R_i используется для временного приема, хранения и обработки других данных.

Определение 5.Повторной загрузкой (ПЗ) регистра R_i называется занесение в некоторый момент времени t_1 в него значения, которое в момент времени $t_0 < t_1$ было разрушено в одном из регистров без перезаписи его содержимого в ОП ввиду наличия копии в ОП.

Определение 6.Уровнем вершины НАГ p называется целочисленная метка $L(p)$, приписанная ей следующим образом:

- 1) если p является корнем НАГ, то $L(p) = 0$;
- 2) если p является ВВ или листом, а его прямой предок p' имеет метку $L(p')$, то $L(p) = L(p') + 1$.

Определение 7. На множестве операций W , входящих в АВОП, устанавливаются отношения: 1) полного порядка (ξ), 2) частичного порядка (\succeq) и 3) эквивалентности (\approx): $A \xi B$ означает, что A предпочтительно вычислять раньше B ; $A \approx B$ означает, что $A \xi B \equiv B \xi A$; $A \succeq B$ означает, что $A \xi B \vee A \approx B$. Обратными к ним являются отношения $\rightarrow, \rightarrow, \vdash$.

Определение 8. Более (менее) сложной ветвью (сокращенно БСВ (МСВ)) среди ПВ и ЛВ называется та ветвь, для вычисления которой без перезагрузок и ПЗ требуется больше (меньше) регистров.

Определение 9. АВОП называется с полностью предопределенным порядком использования ОПД в качестве операндов (АВОПП), если для каждой РВ p , соответствующей ОПД и имеющей k прямых предков $Pr(p) = \{p', p'', \dots, p^{(k)}\}$, выполняется условие

$$\forall p^{(i)} \exists p^{(j)} [p^{(i)} = \text{Par}(p^{(j)})] \& \exists p^{(r)} [p^{(r)} = \text{Par}(p^{(i)})],$$

где

$$p^{(i)}, p^{(j)}, p^{(r)} \in Pr(p), \quad (1 \leq i \leq k; 1 \leq j \leq k; 1 \leq r \leq k; 1 \neq j \neq r),$$

а $p^{(i)} = \text{Par}(p^{(j)})$ означает « $p^{(i)}$ является предком $p^{(j)}$ ».

ОК для АВОП на многорегистровых ВС. Одной из важнейших проблем ОК для АВОП на названном классе ВС является такое переупорядочивание вычисления АВОП, при котором удается значительно сократить, а иногда и полностью исключить ПЗ и перезагрузки регистров. Основной трудностью, с которой приходится сталкиваться, является отсутствие информации о том, какой из прямых предков будет последним использовать значение ОПД в качестве операнда. Ввиду огромного числа возможных вариантов в [3] предлагается каждый из k прямых предков РВ p с равной вероятностью $1/k$ считать потенциальным последним пользователем значения ОПД в качестве операнда.

Предлагаемый ниже метод, позволяющий определять не более двух прямых предков — потенциальных последних пользователей ОПД



качестве операнда, представляется более приемлемым. В основу метода положены следующие утверждения:

Теорема 1. Если АВОП является АВОПП, то в последний раз значение ОПД, соответствующего РВ p , в качестве операнда будет использоваться прямым предком $p^{(i)}$, удовлетворяющим следующему условию:

$$\forall p^{(i)} \exists p^{(j)} \in Pr(p) [(i \neq j) \rightarrow (L(p^{(i)}) < L(p^{(j)}))].$$

Теорема 2. Если АВОП не является АВОПП, то в последний раз значение ОПД, соответствующего РВ p , в качестве операнда будет использоваться либо прямым предком $p^{(i)}$, имеющим минимальное значение $L(p^{(i)})$ среди прямых предков p в ЛВ НАГ, либо прямым предком $p^{(i)}$, имеющим минимальное значение $L(p^{(i)})$ среди прямых предков p в ПВ НАГ.

Доказательства теорем 1 и 2 приводятся в [4].

В дальнейшем требуется произвести выбор среди оставшихся двух прямых предков РВ p .

Теорема 3. Если вычислительные сложности подграфов, корнями которых являются прямые предки РВ p , отобранные в ЛВ и ПВ НАГ, совпадают, то $ПВ \prec ЛВ$, иначе $БСВ \prec МСВ$.

Для окончательного выбора прямого предка РВ, последним использующего значение соответствующего ОПД в качестве операнда, требуется определение вычислительных сложностей ветвей. Оно производится в несколько этапов: 1) с помощью модифицированного автором алгоритма разметки Сэти—Ульмана грубо оценивается вычислительная сложность вершин НАГ, 2) определяется прямой предок, последним использующий значение ОПД в качестве операнда, 3) производится точная разметка вершин НАГ по предложенному автором алгоритму.

Теорема 4. Если требуется произвести вычисления АВОП на многорегистровой ВС с конечным числом регистров N , для вычисления БСВ без перезагрузок и ПЗ требуются R_1 регистров, а после вычисления БСВ остаются занятыми значениями ОПД k_1 регистров (для МСВ соответствующие значения R_2 и k_2) и удовлетворяется условие

$$\{(R_1 \div N) + \{R_2 \div [N \div (k_1 + 1)]\}\} \leq \{(R_2 \div N) + \{R_1 \div [N \div (k_2 + 1)]\}\},$$

то $БСВ \prec МСВ$

Теорема 5. Если требуется произвести вычисления АВОП на многорегистровой ВС с неограниченным числом регистров, то порядок вычисления АВОП может быть произвольным.

Доказательства теорем 4 и 5 приводятся в [5].

Предлагаемый метод ОК АВОП является сложным, однако качество генерируемого им кода примерно на 5—10% выше, чем существующим алгоритмом, что делает оправданным его применение в оптимизирующих компиляторах, от которых требуется генерация максимально эффективных объектных программ, например в компиляторах, эксплуатируемых на многопроцессорных ВС.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 14.11.1986)



ო. დავითაშვილი

ზოგადი ქვეგამოსახულებიანი არითმეტიკული გამოთვლების
გამოთვლათა მიმდევრობის დადგენა მრავალრეგისტრიანი
ეგმ-ისათვის

რეზიუმე

განხილულია კოდის ოპტიმიზაციის პრობლემა ზოგად ქვეგამოსახულებიანი
არითმეტიკული გამოთვლებისათვის მრავალრეგისტრიანი ეგმ-ისათვის გამო-
თვლათა მიმდევრობის შეცვლით, რაც იძლევა რეგისტრებში ზედმეტი ჩატვირ-
თვების გამორიცხვის საშუალებას.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

O. M. DAVITASHVILI

DETERMINATION OF COMPUTATIONAL ORDER FOR
ARITHMETIC EXPRESSIONS WITH COMMON
SUBEXPRESSIONS FOR MULTIREGISTER COMPUTERS

Summary

A problem of code optimization for arithmetic expressions with common
subexpressions via computation reordering is considered, which allows to
exclude reloads and overloads of registers.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. R. Sethi, J. Ullman. JACM, 17, 4, 1970.
2. A. Aho, S. Johnson, J. Ullman. JACM, 24, 1, 1977.
3. W. Wulf, R. Johnson *et al.* The design of an optimizing compiler. N. Y., 1975.
4. O. M. Davitashvili. Тез. докл. Всесоюз. конф. «Функциональная опти-
электроника в вычислительной технике и устройствах управления». Тбили-
си, 1986.
5. O. M. Davitashvili. Тез. докл. Респ. конф. «Методы разработки и опыт
эксплуатации АСУ». Тбилиси, 1986.

Л. Г. УГУЛАВА, А. Д. НАДИРАДЗЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА КРУПНОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ ЛЕГКОГО БЕТОНА ПЛАНИРОВАНИЕМ НА СИМПЛЕКСЕ

(Представлено академиком Э. А. Сехинашвили 28.7.1986)

Определение оптимального зернового состава заполнителя является одним из важных этапов проектирования составов бетона.

На качественное значение всех технологических этапов существенное влияние оказывает гранулометрический состав крупного заполнителя.

Вопросам зернового состава заполнителя посвящено много работ как у нас в стране, так и за рубежом, однако существующие методы все еще не полностью удовлетворяют требованиям, предъявляемым к тем или иным составам бетонов, в особенности это положение относится к легким бетонам [1, 2].

В настоящей работе определялся гранулометрический состав крупного заполнителя методом планирования эксперимента.

Известно, что в Грузинской ССР имеются огромные запасы вулканических шлаков, которые широко используются в производстве легких бетонов. Однако эти заполнители не всегда разделяются на заданное количество фракций, что снижает качество получаемого бетона. В условиях быстрого расширения возможностей механизации строительного производства разделение заполнителей на фракции находит все большее применение на практике, так как фракционированием повышаются прочностные и деформативные свойства железобетонных изделий.

В экспериментальных работах использован цемент Руставского завода марки 400 с расходом 400 кг/м^3 , вулканический шлак Оками Ахалкалакского месторождения со щебнем фракции 5—400 мм и песком с $M_{кр} = 2,47$. Водоцементное отношение было принято равным 0,7.

Для облегчения поиска оптимального зернового состава крупного заполнителя использован симплекс-решетчатый метод планирования [3, 4]. Выбор на этот метод выпал ввиду его особенностей: во-первых, имеется возможность в любое время добавить в экспериментирование еще один фактор, во-вторых, все вычисления, связанные с определением условий опытов, просты и, в-третьих, при экстраполяции нет необходимости налагать жесткие требования относительно приближения поверхности отклика плоскостью. И еще одна особенность симплекс-метода планирования: он наиболее применим в тех случаях, когда о результатах опыта можно судить лишь с качественной точки зрения.

В таблице приведены матрица планирования эксперимента и результаты опытов по получению оптимальной прочности легкого бетона при минимальной пустотности в крупном заполнителе.



В качестве модели функции отклика выбран приведенный полином

$$\bar{Y} = b_1 w_1 + b_2 w_2 + b_3 w_3 + b_{12} w_1 w_2 + b_{13} w_1 w_3 + b_{23} w_2 w_3. \quad (1)$$

После обработки модели на ЭВМ ЕС-1035 получены модели по пустотности и прочности бетона на сжатие [3, 4]:

$$V_{\text{пуст}} = 72,8 w_1 + 74,3 w_2 + 75,0 w_3 - 5,8 w_1 w_2 - 17,6 w_1 w_3 - 5,8 w_2 w_3; \quad (2)$$

$$R_{\text{сж}} = 145 w_1 + 228 w_2 + 125 w_3 + 218 w_1 w_2 + 204 w_1 w_3 - 26,0 w_2 w_3. \quad (3)$$

Накладывая диаграммы зависимости пустотности и прочности, получаем наглядную картину изменения прочности и пустотности в зависимости от изменения гранулометрического состава крупного заполнителя, на основании которых имеем возможность определить наиболее оптимальное соотношение между фракциями заполнителя, пустотностью и прочностью бетона (рис. 1).

Матрица планирования и результаты опытов

| № опытов | П л а н | | | $V_{\text{пуст}}, \%$ | $R_{\text{сж}}, \text{МПа}$ |
|----------|---------|-------|-------|-----------------------|-----------------------------|
| | X_1 | X_2 | X_3 | | |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 72,8 | 14,5 |
| 2 | 0 | 1 | 0 | 74,3 | 22,8 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 75,0 | 12,5 |
| 4 | 0,5 | 0 | 0,5 | 72,1 | 24,1 |
| 5 | 0,5 | 0,5 | 0 | 69,5 | 18,6 |
| 6 | 0 | 0,5 | 0,5 | 73,2 | 17,0 |
| 7 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 70,0 | 20,0 |

Примечание: $X_1=5-10$; $X_2=10-20$; $X_3=20-40$ (размеры фракций, мм).

Из полученных данных следует, что минимальная пустотность обеспечивается при смешивании тройной фракции 5—10, 10—20 и 20—40 мм приблизительно в равных долях, тогда как максимальная прочность бетона достигается при двухфракционном составе крупного заполнителя, а именно 5—10 и 10—20 мм.

Анализируя данные геометрической интерполяции уравнений [3, 4] и диаграмм (рис. 1), приходим к выводу, что при избранном составе бетона целесообразно применение равновесных фракций крупного заполнителя, обеспечивающих наименьшую пустотность и требуемую прочность, порядка 20 МПа.

Дальнейшие испытания показали, что данный состав имеет улучшенные показатели при испытании на водонепроницаемость и водопоглощение.

Исследованный бетонный состав предназначается для использования в наружных ограждающих конструкциях, работающих в условиях субтропического климата с повышенной влажностью воздуха и большим количеством косых дождей, модифицирован комплексной химической добавкой, влияние которой в данной статье не рассматривается.

Анализируя проведенную работу, считаем, что применение математических методов планирования для подбора состава легкого бетона на природных заполнителях является наиболее перспективным на всех этапах расчета и получения необходимых физико-механических

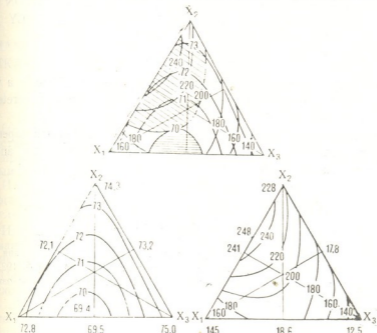


Рис. 1. Трехкомпонентные диаграммы: а — гранулометрия-пустотность, б — состав-свойство, в — совмещенные диаграммы а и б — пустотность-прочность

свойств. Кроме того, данный метод во многом снижает трудоемкость расчетно-экспериментальных работ за счет использования планирования на симплексе.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 11.9.1986)

ზასალათა ტექნოლოგია

ლ. უგულავა, ა. ნადირაძე

მსუბუქი ბეტონის მსხვილი შემავსებლის გრანულომეტრიული შედგენილობის ოპტიმიზაციისათვის შედგენილობის ოპტიმიზაცია სივალეაჟზე დაგეგმვით

რეზიუმე

გამოყენებულია მათემატიკური დაგეგმვის მეთოდი მსუბუქი ბეტონის მსხვილი შემავსებლის გრანულომეტრიული შედგენილობის ოპტიმიზაციისათვის. გამოკვლეული ბეტონი ქიმიური დანამატებით გამოყენებულია შემომზადებული კონსტრუქციების დასამზადებლად სამრეწველო ნაგებობებში, რომლებიც უშობენ სუბტროპიკული ჰავის, ჰაერის გადიდებული ტენიანობისა და დიდი ჰაოდენობით ირიბი წვიმის პირობებში.

L. G. UGULAVA, A. D. NADIRADZE

DETERMINATION OF GRANULOMETRIC COMPOSITION
OF LIGHT-WEIGHT CONCRETE COARSE FILLERS BY
PLANNING ON SIMPLEX

Summary

A mathematical method of planning has been used with a view to determining the granulometric composition of light-weight concrete coarse filler.

The concrete under study is used for external structures operated in the areas of subtropical climate, with increased air humidity and large proportions of slanting rains.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Н. Ахвердов. Высокопрочный бетон. М., 1961, 163.
2. М. З. Симонов. Основы технологии легких бетонов. М., 1973, 583.
3. Ю. М. Баженов, В. А. Вознесенский. Перспективы применения математических методов в технологии сборного железобетона. М., 1974, 192.
4. В. А. Вознесенский. Современные методы оптимизации композиционных материалов. Киев, 1983, 144.



ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Н. К. БАРАТАШВИЛИ, М. Т. ДЖАДЖАНИДЗЕ

**ДИНАМИКА МЕСТНОГО КРОВОТОКА В СИММЕТРИЧНЫХ
ЧАСТКАХ ЛОБНОЙ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА БЕЛЫХ КРЫС
В УСЛОВИЯХ ОБУЧЕНИЯ**

(Представлено академиком Т. К. Иоселиани 15.9.1986)

В 60-х гг. нашего столетия после разработки методов регистрации местного мозгового кровотока исследования мозгового кровообращения приобрели комплексный характер и стали развиваться по трем основным направлениям:

1. Изучение собственно гемодинамических аспектов регуляции мозгового кровообращения, функционирования ее механизмов и исполнительных звеньев.
2. Изучение корреляции кровоснабжения отдельных структурных образований головного мозга и их участков с метаболизмом и уровнем функциональной активности.
3. Использование динамики местного кровотока как нейрофизиологического теста для определения степени заинтересованности различных структур головного мозга в организации сложного функционального акта.

В проведенных ранее исследованиях нами было выявлено, что в теменной области коры головного мозга белых крыс местный мозговой кровоток (ММКТ) увеличивается в условиях обучения прохождению лабиринта. Настоящая работа является попыткой анализа динамики местного кровотока в симметричных участках коры головного мозга в условиях обучения животных и на этой основе выяснения возможности изучения функциональной асимметрии полушарий головного мозга.

Опыты проводились на белых крысах (всего 26 животных), в симметричные точки лобной области коры головного мозга которых для регистрации местного кровотока имплантировались специальные глупинные электроды, описанные нами ранее [1].

Регистрация местного кровотока осуществлялась методом электрохимической генерации водорода [2].

На 4-й день после вживления электродов животных пускали в многоходовый лабиринт, использованный нами при изучении динамики местного кровотока в теменной области коры головного мозга [1]. Регистрация ММКТ проводилась до, во время и после прохождения лабиринта. Животные обучались нахождению оптимального пути в лабиринте методом проб и ошибок, совершаемых от пуска к пуску. Опыты проводились до достижения состояния «автоматизма» в прохождении лабиринта.

Решение лабиринтных задач сопровождается снижением местного кровотока в лобной области в обоих полушариях головного мозга. При этом наблюдаются следующие особенности.

Выраженность эффекта снижения ММКТ в обоих полушариях уменьшается от пуска к пуску. Максимально этот эффект проявляется при первых пусках, на начальном этапе обучения. Затем, по мере выработки навыка и его упрочения амплитуда снижения ММКТ уменьшается и по достижении состояния «автоматизма» в прохождении лабиринта кровотока вовсе не меняется. Если после этого изменить конфигурацию лабиринта и дать животному решать новую задачу, эффект снижения ММКТ вновь проявляется. Оказалось, что в большинстве случаев латентный период снижения ММКТ в левом полушарии в среднем на $14 \pm 1,2$ сек меньше такового для правого полушария. Соответственно этому опережение во времени имеет место и при восстановлении исходного уровня ММКТ после попадания животного в ящик-гнездо — в лобной области левого полушария латентный период начала восстановления ММКТ по сравнению с правым полушарием аналогичен латентному периоду снижения. Помимо этого, иногда при первых пусках в лобной области правого полушария отмечается частичное повышение ММКТ, предваряющее его дальнейшего снижения.

Описанная выше динамика ММКТ в симметричных лобных участках коры полушарий головного мозга показана на рис. 1 и 2.

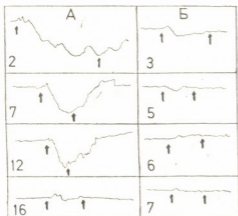


Рис. 1. Динамика местного кровотока лобной области коры левого полушария: А — в норме, Б — после введения феноксибензамина, 2—16 — номера пусков. Стрелками обозначены начало и конец пути в лабиринте

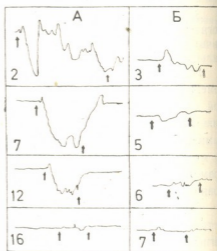


Рис. 2. Динамика местного кровотока лобной области коры правого полушария: А — в норме, Б — после введения феноксибензамина, 2—16 — номера пусков. Стрелками обозначены начало и конец пути в лабиринте

Использование внутривенной инъекции феноксибензамина (0,5—1,5 мг/кг) практически полностью устраняет все описанные эффекты изменений ММКТ как в левом, так и в правом полушариях головного мозга, и процесс обучения решению лабиринтных задач проходит на фоне, по сути дела, постоянного уровня ММКТ (рис. 1,б, 2,б, 3,б).

В проведенных ранее исследованиях [3] было обнаружено, что в аналогичных экспериментальных условиях процесс решения лабиринтных задач сопровождается повышением ММКТ в теменной и зрительной областях коры головного мозга белых крыс. Оказалось, что динамика ММКТ в этом случае четко коррелирует с ориентировочными реакциями животного. Как только крыса прекращает поиск пути и останавливается на каком-либо мостке лабиринта, ММКТ начинает уменьшаться. Продолжение поиска пути вновь приводит к увеличению ММКТ и лишь после возвращения животного в ящик-гнездо ММКТ начинает возвращаться к исходному уровню. При повторном и последующих пусках параллельно с уменьшением числа ошибок и сокращением времени пробежки лабиринта уменьшается и амплитуда увеличения ММКТ, а также длительность его изменения (рис. 3).

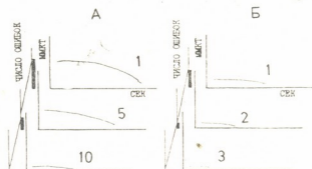


Рис. 3. Динамика местного кровотока лобной области коры головного мозга, числа совершенных ошибок и времени пробежки лабиринта: А — в норме, Б — после введения феноксибензамина, 1—10 — номера пусков

При «автоматизированном» прохождении лабиринта увеличение ММКТ в теменной области стабилизируется на одном постоянном уровне, находящемся значительно ниже максимальных отклонений ММКТ от исходного уровня, имеющих место при первых пусках. Если при этих условиях, т. е. при «автоматизированном» поведении крысы, поменять конфигурацию лабиринта, нарушив этим выработанный стереотип, и предложить животному новую задачу, вновь резко увеличивается ММКТ и в процессе переучивания наблюдается та же картина изменений паттерна ММКТ, что и при первоначальном обучении.

На первых этапах обучения прохождению лабиринта аналогичная картина отмечается и в зрительной области коры головного мозга.

Полученная нами динамика ММКТ в лобной области коры головного мозга является зеркальным отображением описанных выше результатов изучения динамики ММКТ в теменной и зрительной областях коры головного мозга и свидетельствует о наличии явления местного перераспределения кровотока в коре больших полушарий головного мозга.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физиологии
им. И. С. Бериташвили

(Поступило 3.10.1986)



ი. ბარათაშვილი, მ. ჯაჯანიძე

ადგილობრივი სისხლის ნაკადის დინამიკა თეთრი ვირთაგვას
 თავის ტვინის ქერქის შუბლის წილის სიმეტრიულ უბნებში
 დასწავლისას.

რეზიუმე

ვირთაგვას თავის ტვინის ქერქის შუბლის წილის სიმეტრიულ უბნებში, ადგილობრივი სისხლის ნაკადის დინამიკის ჩანაწერმა ცხადყო ამ უკანასკნელის დაქვეითება მოსვენებით მდგომარეობასთან შედარებით. ამავე დროს ჩანაწერის ანალიზმა გვიჩვენა, რომ სისხლის ნაკადის დაქვეითების ლატენცური პერიოდი მარცხენა ნახევარსფეროში საშუალოდ 14 წამით ნაკლებია, ვიდრე მარჯვენაში.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

I. K. BARATASHVILI, M. T. JAJANIDZE

DYNAMICS OF LOCAL BLOOD FLOW IN SYMMETRICAL
 REGIONS OF BRAIN UNDER CONDITIONS OF LEARNING
 IN ALBINO RATS

Summary

The dynamics of local cerebral blood flow (CBF) was studied in symmetrical regions of the frontal cortex of albino rats in the process of learning. The local CBF was found decreased as compared with resting conditions. At the same time the decrease became gradually less pronounced from trial to trial, in parallel with the reduction of the number of errors in the process of learning, and of the time of passing the labyrinth. The analysis of local CBF records revealed that in most cases the latency period of the local CBF decrease is on the average 14 ± 1.2 sec less in the left hemisphere than in the right one.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. Э. Адамия, К. Д. Латария, Н. П. Митагвария. Изв. АН ГССР, сер. биол., 4, 3, 1978, 206—213.
2. K. Stossek, D. W. Lübbers, N. Cottin. Pflügers Arch., 348, 1974, 225—238.
3. Н. П. Митагвария. Устойчивость циркуляторного обеспечения функций головного мозга. Тбилиси, 1983.

К. П. КИЗИРИЯ, Г. Н. КАИШАУРИ

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ НЕКОТОРЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ТЫКВЕ

Представлено членом-корреспондентом Академии Н. Н. Нуцубидзе 8.4.1986)

Из литературы известно, что источниками минеральных веществ являются пищевые продукты. Их содержание в плодах и овощах составляет 0,2—1,8% сырой массы [1]. В моркови, шавеле, шпинате, тыкве содержится 0,02—0,47% окиси кальция, 0,07—0,20% фосфорной ангидрида [2]. Тыква, арбуз и др. богаты железом. В тыкве содержится в большом количестве фосфор, соли калия, но мало солей натрия, из-за чего ее употребляют при сердечно-сосудистых заболеваниях. В тыкве содержатся также медь и кобальт [2—4].

В зависимости от сортов минеральные соли в тыкве содержатся в количестве 0,4—0,8%, в столовых сортах — 0,55—1,0 мг на 100 г минеральных веществ [5—9].

По данным Е. А. Бюел, Н. И. Екисениной и др. [3], М. А. Самсонова [10], в 100 г съедобной части столовой тыквы содержится 222 мг калия, 11 мг железа и 136 мг фосфора, по данным А. А. Покровского — 14 мг натрия, 170 мг калия, 40 мг кальция, 14 мг магния, 25 мг фосфора, 0,8 мг железа [1, 10—12], по Э. Вилоху — 1 мг натрия, 383 мг калия, 22 мг кальция, 8 мг магния, 0,8 мг железа, 44 мг фосфора [12], по Шерману — 0,004% натрия, 0,32% калия, 0,019% кальция, 0,011% магния, 0,00055% железа [13].

По данным К. В. Мелешко, в 100 г свежей медовой тыквы содержится 0,58 мкг кобальта [14], по Бертрану и Бензону, в круглой тыкве количество цинка составляет 2,1 мг на 1 кг сырого вещества и 4 мг на 1 кг сухого вещества [15].

В большом количестве некоторые микроэлементы являются ядовитыми поэтому их доза строго ограничена.

М. Ф. Нестеринным и И. М. Скурихинным дан перечень микроэлементов, признанных необходимыми для жизнедеятельности организма. Этими микроэлементами являются железо, йод, медь, марганец, кобальт, молибден, селен, хром, никель, фтор, олово, ванадий [16].

В настоящее время известно лишь, что марганец, молибден и некоторые другие необходимы для течения отдельных обменных процессов.

Академиком А. А. Покровским дана формула сбалансированного питания, по которой дневная потребность в минеральных веществах (мг): кальций—800—1000, фосфор—1000—1500, натрий—2000—6000, калий—2500—5000, хлориды—5000—7000, магний—300—500, железо—15, цинк—10—15, марганец—5—10, хром—0,20—0,25,



медь—2, молибден—0,5, кобальт—0,1—0,2, селен—0,5, фториды—0,5—1,0, йодиды—0,1—0,2 [11].

В тыкве найдены следующие микроэлементы (мг на 1 кг съедобной части продукта): железо—8, йод—0,01, кобальт—0,01, марганец—0,4, медь—1,8, фтор—0,86, цинк—2,4.

Целью настоящей работы являлось определение содержания некоторых микроэлементов в изучаемых нами сортах тыквы. Определено содержание цинка, марганца, бора, меди, железа в восьми разных сортах тыквы: Мраморная, Херсонская, Львовская, Миндальная-35, Грузинская белая, Грузинская белая гибридная, Рекорд и Находка, — доставленных из опытных участков инспектуры Государственной комиссии по сортоиспытанию с/х культур при Министерстве сельского хозяйства Грузинской ССР и Грузинского научно-исследовательского института земледелия.

Определение проводилось согласно «Методическим указаниям по колориметрическому определению микроэлементов в кормах и растениях». Данные экспериментов приведены в таблице.

| Сорта | Содержание микроэлементов в 1 кг продукта, мг на сырую массу | | | | |
|----------------------------|--|------|----------|------|--------|
| | цинка | бора | марганца | меди | железа |
| Мраморная | 1,75 | 0,39 | 0,88 | 0,74 | 4,73 |
| Херсонская | 0,71 | 0,31 | 0,48 | 0,49 | 8,13 |
| Львовская | 0,13 | 0,18 | 0,45 | 0,48 | 2,86 |
| Миндальная-35 | 0,42 | 0,12 | 0,43 | 0,25 | 3,31 |
| Грузинская белая | 0,42 | 0,09 | 0,43 | 0,59 | 1,88 |
| Грузинская белая гибридная | 0,49 | 0,14 | 0,62 | 0,53 | 2,60 |
| Рекорд | 0,16 | 0,15 | 0,27 | 0,70 | 5,41 |
| Находка | 0,62 | 0,08 | 0,29 | 0,39 | 2,91 |

Полученные данные показали, что количество цинка в плодах тыквы колеблется в пределах 0,13—1,75, бора—0,08—0,39, марганца—0,27—0,88, меди—0,25—0,74, железа—1,88—8,13 мг на 1 кг сырой массы.

Приведенные данные не противоречат предельно допустимой концентрации, установленной Минздравом СССР.

Высоким содержанием цинка выделяются сорта Мраморная, Херсонская и Находка — соответственно 1,75; 0,71; 0,63 мг на 1 кг, что значительно ниже по сравнению с данными Бертрана и Бензона, которые указывают, что цинка в круглой тыкве содержится 2,1 мг на 1 кг сырого вещества.

Сорт Мраморная выделяется высоким содержанием цинка, бора, марганца и меди, но по содержанию железа уступает сорту Херсонская (8,13 мг на 1 кг), что почти совпадает с данными ряда авторов [11, 12], по сведениям которых плоды тыквы содержат железо в количестве 8 мг на 1 кг продукта.



медь—2, молибден—0,5, кобальт—0,1—0,2, селен—0,5, фториды—0,1—1,0, йодиды—0,1—0,2 [11].

В тыкве найдены следующие микроэлементы (мг на 1 кг съедобной части продукта): железо—8, йод—0,01, кобальт—0,01, марганец—0,4, медь—1,8, фтор—0,86, цинк—2,4.

Целью настоящей работы являлось определение содержания некоторых микроэлементов в изучаемых нами сортах тыквы. Определено содержание цинка, марганца, бора, меди, железа в восьми разных сортах тыквы: Мраморная, Херсонская, Львовская, Миндальная-35, Грузинская белая, Грузинская белая гибридная, Рекорд и Находка, — доставленных из опытных участков инспектуры Государственной комиссии по сортоиспытанию с/х культур при Министерстве сельского хозяйства Грузинской ССР и Грузинского научно-исследовательского института земледелия.

Определение проводилось согласно «Методическим указаниям по колориметрическому определению микроэлементов в кормах и растениях». Данные экспериментов приведены в таблице.

| Сорта | Содержание микроэлементов в 1 кг продукта, мг на сырую массу | | | | |
|----------------------------|--|------|----------|------|--------|
| | цинка | бора | марганца | меди | железа |
| Мраморная | 1,75 | 0,39 | 0,88 | 0,74 | 4,73 |
| Херсонская | 0,71 | 0,31 | 0,48 | 0,49 | 8,13 |
| Львовская | 0,13 | 0,18 | 0,45 | 0,48 | 2,86 |
| Миндальная-35 | 0,42 | 0,12 | 0,43 | 0,25 | 3,31 |
| Грузинская белая | 0,42 | 0,09 | 0,43 | 0,59 | 1,88 |
| Грузинская белая гибридная | 0,49 | 0,14 | 0,62 | 0,53 | 2,60 |
| Рекорд | 0,16 | 0,15 | 0,27 | 0,70 | 5,41 |
| Находка | 0,62 | 0,08 | 0,29 | 0,39 | 2,91 |

Полученные данные показали, что количество цинка в плодах тыквы колеблется в пределах 0,13—1,75, бора—0,08—0,39, марганца—0,27—0,88, меди—0,25—0,74, железа—1,88—8,13 мг на 1 кг сырой массы.

Приведенные данные не противоречат предельно допустимой концентрации, установленной Минздравом СССР.

Высоким содержанием цинка выделяются сорта Мраморная, Херсонская и Находка — соответственно 1,75; 0,71; 0,63 мг на 1 кг, что значительно ниже по сравнению с данными Бертрава и Бензона, которые указывают, что цинка в круглой тыкве содержится 2,1 мг на 1 кг сырого вещества.

Сорт Мраморная выделяется высоким содержанием цинка, бора, марганца и меди, но по содержанию железа уступает сорту Херсонская (8,13 мг на 1 кг), что почти совпадает с данными ряда авторов [11, 12], по сведениям которых плоды тыквы содержат железо в количестве 8 мг на 1 кг продукта.



В большом количестве бор содержится также в сорте Херсонская (0,31 мг на 1 кг). По содержанию марганца после сорта Мраморная можно выделить сорт Грузинская белая гибридная (0,62 мг на 1 кг), а по содержанию меди — Рекорд (0,70 мг на 1 кг) и сорта Грузинская белая и Грузинская белая гибридная (соответственно 0,59 и 0,53 мг на 1 кг).

Высоким содержанием железа (кроме сорта Херсонская) отличаются также Рекорд и Мраморная — соответственно 5,41 и 4,73 мг на 1 кг.

Экспериментальные данные показали, что микроэлементы в наибольшем количестве содержатся в сортах Мраморная и Херсонская.

Грузинский сельскохозяйственный институт

(Поступило 10.4.1983)

ბიოქიმია

ა. კიზირია, ბ. კაიშაური

ბობრის ნაყოფებში ზოგიერთი მიკროელემენტის შემცველობის გამოკვლევა

რეზიუმე

შესწავლილ იქნა ცინკის, ბორის, მანგანუმის, სპილენძის, რკინის შემცველობა აღმოსავლეთ საქართველოში გავრცელებულ რვა ჯიშის გობრის ნაყოფებში (მრამორნაია, ხერსონსკაია, ლვოვსკაია, მინდალნაია-35, ქართული თეთრი, ქართული თეთრი ჰიბრიდული, რეკორდი, ნახოდკა).

BIOCHEMISTRY

K. P. KIZIRIA, G. N. KAISHAURI

INVESTIGATION OF THE CONTENTS OF SOME MICROELEMENTS IN PUMPKIN

Summary

The contents of Zn, B, Mn, Cu, Fe was studied in eight sorts of pumpkin (Mramornaya, Khersonskaya, Lvovskaya, Mindalnaya-35, Georgian white, Georgian white hybrid, Record, Nakhodka) widespread in eastern Georgia.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. В. Андрест, В. И. Базарова и др. Справочник товароведов продовольственных товаров. 1, М., 1980.
2. Основы товароведения плодов и овощей. Под ред. проф. Ф. В. Церевитинова. М.—Л., 1934.
3. Е. А. Бьюл, Н. И. Екисенина и др. Пищевая ценность овощей и фруктов. М., 1972.
4. С. С. Хованская, В. Н. Лемешева и др. Консервная и овощесушильная промышленность, 6, 1976.
5. П. Ф. Сокол. Улучшение качества продукции овощных и бахчевых культур. М., 1978.



6. Б. В. Андрест, С. Н. Бруев, В. Г. Бутенко и др. Справочник продовольственных товаров, 1. М., 1968.
7. А. Ф. Джафаров. Товароведение плодов и овощей. М., 1974.
8. М. Н. Журавлева, А. В. Троян. Товароведение продовольственных товаров. М., 1975.
9. А. Н. Самсонова, В. Б. Ушева. Фруктовые и овощные соки. М. — София, 1976.
10. М. А. Самсонов. Здоровье, 3, 1980.
11. Химический состав пищевых продуктов. Под ред. акад. АМН СССР А. А. Покровского. М., 1977.
12. Э. Виллох. Овощи всегда полезны. М., 1973.
13. Я. Г. Полячек. Состав пищевых продуктов и их калорийность. М., 1937.
14. А. В. Рейслер. Гигиена питания. М., 1957.
15. В. П. Зогова, Н. И. Орлов. Вопросы питания, 4, № 5, 1935.
16. Химический состав пищевых продуктов. Под ред. М. Ф. Нестерина и И. М. Скурихина. М., 1978.

БИОХИМИЯ

Р. Г. АХАЛКАЦИ, Н. Г. АЛЕКСИДЗЕ

ЛЕКТИНОПОДОБНЫЕ БЕЛКИ ГОЛОВНОГО МОЗГА КРЫС

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. И. Джохадзе 16.5.1986)

Изучение нейроспецифических, лектиноподобных белков нервной ткани является одной из актуальных проблем современной нейробиологии. К сожалению, исследования по данному вопросу слишком ограничены или носят разрозненный характер. Гипотеза Гомбоша и др. о возможной роли лектинов в процессе синаптогенеза недостаточно обоснована биохимически [1]. Более того, пока все еще нет единого мнения относительно методов их выделения, очистки и регионального распределения. В данной работе была предпринята попытка идентификации белков лектинной активностью фракций P₁ и P₂ головного мозга крыс в зависимости от постнатального развития животного.

Объектом исследования служил головной мозг белых крыс обоего пола, новорожденных, 3-, 7-, 15—16-дневного возраста и взрослых. Крыс декапитировали, быстро извлекали мозг на холоду, гомогенизировали в растворе ЭДТА и путем центрифугирования получали фракции P₁ и P₂, как это было описано ранее [2]. Осадки отдельных фракций растворяли в фосфатном буфере, приготовленном на 0,9% растворе хлористого натрия (ФБ), и проверяли на лектинную активность по методу Такачи на пластиковых планшетах с U-образными лунками. О лектинной активности полученных белковых фракций судили по минимальной концентрации белка, агглютинирующего трипсинизированные кроличьи эритроциты. Белок определяли по Лоури [3].

Таблица 1

Влияние замораживания и оттаивания на гемагглютинирующую активность (мкг белка/150 мкл) субклеточных фракций P₁ и P₂ головного мозга крыс в период постнатального развития

| Возраст, дни | P ₁ | | P ₂ | |
|--------------|----------------|----------------------------------|----------------|----------------------------------|
| | нативная | после замораживания и оттаивания | нативная | после замораживания и оттаивания |
| 2 | 6,59 | 51,25 | — | 110,50 |
| 3 | 16,56 | 33,12 | 78,75 | 39,27 |
| 7 | 79,37 | 79,37 | 132,5 | 33,12 |
| 15—16 | 42,36 | 29,53 | 28,75 | 32,81 |
| Половозрелые | 16,04 | 14,87 | 80,62 | 0,42 |

Было установлено, что фракции мозга P₁ и P₂ характеризуются агглютинирующей активностью и в зависимости от постнатального развития изменяются волнообразно (табл. 1). На 7-й день после рождения крыс агглютинирующая активность мозговой фракции P₁ по

сравнению с 2-дневным возрастом уменьшается, в последующие дни возрастает (15-й день постнатального развития), а с развитием стабилизируется на уровне 15—16 мкг белка на 150 мкл. Замораживание и оттаивание оказывают существенное влияние на лектинную активность белков фракций P_1 лишь в течение 1 недели постнатального развития. Агглютинирующая активность уменьшается более чем в 2 раза, а у животных 7-дневного возраста и взрослых крыс замораживание и оттаивание мозговой фракции P_1 практически не оказывают достоверного влияния на их агглютинирующую активность. Более вероятно, что этот факт объясняется изменением термостабильности белков мозга в период постнатального развития.

Таблица 2

Влияние термообработки на гемагглютинирующую активность лектино-подобного белка P_1 фракции 15-дневных крыс

| Время кипячения, мин | Активность, мкг белка/150 мкл |
|----------------------|-------------------------------|
| 0 | 29,51 |
| 3 | 29,51 |
| 10 | 118,12 |

В отличие от фракции P_1 , агглютинирующая активность фракции P_2 с возрастом меняется слабо. Фракция P_2 отличается от фракции P_1 по чувствительности к замораживанию и оттаиванию. Например, во всех опытах на 3- и 7-дневных животных после замораживания и оттаивания активность лектиноподобных белков фракции P_2 возрастает и у взрослых крыс составляет 0,42 мкг белка.

Лектиноподобные белки головного мозга фракции P_1 отличаются умеренной термостабильностью. Лишь после 10 мин экспозиции в кипящей водяной бане агглютинирующая активность лектиноподобных белков фракции P_1 полностью теряется (табл. 2).

Гаптены типа Д-галактозы, Л-мальтозы, N-ацетил-Д-глюкозамина, N-ацетил-Д-галактозамина, метил- α -Д-манопиранозида и мио-инозитола не оказывают достоверного влияния на агглютинирующую активность лектиноподобных белков фракции P_1 головного мозга половозрелых крыс. Следовательно, вопрос о специфичности активного центра лектиноподобных белков фракции P_1 к углеводным остаткам остается открытым и требует дальнейшего обоснования.

Тбилиский государственный университет

(Поступило 30.5.1986)

ბიოქიმია

რ. ახალკაცი, ნ. ალექსიძე

პირთავგას თავის ტვინის ლექტინის მსგავსი ცილები

რეზიუმე

ვირთავგას თავის ტვინის სუბუჯრედულ ფრაქციებში, პოსტნატალური განვითარების სხვადასხვა პერიოდში შესწავლილია, ლექტინის მსგავსი ცილების



ნაწილება და მათი ზოგიერთი ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებელი: თემო-ტაბილურობა, მდგრადობა გაყინვა-გაღობის მიმართ და შაქრების მიმართ სეციფიკურობა.

BIOCHEMISTRY

R. G. AKHALKATSI, N. G. ALEKSIDZE

LECTINE-LIKE PROTEINS OF THE RAT BRAIN

Summary

A study has been made into the distribution of lectine-like proteins and their physical and chemical properties at different stages of postnatal development of the rat brain subcellular fractions.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

- M. Dontenwill, A. Reeber, G. Vincendon, J. P. Zanetta. Proc. fifth meet. Europ. Soc. Neurochem., Budapest, 1984, 71.
 V. J. Teichberg, J. Silman, D. D. Beitsch, G. Resheff. Proc. Nat. Acad. Sci. USA 72, №4, 1975, 1383—1387.
 O. H. Lowry *et al.* J. Biol. Chem., 193, 1951, 265—275.

С. А. ДОЛИДZE

УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ МЕТОДИКА

ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ПЕНИЦИЛЛИНА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. Н. Нуцубидзе 13.8.1986)

Известны работы, посвященные определению концентрации пенициллина с помощью электродов с применением нативных и иммобилизованных ферментов, в которых вместе с тем показанно и влияние буферной емкости на результат анализа [1—3]. Поэтому, чтобы избежать дополнительной погрешности, буферный раствор, в котором определялся пенициллин, доводили путем титрования до значения рН 7,0 [1, 2].

Нами это достигалось благодаря применению натриево-фосфатного буфера с рН 7,5—7,6 [4]. Дальнейшие попытки совершенствования методики определения концентрации пенициллина привели к конкретной конструкции ферментного электрода, представляющего собой рН-стеклянный электрод с иммобилизованным ферментом пенициллиназой [5].

В настоящее время становится очевидным, что потенциометрическое определение концентрации пенициллина возможно различными способами:

1. С применением нативного фермента пенициллиназы.

2. С использованием фермента, иммобилизованного в виде пленки, которая является конструктивным элементом рН-стеклянного электрода.

3. С применением фермента пенициллиназы, иммобилизованного в виде гранул, обеспечивающих длительную работу без замены.

Во всех случаях измеряется разность $\Delta \text{pH} = \text{pH}_1 - \text{pH}_2$, где pH_1 и pH_2 — значения рН рабочей среды до и после ферментативного гидролиза, соответственно.

Предлагаемая методика измерения концентрации пенициллина в ферментационных жидкостях заключается в установлении зависимости изменения ΔpH от концентрации пенициллина с помощью ферментного — вспомогательного и рН-стеклянного — вспомогательного электродов, помещенных в два отдельных стакана. Таким образом, ΔpH определяется фактически показаниями ферментного и рН-стеклянного электродов, не зависит от мешающих факторов и определяется, главным образом, продуктом ферментативного гидролиза.

Для реализации предлагаемой методики был усовершенствован серийный иономер типа И-120. 1.

Принципиальная схема установки для определения концентрации пенициллина представлена на рис. 1.

Ферментный 1, рН-стеклянный 2 и вспомогательные 3 электроды подключены к гнездам «Ф», «СТ» и «ВСП» иономера 4. На магнитные



мешалки 5 устанавливались стаканы *a* и *б* с электродами. Настройка прибора и измерения проводились при непрерывном перемешивании раствора.

При закороченном входе ферментного канала «Ф» в стакан *б* заливали первый раствор: натриево-фосфатный буфер 0,004 М Na_2HPO_4 и 0,04 М NaH_2PO_4 с рН=6,0—6,1, и ручкой прибора «калибровка» выставляли «0». Затем сливали раствор, промывали электроды и заливали второй раствор: натриево-фосфатный буфер 0,01 М Na_2HPO_4 и 0,001 М NaH_2PO_4 с рН 7,5—7,6, и ручкой прибора «градиент СТ» выставляли разность рН 1,5 (7,5—6,0). Далее закорачивали вход стеклянного электрода и в стакан *a* заливали раствор I и ручкой «калибровка» выставляли «0». Затем заливали раствор II и ручкой «градиент Ф» выставляли разность рН 1,5. После этого при включенных каналах стеклянного и ферментного электродов с раствором II, залитым в стаканы *a* и *б*, ручкой «калибровка» выставляли «0».

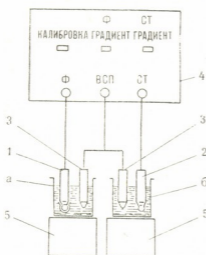


Рис. 1. Принципиальная схема установки для определения концентрации пенициллина: 1 — ферментный электрод; 2 — рН-стеклянный электрод (ЭСЛ-43-07); 3 — вспомогательный электрод (ЭВЛ-1-3М); 4 — иономер с дифференциальным входом; 5 — магнитные мешалки

Для проведения анализа в стаканы (*a*) и (*б*) заливали по 20 мл раствора II и по 1 мл ферментационной жидкости с определенной концентрацией пенициллина.

Э. д. с. электрохимической цепи (E) определялась суммой потенциалов ферментного и рН-стеклянного электродов и в выбранном диапазоне концентрации пенициллина подчинялась известному уравнению Нернста [1, 6]

$$E = E^{\circ} + v \lg C_n, \quad (1)$$

где $v = \frac{2,3 RT}{F}$; E° — стандартный потенциал; C_n — концентрация пенициллина; R — газовая постоянная; T — абсолютная температура; F — число Фарадея.

Для работы использовался промышленный пенициллин (в флаконах) с активностью 1000000 единиц. Пенициллин разбавлялся в 10 мл ферментационной жидкости так, что 0,1 мл жидкости содержал 10000 единиц. Дозируя различные количества раствора, получали пробы с нужной концентрацией пенициллина: 2 500, 5 000, 10 000, 20 000 и 30 000 единиц. Концентрации проб, приготовленных таким образом,



контролировались пробами, приготовленными из стандартного пенициллина с активностью 1665 ед./мг, 99,6%. Учитывая то, что пробы, приготовленные из промышленного и стандартного пенициллина, практически не отличались в дальнейшем, нами использовался лишь промышленный пенициллин.

Значения концентрации пенициллина в измеряемой среде, полученные в ΔpH , переводились в мг/л с помощью эмпирического уравнения (2)

$$C_n = K \cdot \Delta pH, \quad (2)$$

где K —переводной коэффициент $\left(\frac{\text{мг/л}}{\text{pH}}\right)$, рассчитанный методом наименьших квадратов.

Коэффициент K_f для ферментного электрода составлял 45,29, а для иммобилизованного в виде гранул $K^{11} = 39,58$.

Усредненные результаты измерений концентрации пенициллина с применением ферментного электрода (I) и ферментных гранул (II) приведены в таблице. Как видно из данных таблицы, значения измеренных концентраций незначительно отличаются от расчетных.

Относительная погрешность для концентрации 2500 ед. составляет 5,5% с использованием гранул и 9% с применением ферментного электрода.

Усредненные результаты измерений концентраций пенициллина с применением ферментного электрода (I) и ферментных гранул (II)

| №№ п/п | Концентрация пенициллина C_0 , тыс. ед. | Усредненные значения pH ср. ед. pH | Расчетная концентрация пенициллина ср $C_{\text{спр}}$, тыс. ед. | Относительная погрешность, % |
|-----------|---|--|--|------------------------------------|
| 1 | 2,5 I | 0,06 | 2,72 | 9,0 |
| | II | 0,06 | 2,37 | 5,5 |
| 2 | 5,0 I | 0,11 | 4,98 | 0,4 |
| | II | 0,12 | 5,15 | 3,0 |
| 3 | 10,0 I | 0,23 | 10,42 | 4,24 |
| | II | 0,26 | 10,29 | 2,90 |
| 4 | 20,0 I | 0,44 | 19,93 | 0,4 |
| | II | 0,52 | 20,58 | 2,9 |
| 5 | 30,0 I | 0,66 | 29,89 | 0,4 |
| | II | 0,74 | 29,30 | 2,3 |

Время установления стационарного значения потенциала составляет 5—10 мин в случае работы с ферментным электродом и 1—2 мин при использовании ферментных гранул.

Ферментный электрод позволяет проводить до 70 определений при концентрации пенициллина 10000 ед., а при применении ферментных гранул число определений возрастает в 10 раз.

Работа с ферментным электродом требует каждодневной замены ферментной пленки, а при использовании ферментных гранул необходимо периодически корректировать градуировочную кривую.

ს. დოლიძე

პენიცილინის კონცენტრაციის პოტენციომეტრული განსაზღვრის
მეთოდის სრულყოფა

რეზიუმე

მოცემულია პენიცილინის კონცენტრაციის გაზომვის პოტენციომეტრული მეთოდიკა. ფერმენტული ელექტროდით შეიძლება გაიზომოს 70-მდე სინჯო მათში პენიცილინის 10 000 ერთეული კონცენტრაციით. თითოეული ანალიზის ხანგრძლივობა შეადგენს 5—10 წუთს. გრანულების გამოყენებით კი იზომება 700 სინჯი, სადაც ანალიზის ხანგრძლივობა 1—2 წუთია.

ფერმენტულ ელექტროდზე აუცილებელია აფსკის ყოველდღიური ცვლა, ხოლო გრანულების გამოყენებისას საკალიბრო მრუდის პერიოდული კორექტირება.

BIOCHEMISTRY

S. A. DOLIDZE

IMPROVED PROCEDURE FOR POTENTIOMETRIC DETERMINATION
OF PENICILLIN CONCENTRATION

Summary

A procedure is proposed for the potentiometric determination of penicillin concentration. Enzyme electrode permits up to 70 determinations at the penicillin concentration of 10,000 units (analysis time 5—10 min); when granules are used the number of determinations increases tenfold (analysis time 1—2 min).

For measurements with enzyme electrode a daily replacement of enzyme film is required, whereas the use of granules calls for the periodical correction of calibration curve.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. H. Nilsson *et al.* Biotechnology and Bioengineering, 1978, vol. XX, 527—539.
2. S. O. Enfors, H. Nilsson. Enzyme and Microbial Technology, 1979, vol. 1, October, 260—264.
3. Ю. Ю. Кулис и др. Труды АН Лит. ССР, сер. В, т. 2, 74, 1981, 171.
4. С. А. Долидзе и др. Сообщения АН ГССР, 121, № 3, 1986, 529—533.
5. С. А. Долидзе и др. Тезисы докл. Всес. совещания «Аналитика-86», Тбилиси, 1986.
6. Ю. Ю. Кулис. Аналитические системы на основе иммобилизованных ферментов. Вильнюс, 1981, 63—77.

А. М. ГЕГЕЧКОРИ

ПСИЛЛИДЫ (НОМОПТЕРА, PSYLLOIDEA) РАЗНЫХ ПУСТЫННЫХ БИОТОПОВ КAVKAZA

(Представлено академиком Л. А. Капчавели 6.4.1986)

Согласно А. А. Гроссгейму [1], пояс полупустыни и пустыни характерен для низменности восточной части Кавказа, где наиболее четко выражены засушливость и континентальность климата. Отвергая пустыню как зональное (поясное) для Закавказья явление, вышеуказанный автор, а также В. З. Гулисашвили [2], Л. Б. Махатадзе, Л. И. Прилипо [2, 3] считают, что в низменной части Восточного Закавказья зоной (поясом) является лишь полупустыня. В книге «Растительный покров СССР» [4], по географической карте СССР (1985) и в ряде других источников растительность Кура-Араксинской низменности (низовья рр. Куры и Аракса) относится к пустынной.

По группам растительных ассоциаций в поясе полупустыни и пустыни выделяются несколько биотопов: каменная (полюнная), песчаная, карганная, солончаковая и эфемеровая полупустыни и пустыни.

В 1964—1982 гг. проводилось изучение фауны псиллид разных пустынных биотопов Кавказа.

Псиллиды приморской и песчаной пустыни. В приморской части Каспийского моря, как в Закавказье, так и на Северном Кавказе, развиты песчаные пустыни. Они встречаются также в Мильской и Муганской «степях» (Азербайджан). Для прибрежных пустынь характерны некоторые злаки-эфемеры, выюнок персидский, лебеда Фомина, джужгуны Путенникова и бакинский и т. д. На песчаных массивах в долине Среднего Аракса характерны джужгунники из *Calligonum polygoides*.

В песчаной пустыне долины Среднего Аракса и отчасти Северного Кавказа находим крайне узкоспециализированные пескололюбивые формы псиллид. На Кавказе с джужгунами связаны 4 вида: *Eremopsylloides amirabilis* Log., *E. fedtchenkoii* (Lő.), *Pachyopsylloides cornutus* Log., *Acaerus turkestanicus* (Low). Все они обитают в Среднем Араксе, 2—3 вида (кроме первого) встречаются на Северном Кавказе, однако местные эндемичные виды джужгунов в Азербайджане псиллидами вовсе не заселяются. В долине Среднего Аракса в основном на песках произрастает особый тип пустыни—ахиллейный из *Achillea tenuifolia*. На растении-эдикаторе этого биотопа характерно наличие *Craspedolepta araxica* Gegechk. В Мильской «степи» (пустыни Шор-Гель) на песках доминирующим растением является люцен—*Artemisia scoparia*, в Ширванской—*A. scoparioides*, на них в очень незначительном количестве живет *Bactericera perrisi*. Для дюнообразных песков приморских берегов Каспия в пределах Азербайджана и Дагестана характерно наличие еще одного псаммофила—*Suaeda rhombifera* на *Astragalus karakugensis*. На морских засоленных песках в полосе прибоев, а также на сухих песках Чечено-Ингушетии с лебедой связан довольно редкий для Кавказа вид *Heterotrioza obionae*.



Среди дендрофилов песчаной пустыни Кавказа широко распространены псиллиды на тамарисках. Это представители трансаридного рода *Colposcopia* Enderl., реже *Crastina* Log. На лохе пока только из песков Хачмаса (Азербайджанская ССР) и Дагестана известен крайне редкий для Кавказа вид *Trioza elaeagni* Scott.

Из около 20 видов, выявленных в песчаных пустынях Кавказа, 8 stenотопны (4 вида на джугуне, по 1—на астрагале, тамариске, лебеде и лохе).

Псиллиды карганной пустыни. Карганные сообщества широко распространены в Восточном Предкавказье и в Восточном и Южном Закавказье, занимая плакорные условия с малозаселенными сероземными почвами [1]. Карган (*Salsola dendroides*) является эдификатором многочисленных сообществ. Он обычно сочетается с *Artemisia meyeriana*, *Atriplex turcomanica*, *Camphorosma lessingii* и большим количеством видов однолетних галофитов и эфемеров.

Фауна псиллид карганной пустыни бедна и мало оригинальна. Здесь обычно обитает комплекс тамарисковых псиллид из 2—4 видов, на дереве зарегистрированы *Diaphorina lycii obscurata* Log. и *Paratrioza lycii* Log., реже попадает *Craspedolepta laevigata* Log. на полыни. С эдификаторами—многолетними видами каргана—псиллиды трофически не связаны. Всего из данного биотопа известно не более 10—12 видов псиллид.

Псиллиды солончаков. Наиболее засоленные почвы полупустыни и пустыни—солончаки заняты растительностью, для которой, согласно Л. И. Прилипко [5], характерны солянки-галофиты: сарсазан, соляноколосник, ежовник, однолетние солянки, петросимония, сведа, на бугристых солончаках—калидиум и т. д. Солончаки в значительно большей степени развиты на Кура-Араксинской и Прикаспийской низменностях.

Фауна псиллид данного биотопа по своему видовому составу не очень многообразна, но оригинальна. Разные формы многочисленны и приурочены исключительно к галофитным местообитаниям. Это *Rhombaphalara halocnemii* Log. на сарсазане, самые многочисленные популяции которого известны из Ширванской степи, значительно меньше с Северного Кавказа и Южного Закавказья. Во многих районах Кура-Араксинской низменности менее характерен *Caillardia anabasisidis* Log. Этот вид отдельными пятнами представлен и в Среднем Араксе. На солончаках Закавказья, особенно на Кура-Араксинской низменности, также обилеи *Rhodochlanis orientalis* Log. на сведе. Наоборот, в очень незначительном количестве развивается *Rhombaphalara halostachydis* на соляноколоснике, известный из крайней восточной части Ширванской степи. Особенно богата представлена фауна тамарисков, с ними связаны 9—10 видов псиллид родов *Colposcopia*, *Crastina*. Из них самым локальным распространением выделяется *Cr. dimorpha* Bajeva, известный только из Октемберянского района. В данном биотопе по всему аридному Кавказу известны 3 наиболее распространенных вида: *Heterotrioza dichroa*, *H. obliqua* на видах *Atriplex* и *Chenopodium* и *Syomophila glycyrrhizae* (Beck.) на солодке.

Всего в солончаковых пустынях обитает более 20 видов псиллид, 6 из которых являются характерными только для данного биотопа (*C. dimorpha*, *C. anabasisidis*, *R. anabasisidis*, *R. halocnemii*, *R. halostachydis*, *R. orientalis*).



Псиллидофауна каменистой пустыни рассматривается в другой работе автора [6]. В эфемерных пустынях псиллиды фактически отсутствуют.

Фауна псиллид пояса полупустыни и пустыни весьма богата. Здесь обнаружен 101 вид, т. е. 49,9% от общего числа фауны Кавказа в 211 видов (*Colposcencia lurida* (Scott.), поясная приуроченность которого не известна, в процентах не учитывается). Наиболее богата псиллидофауна полынных сообществ. Самое большое количество (около 10 видов) характерных форм имеют песчаные пустыни. Из 101 вида большинство (47) проникает в соседние пояса аридного редколесья, нагорных ксерофитов, низинных (тугайных) лесов и т. д. Это олигозональные формы. Еще 24 вида принадлежат к полизональным, а 8—к интразональным формам. В поясе большой удельный вес имеют характерные, т. е. строго приуроченные к данному поясу, формы. К ним относятся 22 вида: *Agonoscena pegani*, *Camarotoscena unicolor*, *C. triapitzini*, *C. lauta*, *Acaerus turkestanicus*, *Pachyspylloides cornutus*, *Eremopsylloides amirabilis*, *E. fedtshenkoi*, *Colposcencia conspurcata*, *Crastina dimorpha*, *Caillardia anabasisidis*, *Rhombaphalara halocnemi*, *R. halostachydis*, *Rhodochlanis orientalis*, *Craspedolepta indeserta*, *C. pilosa*, *Cyamophila rhombifera*, *Heterotrioza obionae*, *Egeitrioza gracilis*, *E. verrucifica*, *Paratrioza petiolata*, *Trioza elaeagni*.

Специальные подсчеты показывают, что в поясе дендрофилы преобладают над хортофилами почти в 2 раза (66 видов, т. е. 64,45% от общего количества в 101 вид, против 35 видов, т. е. 34,65%). И наконец, весьма наглядно преимущество ксерофилов над мезофилами—первая группа представлена 71 видом (70,29%), вторая—30 (29,70%).

В поясе вредители сельского хозяйства приурочены как к плодовым (*Homotoma ficus*, *H. viridis* на инжире, *Psylla pruni* на сливах, *Psylla pyri*, *P. pyrisuga*, *P. vasiljevi* на грушах, значительно реже *P. mali* на яблонях), так и к бахчевым и огородным культурам (*Trioza nigricornis*, *T. brassicae*, *T. critmi*).

Академия наук Гурзинской ССР
Государственный музей Грузии
им. С. Н. Джанашиа

(Поступило 6.11.1986)

ანბნობლოგია

ანბნ. ზებამკობრი

კავკასიის სსრ-ის სსრკ-ის სსრკ-ის უდაბნოს ფსილიდები
(HOMOPTERA, PSYLLOIDEA)

რეზიუმე

მოცემულია კავკასიის სსრ-ის სსრკ-ის უდაბნოს ფსილიდების შესწავლის შედეგები. სულ გამოვლენილია ფსილიდები 101 სახეობა, ანუ კავკასიის მთელი ფაუნის 49,9%.

A. M. GEGECHKORI

 PSYLLIDS (*HOMOPTERA, PSYLLOIDEA*) OF VARIOUS DESERT
 BIOTOPES OF THE CAUCASUS

Summary

Psyllids—thermophilous insects—are widely distributed in arid landscapes, particularly in deserts. The arid region of the Caucasus, where investigations were carried out, is represented by following deserts: stony (sagebrush), sandy, salt, clay and ephemeral plant deserts. Stony desert is particularly abundant in psyllids (40 species), whereas sandy desert is characterized by the greatest amount of specific species (10 species).

In all types of the Caucasian deserts the author found 101 species of psyllids (some 49.9% of all species known in the Caucasus).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Гроссгейм. Растительный покров Кавказа. М., 1948.
2. В. З. Гулисашвили. Природные зоны Кавказа. М., 1964.
3. В. З. Гулисашвили, Л. Б. Махатадзе, Л. И. Прилипко. Растительность Кавказа. М., 1975.
4. Растительный покров СССР, т. II. М., 1956.
5. Л. И. Прилипко. Растительный покров Азербайджана. Баку, 1970.
6. А. М. Гегечкори. Сообщения АН ГССР, 126, № 3, 1987.
7. А. М. Гегечкори. Псиллиды Кавказа. Тбилиси, 1984.

В. М. ЧХИКВАДЗЕ

О СИСТЕМАТИЧЕСКОМ ПОЛОЖЕНИИ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ТРИОНИКСА

(Представлено академиком Л. К. Габуния 1.12.1986)

В отечественной и зарубежной литературе считается общепри-
нятым, что черепаха, обитающая в пресных водоемах нашего Дальне-
го Востока, — дальневосточный трионикс — относится к виду *Trionyx*
sinensis Wiegmann, 1834 [1—6]; типовая территория — Китай, Ма-
као [5]. Однако сопоставление черепов *T. sinensis* из Китая [5, 7] и
наших из Дальнего Востока свидетельствует о значительных отличиях
между ними.

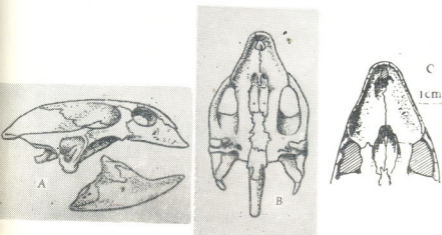


Рис. 1. *Trionyx sinensis* Wiegmann, 1835. А—череп и нижняя челюсть сбоку [5],
В—череп снизу [5], С—передняя часть черепа снизу [7]

Особенно значительны отличия в форме и пропорциях черепов,
если рассматривать их сбоку и снизу (рис. 1, 2). Ниже перечислены
признаки дальневосточного трионикса, которые отсутствуют у *T. si-*
ensis: верхняя поверхность черепа и большая часть сагиттального
ребра представляют собой почти прямую линию (рис. 1А, 2А), глаза
вытянутой формы, с зауженной задне-верхней областью, перед-
няя часть морды заметно вытянута вперед, череп более уплощенной
формы, отверстия хоан не перекрыты медиальными отростками верх-
нечелюстных костей (рис. 1В, 1С, 2В).

Таким образом, наш дальневосточный трионикс не может быть
идентифицирован с *T. sinensis*. Его следует рассматривать в качестве
нового, самостоятельного вида, морфологически сходного с трионик-
ми, у которых отверстия хоан не перекрыты медиальными отростка-
ми верхнечелюстных костей (*T. cartilagineus*, *T. spiniferus* и др.). Мор-

фология неба имеет решающее значение в систематике современных и ископаемых трионихид [7].

Дальневосточный трионикс на основании внешних признаков панциря был ранее выделен в самостоятельный вид *Trionyx maaki* Brandt, 1858. Позднее, вследствие наличия лишь малоприметных внешних отличий между дальневосточными и китайскими экземплярами триониксов эти виды были объединены в один таксон— *Trionyx sinensis* Wiegmann, 1835. Эта позиция, отстаиваемая некоторыми авторами, была известна А. М. Никольскому [8], который, тем не менее, считал, что *T. sinensis* Wiegmann обитает в южной части Китая, в Северном Китае (в основном бассейн р. Хуанхе)—*T. schlegeli* Brandt, 1858, а на Дальнем Востоке (бассейн р. Амур)—*T. maaki* Brandt, 1858. Позднее С. А. Чернов [9]

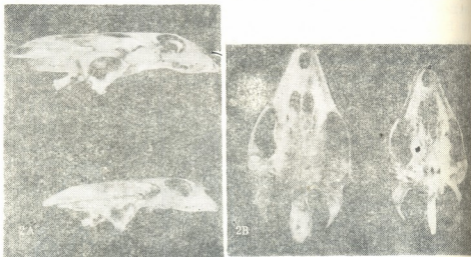


Рис. 2. *Trionyx maaki* Brandt, 1858. А—череп сбоку, В—череп снизу (коллекция Института палеобиологии)

объединил их в один вид на основании высокой индивидуальной и возрастной изменчивости изученных им китайских и дальневосточных экземпляров триониксов. Действительно, онтогенетическая изменчивость панциря дальневосточного трионикса весьма значительна и хорошо известна [10—12]. Однако этот факт не может служить основанием для объединения рассматриваемых здесь видов. Поэтому здесь использованы те морфологические признаки черепа, которые практически не изменяются в онтогенезе.

Следовательно, обитающая у нас на Дальнем Востоке трехкоготная черепаха относится к особому, самостоятельному виду—*Trionyx maaki* Brandt, 1858. Этот вид обитает в основном в системе правых притоков р. Амур (Сунгари, Керулен), в бассейне р. Усури, в оз. Ханка и в реках, впадающих в него [4, 10—15], а также, вероятно, в р. Ляохэ в Маньчжурии и Корее. Субфоссильные остатки *T. maaki* найдены в местонахождении Синий Гай (окрестности оз. Ханка, средневековье).

Академия наук Грузинской ССР
Институт палеобиологии
им. Л. Ш. Давиташвили

(Поступило 15.1.1987)

მ. ჩხიკვაძე

მორფოლოგიური აღმოსავლეთის ტრიონიქსის სისტემატიკური აღბილის შესახებ

რეზიუმე

თავის ქალის მორფოლოგიური თავისებურებანი ადასტურებენ იმას, რომ აღნიშნული აღმოსავლეთის კუ (*Trionyx maaki* Brandt, 1858) ეკუთვნის ცალკე სახეობას. ადრე ამ კუს აიგივებდნენ ჩინურ კუსთან (*Trionyx sinensis* Wiegmann, 1835).

ZOOLOGY

V. M. CHKHIKVADZE

ON SYSTEMATIC POSITION OF THE USSR FAR EAST
SOFT-SHELLED TURTLE

Summary

Morphological characteristics of the skull warrant the conclusion that the turtle spread in the USSR Far East belongs to an independent species *Trionyx maaki* Brandt, 1858, and not to the species *Trionyx sinensis* Wiegmann, 1835, as considered previously.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

- П. В. Терентьев, С. А. Чернов. Краткий определитель земноводных и пресмыкающихся СССР. М.—Л., 1936.
- П. В. Терентьев, С. А. Чернов. Определитель пресмыкающихся и земноводных СССР. Л., 1940.
- П. В. Терентьев, С. А. Чернов. Определитель пресмыкающихся и земноводных СССР. М., 1949.
- А. Г. Банников, И. С. Даревский, В. Г. Ищенко, А. К. Рустамов, И. И. Щербак. Определитель земноводных и пресмыкающихся фауны СССР. М., 1977.
- H. Wermuth, R. Meriens. Schildkröten, Krokodile, Brückenechsen. Jena, Gustav Fischer Verlag, 1961.
- P. C. H. Pritchard. Encyclopedia of turtles. T. F. H., 1979.
- F. de Broin. Mem. Mus. National d'Hist. Natur., ser. C., 38, 1977, 1—366.
- А. М. Никольский. Фауна России и сопредельных стран. Пресмыкающиеся, т. 1. Петроград, 1915.
- С. А. Чернов. ДАН СССР, № 9, 1930.
- А. Т. Булдовский. Вести ДВФ АН СССР, № 12, 1935.
- А. Т. Булдовский. Труды ДВФ АН СССР, т. 1, 1936.
- В. Т. Тагирова. Сб. «Экология животных юга Дальнего Востока». Благовещенск, 1981.
- Л. И. Хозацкий, Л. А. Несов. Сб. «Герпетология». Краснодар, 1979.
- Ю. М. Коротков. Наземные пресмыкающиеся Дальнего Востока СССР. Владивосток, 1985.
- Красная книга СССР, т. 1. М., 1984.

ПАЗАРИТОЛОГИЯ И ГЕЛЬМИНТОЛОГИЯ

Ц. В. ЛОМИДЗЕ, К. Г. НИКОЛАИШВИЛИ, Н. О. МЕЛАШВИЛИ

К ВОПРОСУ ТЕМПЕРАТУРНОЙ АДАПТАЦИИ ЩЕЛОЧНЫХ ФОСФАТАЗ ТРЕМАТОД

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. Е. Курашвили 15.7.1986)

Гельминтозы — обобщающее название тяжелых заболеваний человека и животных, вызываемых паразитическими червями. В течении заболевания можно выделить два основных момента. С одной стороны, происходит постоянная борьба между двумя чуждыми друг другу компонентами сообщества, а с другой — их взаимоадаптация. Адаптационные приспособления гельминтов формировались в процессе эволюции и проявлялись как в морфофункциональных изменениях на уровне целостного организма, так, вероятно, и на биохимическом — клеточном уровне.

Целью данной работы являлось изучение температурной адаптации щелочных фосфатаз (ЩФ), входящих в состав фермент-мембранных комплексов и принимающих участие в процессах транспорта фосфата [1].

Материалом служили трематоды *Fasciola hepatica* и *Fasciola gigantica*, паразитирующие в печени крупного рогатого скота, а также *Gorgoderia signoides* и *Haematoleochus variegatus* — паразиты озерной лягушки.

Активность ЩФ определялась методом Боданского [2] по скорости гидролиза β -глицерофосфата 1% и 5% гомогенатами гельминтов и выражалась в мг фосфора на грамм влажной ткани. Эксперименты велись в диапазоне температур от 17 до 57°C. Кинетическими показателями в наших исследованиях служили константа скорости ($K_{\text{ср}}$) для мономолекулярного процесса и энергия активации ($E_{\text{акт}}$), вычисленная по интегральной формуле Аррениуса.

В табл. 1 представлены результаты определения активности ЩФ и соответствующие скорости реакции расщепления β -глицерофосфата у трематод от теплокровных и холоднокровных животных при разных температурах. Как видно из таблицы, у *F. hepatica* и *F. gigantica* отмечается четко выраженная закономерность — увеличение активности ЩФ и соответственно скорости реакции от 17 до 37°C. При 37°C наблюдается максимальная скорость реакции, которая соответствует $7,86 \times 10^{-4}$ мг/мин у *F. hepatica* и $1,54 \times 10^{-3}$ мг/мин у *F. gigantica*. Начиная с 47°C активность ферментов падает, а скорость реакции не повышается.

Результаты определения энергии активации ЩФ *F. hepatica* (табл. 2) показали, что при низких температурах (17—27°C) она значительно выше (12239,76 кал/моль), чем при более высоких температурах. Низкое значение энергии активации при 27—37°C, соответствующее 1474,43 кал/моль, указывает на высокую эффективность

Активность ЩФ (мг Р/г влажной ткани) и константы скорости расщепления β-глицерофосфата (мг/мин) у трематод

| Температура, °С | *F. hepatica | | *F. gigantica | | **G. cignoides | | **H. variegatus | |
|--------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| | Активность ЩФ(М±m) | K _{сек} | Активность ЩФ(М±m) | K _{сек} | Активность ЩФ(М±m) | K _{сек} | Активность ЩФ(М±m) | K _{сек} |
| 17 | 0,0031 ± ±0,0006 | 3,59 × ×10 ⁻⁴ | 0,0083 ± ±0,0056 | 9,92 × ×10 ⁻⁴ | 0,0050 ± ±0,0012 | 5,83 × ×10 ⁻⁴ | 0,0041 ± ±0,0007 | 4,78 × ×10 ⁻⁴ |
| 27 | 0,0062 ± ±0,0005 | 7,26 × ×10 ⁻⁴ | 0,0108 ± ±0,0071 | 1,29 × ×10 ⁻⁴ | 0,0039 ± ±0,0004 | 4,41 × ×10 ⁻⁴ | 0,0039 ± ±0,0020 | 4,51 × ×10 ⁻⁴ |
| 37 | 0,0067 ± ±0,0005 | 7,86 × ×10 ⁻⁴ | 0,0127 ± ±0,0080 | 1,54 × ×10 ⁻³ | 0,0101 ± ±0,0019 | 1,20 × ×10 ⁻³ | 0,0022 ± ±0,0005 | 2,54 × ×10 ⁻⁴ |
| 47 | 0,0045 ± ±0,0006 | не повыш. | 0,0041 ± ±0,0005 | не повыш. | 0,0108 ± ±0,00072 | 1,29 × ×10 ⁻³ | 0,0046 ± ±0,0005 | 5,36 × ×10 ⁻⁴ |
| 57 | 0,0026 ± ±0,0005 | не повыш. | 0,0024 ± ±0,0007 | не повыш. | 0,0089 ± ±0,0012 | не повыш. | 0,0051 ± ±0,0014 | — |

Примечание: *—5% гомогенаты; **—1% гомогенаты; K_{сек}—константа скорости.

процесса в этом диапазоне. Такая закономерность, хотя* в менее выраженной форме, отмечена и для F. gigantica. В этих случаях, по-видимому, можно говорить об адаптации ЩФ фасциол к постоянной (устойчивой) температуре теплокровного хозяина.

У трематод G. cignoides и H. variegatus, паразитов от холоднокровной озерной лягушки, не была установлена четко выраженная температурная функция ЩФ. При температуре 17°C у обоих гельминтов активность фермента была выше, чем при 27°C, и составляла соответственно 0,0050 ± 0,0012 и 0,0041 ± 0,0007 мг Р/г ткани (табл. 1).

У G. cignoides при 37 и 47°C активность фермента вновь повышается. Хотя в зоне 27—37°C реакция идет с большой затратой энергии (18584,64 кал/моль), это указывает на низкую эффективность и трудность течения процесса. Высокое значение энергии активации у H. variegatus при 37—47°C, соответствующее 14792,48 кал/моль, вероятно, можно объяснить денатурационными процессами энзима.

Таблица 2

Энергия активации для процесса расщепления β-глицерофосфата (активность ЩФ) у трематод крупного рогатого скота и озерной лягушки

| Интервалы температур, °С | Энергия активации, кал/моль | | | |
|--------------------------------|-----------------------------|--------------|--------------|---------------|
| | F. hepatica | F. gigantica | G. cignoides | H. variegatus |
| 17—27 | 12239,76 | 4521,3 | — | — |
| 17—37 | 7036,73 | 3927,04 | 6479,43 | — |
| 27—37 | 1474,93 | 3294,23 | 18584,64 | — |
| 27—47 | — | — | 10260,77 | 1658,54 |
| 37—47 | — | — | — | 14792,48 |



Таким образом, ЩФ у трематод от холоднокровных животных проявляют лабильную активность в зависимости от температуры. Этот факт также можно объяснить как адаптационный к непостоянству температуры среды обитания.

Интересно отметить, что при изучении температурных функций ЩФ у рыб, принадлежащих к разным экологическим группам, были обнаружены особенности, которые могут рассматриваться как адаптивные [3]. Известно также, что ферментативная активность для ЩФ у млекопитающих лежит в зоне более высоких температур, у холоднокровных — в зоне низких температур [4].

Исходя из приведенных литературных данных и результатов наших опытов можно заключить, что щелочные фосфатазы трематод (беспозвоночные), как и фосфатазы у позвоночных животных, проявляют адаптивную способность. Можно предположить, что температурные адаптации щелочных фосфатаз являются одним из звеньев общих приспособительных реакций к паразитированию трематод у хозяев, принадлежащих к разным экологическим группам.

Академия наук Грузинской ССР
Институт зоологии

(Поступило 18.9.1986)

პარაზიტოლოგია და ჰელმინთოლოგია

ც. ლომიძე, ძ. ნიკოლაიშვილი, ნ. მელაშვილი

ტრემატოდების ტუტე ფოსფატაზების ტემპერატურული ადაპტაციის
შისახებ

რეზიუმე

თბილისისლიანი და ცივისისლიანი ცხოველების ტრემატოდების ტუტე ფოსფატაზების აქტივობის განსაზღვრისას კინეტიკურ მაჩვენებლებად გამოყენებული იყო რეაქციის სიჩქარის კონსტანტა და აქტივაციის ენერგია. აღმოჩნდა, რომ პარაზიტის ფერმენტული აქტივობა ამჟღავნებს ადაპტაციის უნარს სხვადასხვა ეკოლოგიური ჯგუფის მასპინძლის ტემპერატურულ რეჟიმთან.

PARASITOLOGY AND HELMINTHOLOGY

Ts. V. LOMIDZE, K. G. NIKOLAISHVILI, N. O. MELASHVILI

TOWARDS THE TEMPERATURE ADAPTATION OF TREMATODE
ALKALINE PHOSPHATASES

Summary

Using the constant of reaction rate and the energy of activation as kinetic indices of fermentative reactions, it has been established that alkaline phosphatases of trematodes from warm-blooded and cold-blooded animals show temperature adaptability to the regime of their hosts, which belong to various ecological groups.



1. L. Engstrom. *Biochim. Biophys. Acta*, v 92, 1964, 71.
2. A. Vodansky. *J. Biol. chem.* v. 101, 1933, 93.
3. В. В. Кузьмина. *Ж. общей биологии*, т. 46, № 6, 1985, 824.
4. О. А. Шишова-Касаточкина, З. К. Леутская. *Биохимические аспекты взаимоотношений гельминта и хозяина*. М., 1979.

Л. Д. ЧЕИШВИЛИ, Н. Б. ГАМБАШИДZE, Н. Ш. ЛОСАБЕРИДZE,
А. А. КВИРКВЕЛИЯ

ВЛИЯНИЕ СУПЕТИНА НА УЛЬТРАСТРУКТУРУ СЕРДЕЧНОЙ МЫШЦЫ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ИНФАРКТЕ МИОКАРДА

(Представлено академиком Н. А. Джавахишвили 13.4.1987)

Супетин — безбелковый экстракт из растения петрушки огородной (*Petroselinum sativum* Hoffm.), полученный в НИИ перинатологии, акушерства и гинекологии МЗ ГССР [1].

В ранее проведенных экспериментах было показано, что супетин положительно влияет на морфо-гистоэнзимохимические изменения миокарда при его экспериментальном инфаркте у собак. Он стимулирует течение репаративных процессов в мышце сердца, вызывая более быстрое развитие грануляционной ткани и формирование рубца в зоне некроза [2].

Целью настоящей работы было изучение влияния супетина на ультраструктуру сердечной мышцы при экспериментальном инфаркте миокарда у собак.

Экспериментальные исследования были выполнены на 20 беспородных собаках (массой 15—20 кг). Инфаркт миокарда вызывали высокой окклюзией нисходящей передней ветви левой коронарной артерии.

Животные были разделены на две группы: I — контрольные (10) — с инфарктом миокарда, II — леченые (10) — после воспроизведения инфаркта ежедневно в течение 7—10 дней внутримышечно вводили супетин в дозе 0,5 мл/кг. Собак обеих групп забивали через 24 часа и 7—10 дней после наложения лигатуры.

Материал для электронно-микроскопического исследования брали из инфарцированной зоны левого желудочка, а также из разных отделов интактного миокарда и фиксировали в 2,5% растворе глутаральдегида с последующей постфиксацией в 1% растворе четырехоксида осмия на буфере (рН 7,2—7,4) с последующим заключением в аральдит. Срезы изучали на электронном микроскопе JEM-100 (Япония).

Анализ ультраструктуры миокарда показал, что через 24 часа после воспроизведения экспериментального инфаркта миокарда как в инфарцированном, так и в меньшей степени в отдельных от зоны поражения отделах миокарда наступают грубые нарушения кардиомиоцитов. В зоне инфаркта, как правило, наблюдается характерная картина ишемического некроза с распадом всех клеточных органелл кардиомиоцитов. Миофибриллы не определяются, не прослеживается тексогональная структура миофаламентов; последние иногда представлены в виде бесструктурной зернистой массы, содержащей остатки мембран митохондрий и саркомерулярной системы (рис. 1). Отмечаются явления резко выраженного межклеточного и внутриклеточного отека, в клетках выявляются полностью разрушенные митохондрии и с растворенными кристами органеллы; наряду с этим, встречаются и отдельные митохондрии, в которых перегородки имеют параллельную ориентацию. Обнаруживаются вторичные лизосомы, имеющие осмофильную мембрану и плотное гранулярное содержимое.



В артериолах и капиллярах нарастает отек эндотелиальных клеток, уменьшается количество пиноцитозных везикул и органелл.

В кардиомиоцитах преобладает межклеточный и внутриклеточный отек. Наблюдаются участки пересокращения, разобщения миофибрилл, их лизис и фрагментация миофаламентов; многие миофибриллы теряют связь со вставочными дисками, z-мембраны лизированы. Митохондрии кардиомиоцитов выглядят резко набухшими, местами теряют двухконтурность наружной мембраны, кристы фрагментированы; иногда в митохондриях выявляются миелиноподобные структуры. В миоцитах обнаруживается избыточное скопление липофусцина, остаточных телец, между митохондриями встречаются крупные лизосомы, целостность мембраны которых нарушена. Во всех отделах мышечных клеток резко снижается число свободных рибосом и гранул гликогена. Элементы пластинчатого комплекса вакуолизированы. Ядра миоцитов имеют изрезанные контуры, количество хроматина в них, как правило, резко уменьшается.

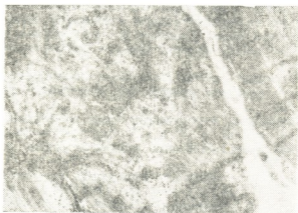


Рис. 1. Кардиомиоцит из инфарктированной зоны левого желудочка собаки. Выраженный межклеточный отек мышечной клетки, фрагментация, расплавление миофибрилл, миофаламентов и z-мембран. Накопление осмиофильных масс, лизосом и липофусцина ($\times 30\ 000$)

В околоинфарктной зоне также отмечают патологические изменения тонкой структуры миокарда в виде некроза, отека, цитолитизиса, деструкции крист и оболочки митохондрий. Миелиноподобные структуры в митохондриях проявляются через 10 дней. Много вторичных лизосом. В ранние сроки выявляются геморрагические участки, микроинфаркты. Эндотелиоциты артериол и капилляров вакуолизированы, в них уменьшено число пиноцитозных везикул.

В интактной зоне изменения кардиомиоцитов носят мозаичный характер, встречаются очаги некробиоза, отека, геморрагии, накопления мелких жировых включений.

Во II группе (24 часовое лечение супетинотом) электронно-микроскопически выявлены такие же грубые нарушения ультраструктуры кардиомиоцитов, как и у нелеченых собак.



Применение супетина в течение 7—10 дней при экспериментальном инфаркте миокарда приостанавливает процесс распада. Лишь в околоинфарктной зоне и вдали от поражения в кардиомиоцитах наблюдается положительный терапевтический эффект, который прежде всего проявляется в уменьшении отека миокарда и ограничении зоны поражения. Отмечаются вакуолизация миоцитов, равномерная деструкция миофибриллярного аппарата, утолщение вставочных дисков, жировая инфильтрация (рис. 2). В эндотелиальных клетках кровеносных капилляров наблюдается усиление микропиноцитозной активности. В то же время фибриллярная структура базальной мембраны разрыхлена, отечна, утолщена. В кардиомиоцитах отмечается уменьшение внутриклеточного отека в сравнении с контрольными опытами. Имеет место стаз крови в капиллярах с агрегацией форменных элементов и геморрагией. Вокруг участков стаза обнаруживаются капилляры с монетными столбиками эритроцитов.

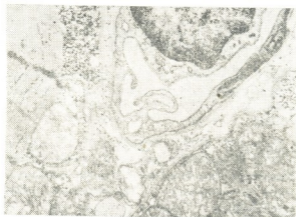


Рис. 2. Кардиомиоцит из инфарктированной зоны левого желудочка собаки на фоне одновременного введения супетина. Уменьшение межклеточного отека в миокарде, восстановление структур саркомеров. Выпячивание плазматической мембраны эндотелиоцита со стороны люминарной поверхности, усиление пиноцитозной активности, увеличение рибсом и цитогранул ($\times 4200$)

Под влиянием супетина изменяется ультраструктура пораженной сердечной мышцы. Супетин в дозе 0,5 мл/кг положительно влияет на течение восстановительных процессов в ишемизированных участках, что также подтверждается данными гистологического и гистоэнзимохимического исследований.

Супетин улучшает функцию и ультраструктуру кардиомиоцитов, снижает отек миокарда, тем самым уменьшает гипоксию и способствует лучшей сохранности метаболизма сердечной мышцы.

НИИ клинической и
экспериментальной кардиологии
им. М. Д. Цинамдзгвршвили
МЗ ГССР

(Поступило 16.4.1987)

ლ. ბიწვილი, ნ. ლაგაშიძე, ნ. ლოსაბერიძე, ბ. კვიციანი

მიოკარდის ინფარქტის დროს სუპეტინის გავლენა გულის კუნთის
 ულტრასტრუქტურაზე ექსპერიმენტში

რეზიუმე

ექსპერიმენტში 20 ძალზე შესწავლილია მიოკარდის ინფარქტის დროს
 გულის კუნთის ულტრასტრუქტურის აღდგენის მიმდინარეობა პრეპარატ სუ-
 პეტინით მკურნალობის პირობებში.

7—10 დღის განმავლობაში სუპეტინით მკურნალობა მნიშვნელოვნად აუ-
 მჯობესებდა და აჩქარებდა კარდიომიოციტების ულტრასტრუქტურის აღდგე-
 ნის პროცესს.

CYTOLOGY

L. D. CHEISHVILI, N. B. GAMBASHIDZE, N. Sh. LOSABERIDZE,
 A. A. KVIRKVELIA

THE EFFECT OF SUPETIN ON ULTRASTRUCTURAL CHANGES
 IN INFARCTED MYOCARDIUM IN DOGS

Summary

The effect of a new drug — supetin — on ultrastructural changes in
 infarcted myocardium has been studied on 20 mongrel dogs.

Experimental results suggest that in cardiomyocytes of the animals
 treated with supetin the restoration of ultrastructures, as compared to non-
 treated animals, proceeds better and at a higher rate.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. М. Эриашвили. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1971.
2. Р. В. Капанадзе, А. А. Квирквелия, Л. А. Хоперия. Сообщения АН
 ГССР, 116, № 2, 1984, 417—420.



ЦИТОЛОГИЯ

М. Д. КАЛАТОЗИШВИЛИ

ИЗМЕНЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ РНК
В НЕЙРОНАХ СЕНСОМОТОРНОЙ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА
КОШЕК В ПОСТЭПИЛЕПТИЧЕСКОМ ПЕРИОДЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Деканосидзе 11.4.1986)

Данные литературы указывают на нарушение пластического, медиаторного и энергетического обмена при некоторых пластических процессах. В частности, известно, что эпилептическая активность является чрезвычайным возбуждением нервных клеток и сопровождается изменениями физико-химических свойств белков, нуклеиновых кислот и медиаторных веществ ЦНС [1—3].

Во многих работах показано, что в фазе прекращения судорожных припадков, совпадающей по времени с депрессией электрокортикограммы, почти во всех исследованных до сих пор ядрах происходит закономерное уравнивание количества РНК с нормальными показателями [4—6].

Использование современных количественных методов морфологических исследований дало возможность объяснить ряд структурных и цитоплазматических изменений, характерных для работающих нервных клеток во время судорожных припадков, а также в фазе их прекращения [7—10].

Исходя из этого представляло интерес определение количества цитоплазматических РНК в больших нейронах V слоя сенсомоторного отдела коры больших полушарий головного мозга кошки в постэпилептическом периоде.

Эксперименты проведены на четырех взрослых кошках. Операции (трахеотомия и трепанация) производили под эфирным наркозом. После внутримышечного введения тубарина животных переводили на искусственное дыхание. Раздражающий (биполярный) и отводящий (униполярный) электроды накладывали на сенсомоторную кору. Прямое раздражение коры (1—15 В, 0,5 мс, 100—200 гц) вызывало хорошо выраженные судорожные разряды. Продолжительность судороги составляла 30—60 с.

Материал брали на фоне судорожного припадка и спустя полчаса после прекращения судорог как из раздражавшегося, так и из симметричного ему участка.

Фиксированные в жидкости Карнуа и залитые в парафин кусочки резали на микротоме. Срезы толщиной 5—6 мк окрашивали по Эйнерсону для выявления РНК (рис. 1).

Количественное определение содержания РНК производили на сканирующем цитофотометре SMP-01 фирмы «Оптон». Для сканирования был установлен шаг 1×1 при площади зонда $0,785 \text{ мк}^2$. В каждой группе измеряли по 20 клеток (длина волны 550 мк).

В каждой клетке измеряли в среднем то 2000 до 4000 точек. На основании полученных в результате сканирования данных обычным пересчетом площади на объем получали относительные массы изучаемого вещества в нейронах. Полученные показатели массы вводили в ЭВМ фирмы «Pakcard», обрабатывали статистически и распечатывали в виде вариационной кривой и вариационного ряда. Вариационные кривые количества цитоплазматических РНК в нейронах в постэпилептическом периоде сравнивали с кривыми при эпилептическом припадке и с кривыми нормального мозга.

На оси ординат данного графика отмечено количество точек в процентах, а на оси абсциссы — количество РНК в относительных единицах (рис. 2). Чем больше растянут график, тем больше нарастание количества вещества. Он отражает 65% нормальных клеток и по графику падает на I класс (25 отн. ед.), 25% — на II класс (50 тов. ед.), и 10% — на III класс (75 отн. ед.).

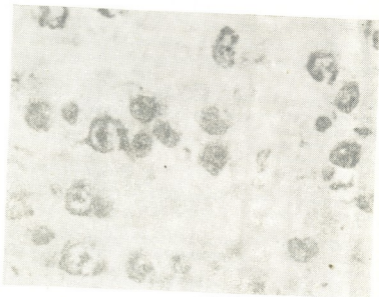


Рис. 1. Низкая активность цитоплазматической РНК в нейронах сенсомоторной коры головного мозга кошек в постэпилептическом периоде энцефалита

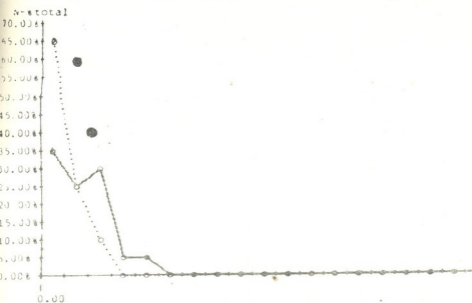
Результаты проведенных исследований показывают, что минимальный показатель содержания цитоплазматической РНК в нейронах V слоя сенсомоторной коры равняется 25 отн. ед., максимальный показатель — 125 отн. ед. На основе названных показателей выделено пять классов с интервалом 25 отн. ед. I класс составляют нейроны, содержащие цитоплазматическую РНК в количестве 0—25 отн. ед., II класс — 26—50 отн. ед., III класс — 51—75 отн. ед., IV класс — 76—100 отн. ед., V класс — 101—125 отн. ед.

В материале, взятом в постэпилептическом периоде, нейроны V слоя сенсомоторной коры по показателям количества цитоплазматической РНК представлены тремя классами (I, II, III). При этом 60%, т. е. более двух третей, составляют клетки II класса, 40% — клетки III класса.

У нормальных животных нейроны V слоя сенсомоторной коры по показателям количества цитоплазматической РНК также представлены тремя классами (I, II, III). При этом 65%, т. е. более двух третей, составляют клетки I класса, 25% — одну четвертую часть — клетки II класса, 10% — одну десятую часть — клетки III класса. Следовательно, у контрольных животных большинство нейронов V слоя содержит малое количество цитоплазматической РНК, второе место по частоте занимают клетки с умеренным количеством названных РНК и лишь одна десятая часть изученных нейронов содержит довольно большое количество цитоплазматической РНК. На основе приведенных данных выявляется и то, что нейроны V слоя сенсомоторной коры кошек в норме не характеризуются высоким содержанием цитоплазматической РНК. В отличие от этого, в материале, взятом



на фоне эпилептической активности, нейроны V слоя сенсомоторной коры по показателям количества цитоплазматической РНК представлены пятью классами (I, II, III, IV, V). При этом 35%, т. е. несколько более одной трети, составляют клетки I класса, 25% — одну четвертую часть — клетки II класса, 30% — менее одной трети — клетки III класса, по 5% составляют клетки IV и V классов. Из приведенных



CLASSES-21 from:0.500 to:524.500 by:25.000.

| | Point | tot | point -% | 1/m | S | V |
|---|-------|---------|---------------|--------|--------|---|
| 1 | 20 | 100.00% | 42.00/ 6.4380 | 28.791 | 69.55% | |
| 2 | 20 | 100.00% | 23.25/ 3.3367 | 17.158 | 73.40% | |

t[1,2]= 2.50

рис. 2. Вариационная кривая количества цитоплазматической РНК в нейронах сенсомоторной коры головного мозга кошки в норме (пунктир), при эпилепсии (сплошная линия) и в постэпилептическом периоде (темные кружки). По оси ординат отмечено количество точек в процентах, по оси абсцисс — количество РНК в отн. ед.

данных явствует, что при судорожных разрядах лишь несколько более одной трети нейроцитов V слоя сенсомоторной коры содержит малое количество цитоплазматической РНК, в остальных двух третях клеток содержится умеренное, довольно большое и большое количество цитоплазматической РНК. Следовательно, при судорожных разрядах 40% изученных нейроцитов содержат в цитоплазме довольно большое и большое количество РНК.

Таким образом, на основе результатов проведенных исследований можно сделать заключение, что нейроны V слоя сенсомоторной зоны коры больших полушарий головного мозга половозрелых кошек в постэпилептическом периоде не характеризуются высоким содержанием РНК в цитоплазме. Это может означать, что в постконвульсивном периоде происходит снижение интенсивности обменных процессов, вследствие чего наблюдается нормализация количества РНК в исследованных нейронах до исходных показателей.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физиологии
им. И. С. Бериташвили

(Поступило 8.5.1986)

მ. კალატოზიშვილი

კატის თავის ტვინის სენსორიმოტორული ქერქის ნეირონებში ციტოპლაზმური რნმ-ის რაოდენობითი ცვლილება პოსტეპილეპტიკური პერიოდში

რეზიუმე

გამოკვლევის ანალიზი გვაძლევს უფლებას ვიფიქროთ, რომ პოსტეპილეპტიკური პერიოდში კატის თავის ტვინის სენსორიმოტორული ქერქის ნეირონებში არ ვლინდება ციტოპლაზმური რნმ-ის დიდი რაოდენობა, რასაც თან სდევს ნეოთერებათა ცვლის ინტენსივობის კლება და რნმ-ის რაოდენობის კანონზომიერის გაწონასწორება ნორმასთან.

CYTOLOGY

M. D. KALATOZISHVILI

THE ALTERATION OF CYTOPLASMIC RNA AMOUNT IN THE NEURONS OF CAT'S SENSORIMOTOR CORTEX IN POSTEPILEPTIC PERIOD

Summary

The quantitative alteration of cytoplasmic RNA in the neurons of cat's sensorimotor cortex was studied in experimental epilepsy. To reveal RNA the sections were stained with Einarson. Quantitative determination was made on the "Opton" scanning cytophotometer SMP-01.

The data obtained suggest that the neurocytes in the fifth layer of the pubertal cat's sensorimotor cortex are not characterized by a high content of the cytoplasmic RNA in the postepileptic period, which results in decreased intensity of metabolic processes and, consequently, there occurs the balancing of RNA content with the normal level.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. И. Погодаев. Функционально-структурные основы систем деятельности и механизмы пластичности мозга. М., 1974.
2. В. Н. Шелихов, И. А. Чернышевская, В. А. Коротич. Физиол. ж. СССР, 62, 11, 1976, 1572—1577.
3. В. М. Окуджава. Основные нейрофизиологические механизмы эпилептической активности. Тбилиси, 1969.
4. В. М. Окуджава. Сб. «Нейрофизиологические механизмы эпилепсии». Тбилиси, 1980, 51—59.
5. W. Lason, B. Perewloska, L. Stala, R. Przewlocki. Neuropeptides, 5, 1983, 399-404.
6. К. В. Гегелашვილი. Автореферат докт. дисс. Тбилиси, 1969, 59—61.
7. В. В. Шавцов, Р. Н. Глебов, К. И. Погодаев. Патол. физиол. и эксперим., 1, 1973, 54—56.
8. W. A. Spencer, E. R. Kandel. In: H. H. Basic Mechanism of the Epilepsy. Little, Brown and Co., Boston, 1969, 575-603.
9. D. A. Prince. Exptl. Neurol., 21, 1968, 307-321.
10. D. A. Prince, B. J. Wilder. Arch. Neurol., 16, 1967, 194-202.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

И. М. УРУШАДZE

ПАРАСАГИТТАЛЬНЫЕ МЕНИНГИОМЫ У ДЕТЕЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Декапосидзе 4.4.1987)

Среди менингиом головного мозга у взрослых парасагиттальные менингиомы наиболее распространены и составляют 24,3—38,6% [1, 2]. У детей же менингиомы этой области встречаются редко. Так, различные авторы в своих работах либо приводят малое число наблюдений, либо ограничиваются описанием единичных случаев парасагиттальных менингиом у детей [3—8].

Преобладание парасагиттальных менингиом у взрослых связывается с появлением и развитием большого количества пахионовых грануляций, которые считаются источником образования менингиом. Парасагиттальные менингиомы у детей дошкольного возраста почти никогда не наблюдаются. Это и понятно, поскольку клеточные узелки паутинной мембраны появляются лишь у четырехлетних детей [9].

Цель нашей работы — описание клиники и результатов лечения детей с парасагиттальными менингиомами, а также выявление характерных для детского возраста особенностей.

Из 64 детей с менингиомами головного мозга, которые лечились в НИИ нейрохирургии им. Н. Н. Бурденко, парасагиттальное расположение их имело место у 8 (12,5%). Среди них было 5 девочек и 3 мальчика. Возраст детей колебался от 10 до 16 лет.

В таблице представлено распределение больных детей с парасагиттальными менингиомами по локализации и гистологическим типам.

В большинстве наших наблюдений менингиома поражала две соседние трети синуса и фалькса. В таких случаях мы ее относили к тому отделу, в котором лежала большая часть опухоли. У всех больных менингиомы были односторонними и располагались преимущественно в левом полушарии головного мозга (7 наблюдений). У 2 детей парасагиттальные менингиомы сочетались с болезнью Реклингхаузена.

Длительность заболевания от появления первых симптомов до развернутой клинической картины в большинстве случаев составляла 1—2 года. Лишь у 1 больного с менингиомой лобно-теменно-парасагиттальной области заболевание длилось 13 лет.

| Гистологический тип менингиом | Локализация менингиом на различных участках сагиттального синуса и фалькса | | |
|-------------------------------|--|---------------|--------------|
| | Передняя треть | Средняя треть | Задняя треть |
| Менинготелиоматозный | — | 1 | — |
| Фибробластический | 1 | 1 | — |
| Смешанный | — | 5 | — |

Начало заболевания у исследуемых больных было разнообразным. У 4 из них заболевание началось с фокальных эпилептических припадков с переходящими двигательными и чувствительными расстройствами в конечностях на противоположной стороне расположения опухоли. В 2 наблюдениях судороги начались с руки. У 3 детей заболевание началось с головных болей гипертензионно-гидроцефального характера, а уже затем к ним присоединились эпилептические припадки и пирамидные расстройства. Лишь у 1 больного за 3 года до поступления в институт родители заметили выбухание кости в лобно-теменно-парасагиттальной области.

У большинства больных (6) в стадии клинического обследования выявлялись выраженные застойные явления на глазном дне. У половины из них застой был более значительным на стороне расположения опухоли. В 2 случаях застой сопровождался явлениями вторичной атрофии зрительных нервов.

Психические нарушения были отмечены лишь у 1 больного с менингиомой лобно-парасагиттальной области и выражались в снижении памяти.

Симптомы поражения черепно-мозговых нервов и воздействия опухоли на ствольные отделы мозга в начальных стадиях заболевания обнаруживались редко. Но по мере нарастания внутричерепной гипертензии они становились более отчетливыми. Наиболее часто страдала функция VII нерва, что выражалось центральным парезом (4 наблюдения). В 2 случаях отмечались ствольные и мозжечковые нарушения, но с уверенностью говорить о том, что они были связаны с парасагиттально расположенными узлами опухоли нельзя, так как у этих больных была выявлена болезнь Реклингаузена. Одним словом, постановка у детей диагноза парасагиттальной менингиомы лишь на основании неврологического обследования крайне трудна или почти невозможна.

Существенную помощь в постановке диагноза дает краниография. В 5 наблюдениях на краниограммах был отмечен гиперостоз. Наряду с гиперостозом, у 3 больных наблюдалась развитость сосудистых борозд средней оболочечной артерии и ее ветвей, которые направлялись в парасагиттальную область. Обызвествление менингиомы имело место лишь в 1 случае. Кроме характерных для менингиом местных краниографических изменений, во всех наблюдениях были выявлены признаки внутричерепной гипертензии и гидроцефалии.

У 7 больных было произведено ангиографическое исследование. На ангиограммах в артериальной, капиллярной и венозной фазах имелись все характерные признаки менингиом. В 2 наблюдениях в венозной фазе не прослеживался верхний продольный синус, причем при операции было обнаружено, что синус лишь сдавлен и смещен в сторону, а не прорашен опухолью, как это часто бывает у взрослых.

В 2 наблюдениях была произведена гаммаэнцефалография, которая выявила очаг интенсивного накопления радиофармпрепарата в парасагиттальной области.

Определенную диагностическую ценность имели электроэнцефалографические (ЭЭГ) и эхоэнцефалографические (эхо-ЭГ) исследования. Так, на ЭЭГ, записанных у всех больных, на фоне общемозговых изменений биопотенциалов в 7 случаях обнаруживались локальные знаки в форме медленных волн соответственно проекции опухоли. Эхо-ЭГ была проведена у 4 больных. Во всех случаях наблюдалось смещение М-эха в противоположную расположению опухоли сторону. Оно колебалось от 4 до 9 мм.

Исследование спинномозговой жидкости показало умеренную белковоклеточную диссоциацию в виде повышения белка (0,39—1,25%) при нормальном цитозе.

Лечение у всех больных было хирургическим. Подход осуществляли при помощи полукружного разреза мягких тканей с заходом за среднюю линию с последующей широкой костно-пластической трепанацией в области предполагаемой опухоли. В 6 наблюдениях трепанационное окно доходило до средней линии, а в 2 заходило за нее. В большинстве случаев отмечалось обильное кровотечение из костного лоскута и прилежавшей к нему твердой мозговой оболочки. Кровотечение из твердой мозговой оболочки в 3 случаях было остановлено перевязкой проксимальных отделов средней оболочечной артерии. В 5 наблюдениях менингиома имела два места прикрепления — одно на боковой поверхности сагиттального синуса и фалькса, а другое на твердой мозговой оболочке конвексентальной поверхности. Опухолевые узлы имели большие размеры, твердую консистенцию и в большинстве случаев занимали две смежные доли мозга. Во всех наблюдениях они росли экспансивно и глубоко внедрялись в мозговое вещество, образуя в нем огромное ложе. Кровоснабжение менингиом осуществлялось в основном из гипертрофированной средней оболочечной артерии. Особенно надо подчеркнуть тот факт, что менингиомы у детей не прорастали верхний продольный синус, а лишь сдавливали и смещали его в противоположную сторону.

В 50% случаев из-за огромных размеров опухолевых узлов удаление осуществляли методом кускования с использованием электрокоагуляции. В 3 наблюдениях ввиду обширного поражения опухолью твердой мозговой оболочки была произведена ее резекция с последующей пластикой консервированным гомотрансплантатом. При наличии гиперостоза во всех случаях производили резекцию кости в пределах здоровой ткани. В 2 наблюдениях костный лоскут был удален.

В ближайшие сроки после операции умерло 3 детей. Во всех этих случаях причиной смерти явились большая кровопотеря и развившаяся острая сердечная недостаточность.

Сроки наблюдения за больными составили от 2 до 9 лет. Рецидив опухоли не наблюдался ни у 1 больного. 1 ребенок умер спустя 3,5 года после операции (болезнь Реклингаузена). 1 ребенок практически здоров, 3 детей относительно здоровы — страдают фокальными эпилептическими припадками и пирамидными расстройствами.

Таким образом, парасагитальные менингиомы у детей встречаются значительно реже, чем у взрослых, и представлены в основном смешанным типом этого вида опухолей. У детей они обычно бывают односторонними, не прорастают верхний продольный синус и локализуются преимущественно в средней трети сагиттального синуса и фалькса.

O. Urushadze

პარასაგიტალური მენინგიომა ბავშვებში

რეზიუმე

10—15 წლის ასაკის ბავშვებში განვითარებული პარასაგიტალური მენინგიომის რვა შემთხვევის კლინიკური სურათისა და ქირურგიული შედეგების შესწავლის საფუძველზე ავტორი ასკვნის, რომ პარასაგიტალური მენინგიომები იშვიათად გვხვდება ბავშვებში. მოზრდილებთან შედარებით, პარასაგიტალური მენინგიომა ბავშვებში ცალმხრივია, არ ჩაიზრდება გასწვრივ სინუსში და ძირითადად ლოკალიზდება ფალქსისა და საგიტალური სინუსის შუა მესამედში. პარასაგიტალური მენინგიომა ბავშვებში უმეტესად გვხვდება შერეული პისტოლოგიური ტიპის სახით.

EXPERIMENTAL MEDICINE

I. M. URUSHADZE

PARASAGITTAL MENINGIOMAS IN CHILDREN

Summary

Based on a study of clinical data and surgical results of 8 cases of parasagittal meningiomas in children (aged 10-15 years) it is concluded that parasagittal meningiomas are not very common in children.

Parasagittal meningiomas in children, as compared with adults, are one-sided, they never germinate into the upper longitudinal sinus and for the most part are localized in the middle third of the sickle and sagittal sinus. Parasagittal meningiomas in children mostly belong to mixed histological type.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. А. Габиров. Парасагитальные менингиомы. М., 1975.
2. J. Dechaume *et al.* Rev. Neurol.—1949, V. 81, 5, 321.
3. В. И. Озерова, З. Н. Полянкер. II Всесоюз. съезд нейрохирургов (тез. докл.). М., 1976, 646—647.
4. В. В. Хохлова, Ю. П. Кривошвенна, В. А. Роговлов, Л. С. Астахова, М. А. Мирзаев. В кн.: «Хирургия внемозговых опухолей». Л., 1981, 45—46.
5. H. Deen *et al.* J. Neurosurg.—1982, V. 56, 3, 317—322.
6. S. Leibel *et al.* Cancer.—1976, V. 37, 6, 2709—2712.
7. D. Merten *et al.* J. Pediatr.—1974, V. 84, 5, 696—700.
8. K. Sano *et al.* Child's Brain.—1981, V. 8, 2, 98—106.
9. Н. В. Колесников. Труды 3-го Моск. мед. ин-та, вып. 1, 1939.



М. А. ЦИСКАРИДЗЕ, Н. А. БАРАМИДЗЕ, Н. Т. БАРНАБИШВИЛИ,
Л. Г. ВЕПХВАДЗЕ

ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ ИНДИВИДА В ГРУППЕ В СИТУАЦИИ ВЫБОРА

(Представлено академиком А. С. Прангишвили 21.6.1986)

Ситуация выбора является простейшей моделью процесса принятия решения оператором, работающим в сложных системах. В настоящее время большое количество работ посвящается изучению различных факторов, определяющих поведение оператора, принимающего решение в ситуации выбора.

Поскольку в реальных сложных системах работают группы операторов, целью нашей работы было исследование влияния группы на поведение индивида в ситуации выбора.

Для изучения феноменов социального влияния мы использовали модифицированный вариант «игры в угадывание» [1].

Испытуемым с помощью специально сконструированного прибора предъявляли случайную последовательность двух стимулов — цифр 1 и 2. Конструкция прибора была такова, что позволяла регулировать предъявляемую последовательность незаметно для испытуемого. Задача испытуемого состояла в угадывании предъявляемой последовательности стимулов. Группа состояла из четырех человек (трех подставных и одного наивного испытуемого). Статус всех членов группы был приблизительно одинаковым. Порядок предсказания был следующим: I подставной испытуемый, II подставной испытуемый, наивный испытуемый и III подставной испытуемый. Затем экспериментатор объявлял реально появившийся стимул. Такая экспериментальная процедура позволяла выявить существование влияния группы (подставных испытуемых) на наивного испытуемого, а также создавала впечатление естественности ситуации.

До начала эксперимента испытуемых просили стараться угадывать как можно лучше предъявляемую с помощью прибора последовательность стимулов. Им объясняли, что целью одновременного участия в опыте нескольких человек является лишь экономия времени.

В опытах принимало участие 20 человек в возрасте 27—45 лет. Все серии экспериментов были проведены со всеми испытуемыми.

Были проведены две группы экспериментов, в которых использовали последовательности с равновероятными и неравновероятными стимулами. Каждая группа экспериментов была проведена в трех ситуациях: I — нейтральная ситуация, когда все испытуемые действительно стараются угадать последовательность (серия A_0, B_0); II — когда последовательность подставных испытуемых статистически совпадает с последовательностью экспериментатора (серии A_1, B_1); III — когда последовательность подставных испытуемых статистически отлична от последовательности экспериментатора (серия A_2, B_2).

Во всех сериях экспериментов испытуемым предъявляли последовательности с двумя различными соотношениями частот, заранее составленные по таблице случайных чисел с соотношением частот 0,82—0,18 (последовательности А) и приблизительно равновероятные последовательности с соотношением частот 0,55—0,45 (последовательности В).



Для каждого из подставных испытуемых было две последовательности: $A-A_1$ с соотношением частот $0,82-0,18$ и A_2 с соотношением частот $0,64-0,36$, т. е. вероятность редкого стимула увеличивалась. Аналогично, в последовательностях B_1 соотношение частот было близко к равновероятному, а в последовательностях B_2 частоты стимулов расходились и равнялись $0,77-0,23$.

С каждым наивным испытуемым проводили индивидуальные эксперименты, т. е. эксперименты, в которых испытуемый угадывал те же последовательности без группы.

Влияние группы на поведение индивида выявляли с помощью сравнения ответных последовательностей наивных испытуемых с последовательностями подставных.

С этой целью в ситуации с неравновероятными стимулами для каждой из последовательностей (A_0, A_1, A_2) вычисляли следующее: 1) частоту прогнозов редкого стимула (соотношение частот стимулов) в последовательностях испытуемых и число выигрышей на редкий стимул; 2) частоту совпадений прогнозов редкого стимула в последовательностях наивных и подставных испытуемых; 3) полное число совпадений-несовпадений для всех серий опытов; 4) коэффициент корреляции между ответными последовательностями наивных испытуемых и последовательностями экспериментатора и подставных испытуемых.

Проведенные опыты выявили различия между поведением испытуемых при работе отдельно и в группе. Результаты экспериментов с отдельными испытуемыми в серии А показали, что они усваивают статистическую структуру последовательности предъявляемых стимулов, но в своих ответах по-разному используют свои знания. Для некоторых испытуемых (шесть человек) характерно приближение статистической структуры их ответной последовательности к статистической структуре последовательности экспериментатора ($0,92-0,18$). У других испытуемых частота редкого стимула достигает $0,30$. Однако детальный анализ ответных последовательностей этих испытуемых выявил, что возрастание числа редких стимулов в их ответных последовательностях не является следствием неверной оценки предъявляемой последовательности. Оно возникает из-за тактики ожидания редкого стимула. Уловив статистическую структуру последовательности, где редкий стимул появляется после конечного числа повторений частого стимула ($6-10$), испытуемый приблизительно после $5-7$ повторений частого стимула начинает ждать появления редкого стимула и повторяет его в своих прогнозах до тех пор, пока он не появится в последовательности экспериментатора. Это и является причиной возрастания редких стимулов в ответных последовательностях этих испытуемых. Эти испытуемые имеют такую же тенденцию и при работе с группой.

Сравнение частот редкого стимула в ответных последовательностях испытуемых, работающих с группой, показало, что у одних испытуемых они уменьшаются (от $30, 27, 31$ до $17, 16, 19$ соответственно), а у других возрастают (от $12, 24, 22$ до $42, 51, 46$).

Интересно отметить, что если в индивидуальных экспериментах как в данном исследовании, так и в наших ранних исследованиях мы редко наблюдали переход испытуемых к оптимальной стратегии (оптимальность понимается в смысле теории игр), при работе с группой пять из 20 испытуемых перешли на оптимальную стратегию, т. е. к повторению в своих ответах все время только частого стимула.

Для выявления существования влияния группы на испытуемого мы сравнили частоты редкого стимула в последовательностях испытуемых, а также число выигрышей на редкий стимул в сериях A_0, A_1, A_2 . Поскольку в последовательностях A_2 подставных испытуемых частота редкого стимула возрастала, мы ожидали соответствующего



| Параметры | Группы | Серия А | Серия В |
|---|--------|-----------|-----------|
| Суммарный % совпадений ответов наивных испытуемых с ответами подставных | I | 26 | 64 |
| | II | 12 | 49 |
| Коэффициент корреляции последовательностей наивных испытуемых с последовательностями подставных | I | 0,30—0,52 | 0,30—0,54 |
| | II | 0,01—0,08 | 0,01—0,08 |

увеличения в последовательностях наивных испытуемых при наличии влияния. При вычислении частот стимулов и соответствующего числа выигрышей такое возрастание наблюдалось только у шести испытуемых, но во время опыта часть испытуемых выявляла тенденцию повторения ответов подставных. Поэтому мы вычисляли число совпадений ответов подставных испытуемых и наивных, а также коэффициент корреляции между последовательностями наивных и подставных испытуемых.

Аналогичные вычисления произвели и для серий опытов В (см. таблицу), в результате чего испытуемые также были разбиты на две группы.

Испытуемые I группы — зависимые, или конформные, изменяли свое поведение в соответствии с поведением подставных. Испытуемые же II группы — независимые. Они не повторяли ответов подставных испытуемых, несмотря на то что замечали большое число правильных угадываний в их ответах. Эти испытуемые выбирали собственную тактику поведения и следовали ей. Иногда поведение таких испытуемых казалось настолько нелогичным, что экспериментатор спрашивал их, помнят ли они, что в соответствии с инструкцией они должны стараться угадывать последовательность как можно лучше. Оказывается, они помнили инструкцию, но пытались выполнять ее по-своему. Четыре испытуемых этой группы переходили на оптимальную стратегию, три испытуемых выбирали тактику поджидания редкого стимула, придавая ему большую значимость.

Были в этой группе три испытуемых, которые вели себя совершенно нелогично. Они не следовали подставным и в то же время не имели собственных тактик поведения. Отрицательная корреляция их ответных последовательностей с последовательностями подставных указывает на противоположность их ответов. Мы назвали этих испытуемых антиконформными, в отличие от независимых. Отличие их ответов от ответов подставных не есть следствие их действительной независимости, это лишь страх показать свою конформность.

В группе опытов В, где процент выигрышей подставных испытуемых был низок, мы ожидали уменьшения числа зависимых испытуемых. Однако тот факт, что число зависимых испытуемых в этой ситуации не только не уменьшилось, но даже несколько увеличилось, свидетельствует о том, что степень влияния определяется не только результатами подставных испытуемых, но также неопределенностью ситуации. Чем больше неопределенность ситуации, тем больше потребность испытуемого обратиться к помощи подставных (даже в случае малого процента их выигрышей).



მ. ტისკარიძე, ნ. ბარამიძე, ნ. ბარნაბიშვილი, ლ. ვეფხვაძე

ინდივიდის აცევის თავისებურებანი ჯგუფში მუშაობისას
ამორჩევის სიტუაციაში

რეზიუმე

გამოკვლევული იყო ჯგუფის გავლენა ინდივიდის ქცევაზე გამოცნობის სიტუაციაში. ცდებში მონაწილეობდა 1 ნამდვილი და 3 ექსპერიმენტატორის მიერ გაფრთხილებული ცდის პირი. გაფრთხილებული ცდის პირების სპეციალურად შედგენილი საპასუხო მიმდევრობებისა და მონაცემების სპეციალური სტატისტიკური დამუშავების საშუალებით გამოვლენილ იქნა ცდის პირთა ორი ჯგუფი—დამოკიდებულთა (კონფორმულთა) და დამოუკიდებელთა ჯგუფები. აღმოჩნდა, რომ რაც უფრო მეტია სიტუაციის განუსაზღვრელობა, მით უფრო მეტია ცდის პირთა მოთხოვნილება მიმართონ დახმარებას.

PSYCHOLOGY

M. A. TSISKARIDZE, N. A. BARAMIDZE, N. T. BARNABISHVILI,
L. G. VEPKHAVADZE

PECULIARITIES OF INDIVIDUAL'S BEHAVIOUR IN GROUP IN
CHOICE SITUATION

Summary

The influence of group on individual's behaviour was studied in the situation of "guess game". Three confederates and one naive subject took part in the experiments. By means of specially formulated response sequences and special statistical processing of the data obtained two groups of subjects were revealed: dependents (conformables) and independents. It was found that the more uncertain the situation is, the greater is the need of subjects to seek for help from their mates.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. А. Цискаридзе, И. А. Рухадзе. Сб. «Вероятностное прогнозирование в деятельности человека». М., 1977.

В. Г. ПАПАВА

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБЩЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА И ИЗМЕРЕНИЕ УСКОРЕНИЯ ЕГО РАЗВИТИЯ

(Представлено академиком А. Л. Гушия 29.4.1987)

Уровень развития общественного производства при наиболее обобщенном подходе оценивается его эффективностью. Следовательно, проблема измерения ускорения развития общественного производства упирается в количественную оценку его эффективности. Проблеме эффективности общественного производства при социализме можно условно разделить на две части: с одной стороны, она отражает удовлетворение потребностей общества изобилием в виде разнообразных потребительных стоимостей, а с другой — создание этого изобилия в соответствии с достигнутым уровнем развития производительных сил. Существенной задачей оценки эффективности общественного производства является выявление той формы годового общественного продукта (Γ), которая непосредственно отражала бы это изобилие в виде разнообразных потребительных стоимостей, идущих на удовлетворение потребностей общества.

Удовлетворение потребностей общества можно выразить функцией $U(\Gamma)$. Обобщенной характеристикой способности производительных сил в создании годового общественного продукта Γ является производительность общественного труда (q).

Эффективность общественного производства при социализме выражается сложной функцией $F(U(\Gamma), q)$, конкретный вид которой требует специальных исследований.

Если принять гипотезу, что годовой общественный продукт Γ полностью соответствует потребностям общества, то проблема измерения уровня и динамики эффективности общественного производства при социализме сводится к измерению уровня и динамики производительности общественного труда. А из этого следует, что в условиях принятой гипотезы уровень и ускорение развития общественного производства можно оценить через показатель производительности труда.

Согласно существующей практике измерения производительности труда принято считать, что $\Gamma = \bar{q}L$, где L — величина трудовых ресурсов, занятых в материальном производстве, а \bar{q} — производительность труда, рассчитываемая по формуле $\bar{q} = \frac{\Gamma}{L}$.

Если индексами 0 и 1 обозначить принадлежность соответствующего ингредиента базисному и сопоставляемому годам, то изменение уровня производительности труда оценивается сопоставлением \bar{q}_0 и \bar{q}_1 .

Геометрически объем производства Γ является площадью прямоугольника, образованного отрезками длиной L и \bar{q} , отмеренными соответственно на оси абсцисс и на оси ординат. \bar{q} следует квалифицировать как мгновенную производительность труда, так как этот показатель фиксирует ее уровень в том «мгновении», когда объем про-



изводства равен данному Γ , а трудовые ресурсы, занятые в материальном производстве, равны данному L . Установление подобной функциональной зависимости между L и Γ фиксирует уровень производительности труда в статике. В динамике же подобная функциональная связь с учетом того, что L не может быть постоянной величиной во времени, справедлива лишь в том случае, когда производительность труда \bar{q} является постоянной величиной (т. е. $\bar{q}_0 = \bar{q}_1 = \text{const}$). Фактически же производительность труда не является застывшей во времени величиной, вследствие чего $\frac{q_1}{q_0}$ дает искаженное представление о ее динамике.

Производительность труда по своему характеру оценивает динамичность производства, вследствие чего ее необходимо рассматривать как меняющуюся во времени величину по отношению к какому-либо исходному состоянию производства. Иначе говоря, производительность труда — это относительная величина, определяемая по отношению к какому-либо его исходному (т. е. базисному) уровню.

Близкой к реальной можно считать оценку уровня и динамики производительности труда, когда траектория развития производства рассматривается как равномерно ускоренная (или замедленная). С увеличением дробления промежутка времени между сопоставляемыми его моментами на более мелкие единицы траектория развития производства, построенная подобным образом, будет все больше приближаться к фактической. В этом случае истинная величина производительности труда q , соответствующая равномерно ускоренному развитию производства, будет отличаться от мгновенной производительности труда \bar{q} .

При равномерной траектории ускорения развития производства соответствующий показатель равномерного ускорения будет $r = \frac{\Delta q}{\Delta L}$, где $\Delta q = q_1 - q_0$, $\Delta L = L_1 - L_0$. Показатель равномерного ускорения производства r характеризует величину изменения производительности труда, приходящегося на единицу изменения занятых в материальном производстве трудовых ресурсов.

Производительность труда в сопоставляемом году с учетом равномерного ускорения развития производства будет $q_1 = q_0 + r\Delta L$. Прирост годового общественного продукта ($\Delta\Gamma = \Gamma_1 - \Gamma_0$) геометрически равен площади трапеции, образованной отрезками длиной q_0 и q_1 , отмеренными на оси ординат, и отрезком длиной ΔL , отмеренным на оси абсцисс. Следовательно, при равномерном ускорении развития производства

$$\Delta\Gamma = q_0\Delta L + \frac{r\Delta L^2}{2}. \quad \text{В том случае, когда известны базисный уровень}$$

производительности труда q_0 и прироста годового общественного продукта $\Delta\Gamma$ и трудовых ресурсов, занятых в материальном производстве ΔL , а коэффициент ускорения развития общественного производства r неизвестен, сопоставляемый уровень производительности труда q_1 при равномерном ускорении развития общественного производства

$$\text{определится по формуле } q_1 = \frac{2\Delta\Gamma - q_0\Delta L}{\Delta L} = 2 \frac{\Delta\Gamma}{\Delta L} - q_0.$$



Показатели мгновенной производительности труда и производительности труда при равномерно ускоренном развитии общественного производства в Грузинской ССР в 1975—1985 гг.*

| Показатели: | 1975 г. | 1980 г. | 1985 г. |
|----------------------------|---------|---------|---------|
| Γ (млн. руб.) | 11940,6 | 16574,3 | 20940,6 |
| L (тыс. чел.) | 1486,0 | 1587,5 | 1705,6 |
| \bar{q} | 8,035 | 10,440 | 12,278 |
| $\Delta\Gamma$ (млн. руб.) | 3029,7 | 4633,7 | 4366,3 |
| ΔL (тыс. чел.) | 92,4 | 101,5 | 118,1 |
| r | 0,571 | -0,140 | -0,027 |
| q | 52,754 | 38,576 | 35,404 |

* Таблица составлена на основе [1].

В качестве примера сопоставления показателей мгновенной производительности труда и производительности труда при равномерном ускорении развития общественного производства рассмотрим таблицу, в которой эти показатели определены по валовому общественному продукту.

Исходной точкой для составления данной таблицы брался 1970 г., в ценах которого и представлены объемы валового общественного продукта.

Как видно из таблицы, \bar{q} и q в противоположных направлениях оценивают изменение производительности труда: мгновенная производительность труда за рассматриваемый период растет, в действительности же фактический уровень производительности труда падает, что вызвано замедлением развития общественного производства.

Если бы за период 1970—1985 гг. общественное производство развивалось по равномерно ускоренной траектории, в которой фактически r приняло бы значение 0,165, то в 1985 г. $q=64,335$. Следовательно, из-за колебательного (ускоренного и замедленного) развития общественного производства в 1985 г. было достигнуто всего 55% того уровня производительности труда, который был бы обеспечен при равномерно ускоренном развитии.

В экономико-статистическом анализе изменение объемов производства оценивается на основе соотношения $\Delta\Gamma = \bar{q}_1 L_1 - \bar{q}_0 L_0$ с применением того или иного метода (метод цепных подстановок, интегральный метод и т. д.). Выше показано, что развитие общественного производства описывается более сложным соотношением, что обязательно должно найти отражение в методах экономико-статистического анализа.

Академия наук Грузинской ССР
Институт экономики и права

(Поступило 8.5.1987)

3. პაპავა

საზოგადოებრივი წარმოების ეფექტიანობა და მისი განვითარების
დაჩქარების გაზომვა

რეზიუმე

საზოგადოებრივი წარმოების განვითარების დაჩქარების გასაზომად გამოიყენება შრომის მწარმოებლურობის მაჩვენებელი, რომელიც აიგება სათანადო დაჩქარების კოეფიციენტის გათვალისწინებით.

ECONOMICS

V. G. PAPA VA

EFFICIENCY OF SOCIAL PRODUCTION AND EVALUATION OF
ACCELERATION RATES OF ITS DEVELOPMENT

Summary

For the evaluation of the acceleration rates in social production a productivity factor is used which is constructed with due regard for the corresponding acceleration factor.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Народное хозяйство Грузинской ССР в 1985 году. Статистический ежегодник. Тбилиси, 1986, 12, 17, 171, 172.

ბ. ჯირითელი (საქ. სსრ. მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპოდენტი)

ბრინდი BAR BAYTĀ არამეულ და ირანულ ეპიგრაფიკაში

შესიტყვება bar baytā საკმაოდ ხშირად გვხვდება როგორც არამეულ, ისე ირანულ ეპიგრაფიკულ ძეგლებში. bar baytā არამეული შესიტყვებაა, რომლის პირველი წევრი bar „ძე“ status constructus-ში გვევლინება, ხოლო მეორე წევრი—baytā—status emphaticus-შია (განსაზღვრულია სუფიქსალური არტიკლით) და ნიშნავს „სახლს“. აქედან bar baytā სიტყვა-სიტყვით—„სახლის ძე, სახლის შვილი (ჯეი)“. არამეულში ეს შესიტყვება ტერმინად იქცა და ამ ენის ისტორიის მთელ ნაბიჯზე გვხვდება.

განსაკუთრებით საყურადღებოა, რომ ეს გამოთქმა ძველ არამეულში გვხვდება. ასე, მაგალითად, ჯერ კიდევ აქემენიანთა ხანის არამეულ ტექსტებში br byt-ს წოდების მნიშვნელობა აქვს და ნიშნავს „პრინცს; სამეფო ოჯახის წევრს“ [1; 2, გვ. 209]. ხსენებულ ტექსტებზე უფრო ადრეულ წარწერებში, რომლებიც სპარსეთის იმპერიის ხანას უსწრებს. კერძოდ, ზნჯირლისა და სეფირეს წარწერებში (ძვ. წ. VIII ს.) byt—„მეფის სახლი“, „სამეფო სახლი, სამეფო ოჯახი“ და აქედან—„სამეფო ღინასტია“ [3, გვ. 29, 223, 224; 4, გვ. 39, 44]. byt-ის ასეთ ვაგებას სავსებით შეესატყვიება შედარებით გვიანდელ (ძვ. წ. V ს.) ეგვიპტის არამეულ პაპირუსებში დამოწმებული br byt ან bny byt (bar baytā „ძე სახლისა“, აქედან მრ. რ. bnay baytā „ძენი სახლისა“ როგორც სამეფო ღინასტიის წარმომადგენლები—„სეფე-წულები“, უფლისწულები“) [5, 6]. br byt ფალაურში გავრცელებული იდეოგრაფია [1, გვ. 2] და იკითხება როგორც vispuhr, რაც სიტყვა-სიტყვით ნიშნავს „ღინასტიის ძე; ოჯახის (ჯლანის) ძე“, აქედან—„მეფის ოჯახის წევრი, პრინცი; მაღალი წოდების წარმომადგენელი“ [7, გვ. 214, 215]. ამრიგად, უკვე უძველეს არამეულში (სპარსეთის იმპერიამდე, ე. წ. სახელმწიფო არამეულამდე) br byt უნდა ყოფილიყო აღმნიშვნელი „სამეფო სახლის, სამეფო ღინასტიის წარმომადგენლისა“, ე. ი. „უფლისწულისა“ და „სეფე-წულისა“ (= „პრინცი“), რამაც სპარსეთის იმპერიის დროს ფართოდ პოეა გავრცელება. ფრ. როზენტალს bar baytā-ს ხმარება სახელმწიფო არამეულში მიაჩნია ირანიზმად, მაგრამ იქვე შენიშნავს, რომ ძველი არამეული ტერმინი br byt შემდგომ საშუალო ირანულში იდეოგრაფად იქცა [8]. თუ ეს ასეა, და ამასი ეჭვის შეტანი ძნელია, მაშინ br byt-ს სპარსულიდან წარმომავლობა დამაჯერებლად არ გვეჩვენება. საყურადღებოა, რომ თვით საშ. ირანულში „ძისათვის“ გამოყენებული იდეოგრაფა y-ზე (პართ.) ან h-ზე (საშ. სპ.) ბოლოვდება: BRy = პართ. puhr, BRH = საშ. სპ. pus, ხოლო რაც შეეხება BR BYT-ს იდეოგრაფას, აქ BR-ს ბოლო-კიდური y ან h არ ახლავს: BR BYT, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ BR BYT შესიტყვება ერთ მთლიან სიტყვადაა ვაგებული, იხმარება იმავე მნიშვნელობით რაც არამეულში, მხოლოდ, ცხადია, იკითხება ირანულად. ყურადღებას იპყრობს ტერმინი bar baytā-ს გვერდით მეორე არამეული ტერმინის—bar malkā-ს ხმარება. პირველი, როგორც აღვნიშნეთ, არამეულად ზუსტად „სახლის ძეს“ აღნიშნავს, მეორე კი „მეფის ძეს“. ამდენად ისმის კითხვა, ხომ არ ნიშნავს ეს ფაქტი იმას, რომ bar malkā მხოლოდ „უფლისწულია“, ხოლო bar baytā, პირველ რიგში, „სამეფო ოჯახის შვილი“, ე. ი. „პრინცი“ ზოგადად („სეფე-წული“). ასევეა BR BYT-ს რო-

გორც იდეოგრამის მნიშვნელობა ფალაურში: „son of the house“ [7, გვ. 2]. ხრ mlk³ დამოწმებულია ძველ არამეულ წარწერებში [9] და მას „პარინად“ თარგმნიან [2, გვ. 214]. თუ ხსენებული ტერმინების გარჩევა რეალურია, რამდენადაც სხვადასხვა თვით ტერმინები, მაშინ უფრო მოსალოდნელია, რომ bar baytā არის არა უშუალოდ „მეფის ძე“, არამედ „შვილი სამეფო სახლისა, სამეფო ოჯახისა“.

რამდენადაც საშ. ირანულ ენებში არამეული სიტყვები იდეოგრამებად გამოიყენებოდა. ამდენად, ხსენებულ ტერმინთა არსებობა ირანულში მოსალოდნელი იყო, მაგრამ საშ. ირანული ტექსტების შესწავლით ირკვევა, რომ სპეციალური ტერმინი „უფლისწულისათვის“ ირანულში (პართულსა და საშ. სპარსულში) არ გვხვდება. არ ჩანს იგი არამეულ იდეოგრამებშიც, რომლებიც სათანადო არამეულ ტერმინებს წარმოადგენენ. გვაქვს იდეოგრამა „მეფე“ (არამ. MLK³), რომელიც ირანულში šāh-ად იკითხება, მაგრამ არ ვხვდებით BRMLK³-ს (შდრ. BR BYT³). რომელიც არამეულში მხოლოდ „უფლისწულს“ ნიშნავს [7, გვ. 2—3]. ასეთ შემთხვევაში პართულად იგი უნდა წაკითხულიყო როგორც šahpuhr (შდრ. vispuhr), რაც მხოლოდ საკუთარ სახელად გვხვდება (შაპურ). სასანურ-ფალაურად უნდა გვეკონოდა šāhpūs, რაც არ არის დადასტურებული არც „უფლისწულის“ მნიშვნელობით და არც საკუთარ სახელად. საკუთრების შემთხვევაში „უფლისწული, მეფის ძე“ საშ. ირანულში იზაფეთით შეიძლება გამოხატულიყო სათანადო ნაწილაკის მეშვეობით; შდრ. pus ī vāspuhr „უფლისწული“ ფალაურ ტექსტში „Sur Saxvam“. ზუსტად: „ძე ვასპურისა“. ეს უკანასკნელი (ვასპურ) აგრეთვე სამეფო ოჯახის წევრს ნიშნავს. აქ შედიან როგორც მეფის ძენი, ისე მისი ძმისწულები, შვილიშვილები, შთამომავლები (მხოლოდ ვაყები) [10]. (ამრიგად, „ვასპურ“ თავის მნიშვნელობით უტოლდება „ვისპურს“). ეს ვითარება შეიძლება გასაგებიც იყოს, თუ გავითვალისწინებთ იმას, რომ პართიის სამეფოში (არშაკიდების დროს) სამეფო ტახტი მემკვიდრეობით არ გადადიოდა. მეფედ ირჩევდნენ სამეფო დინასტიის წარმომადგენელს, სამეფო ოჯახის წევრს—vispuhr-ს (რაც ზუსტად სამეფო სახლის ძეს ნიშნავს) [11]. „ვისპურისა“ ზუსტი სემანტიკური შესატყვისია არამ. „ბარ ბაათა“. სწორედ ეს უკანასკნელი (როგორც მისი პართული ეკვივალენტი „ვისპურის“) წარმოადგენს გარკვეულ ტიტულს (მსგავსად ევროპული „პრინცისა“), წოდებას, რომელსაც სამეფო გვარის წევრები ატარებენ. არშაკიდებისათვის არსებითი იყო წოდება bar baytā (resp. vispuhr) „სეფე-წული“ და არა უფლისწულობა ტახტზე ასვლისათვის. რამდენადაც ყველა ირანულ ოჯახში ვეფეშვილები არიან მემკვიდრეები და ეს ასეა ხანგრძლივი დროის განმავლობაში, ტერმინი vispuhr-ს („ძე ოჯახისა“), ასევე ტერმინი vāspuhr-საც („ის, ვინც განეკუთვნება ოჯახის ძეებს“) შესაძლებელია ეკისრა „მემკვიდრის“ მნიშვნელობა, — ასეცნის ა. ფერისხანიანი, რომელსაც ტერმინი vispuhr/vāspuhr-ის ხმარება „მემკვიდრის“ მნიშვნელობით სადავოდ არ მიაჩნია [10]. ამრიგად, მომავალი მეფე არ იყო აუცილებელია ყოფილიყო უფლისწული, არამედ სეფე-წული (ე. ი. სამეფო ოჯახის მამრობითი წევრი)—bar baytā (= vispuhr). ამიტომაც, ალბათ, პართულში არ არსებობდა ცალკე ტერმინი „უფლისწული“ (šahpuhr). მაგრამ თუკი საჭირო იყო ვინმეს მიმართ აღნიშნულიყო, რომ ზიგი მეფის ძეა (ან მეფის ასული), ეს აღწერით (იზაფეთით) გადმოიცემოდა (შდრ. puhre puhr „შვილიშვილი“) [7, გვ. 162]. აქ უშუალოდ მეფის შვილისა და სამეფო გვარის (ოჯახის) წევრის აღნიშვნათა შორის სხვაობა არ არის. საყურადღებოა, რომ შაპურ I-ის წარწერაში (ტრილინგვაში), სადაც ტექსტი მოცემულია სამ ენაზე: პართულად, საშ. სპარსულად და ბერძნულად, ნერსეს შესახებ ვკითხულობთ: პართ. Naršahi³ BRBYT³ = საშ. სპ. Narsahē ZY BRBYT³ = ბერძნ. Ναρσαχῆς τῶν ἐξ βασιλέων [7, გვ. 215] (ბერძნ. ტექსტი: „ნერსე, იმათგან ვინც მეფეს ეკუთვნის“, „ნერსე, სამეფო (გვარიდან, ოჯახიდან)“; βασιλείαι „მეფური, სამეფო, მეფისეული, აქედან—ἐξ



ბაჰაი). როგორც ვხედავთ, არც ბერძნულ ტექსტში გვაქვს ტერმინი „უფლისწული“.

ზემოთქმულიდან გამომდინარეობს, რომ bar baytā როგორც არამეულ, ისე ირანულ ეპიგრაფიკაში აღნიშნავს „სამეფო ოჯახის წევრს, სეფე-წულს“ ზოგადად და არა „უფლისწულს“. საშუალო ირანულში არამეულისაგან განსხვავებით არ გვხვდება სპეციალური ტერმინი „უფლისწულისათვის“ (არამ. bar malkā), რაც გამოწვეული უნდა იყოს სამეფო ოჯახის წევრთა თანასწორუფლებიანობით ტახტის მემკვიდრეობის თვალსაზრისით. ამდენად, ამ ხანაში სამეფო ოჯახის მემკვიდრე წევრისათვის ცალკე გამოყოფა ტერმინისა აუცილებლობას არ წარმოადგენს. მოგვიანებით, როგორც ცნობილია, შეიქმნა ტერმინი šāhzāde „უფლისწული“ (ახალი სპარსული).

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
გ. წერეთლის საბ.

აღმოსავლეთმცოდნეობის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 3.4.1987)

ГЗЫКОЗНАНИЕ

К. Г. ЦЕРЕТЕЛИ (член-корреспондент АН ГССР)

ТЕРМИН BAR BAYTĀ В АРАМЕЙСКОЙ И ИРАНСКОЙ ЭПИГРАФИКЕ

Резюме

Арамейское словосочетание bar baytā часто встречается как в арамейской, так и в иранской эпиграфике. Буквально оно в арамейском значит „сын дома“ и отсюда—„сын царского дома, царской семьи“, т. е. принц вообще, в отличие от термина bar malkā, обозначающего лишь сына царя—„царевич“. Оба термина встречаются еще в древнеарамейских надписях (с V в. до н. э.), а термин byt² в смысле „царского дома, царской династии“ и в надписях Зинджирли и Сефире (VIII в. до н. э.). В среднеиранском bar baytā приобретает значение идеограммы и читается по-ирански (парф. vispuhr). Однако в среднеиранской эпиграфике нет термина BRMLK² („царевич“), хотя араам. MLK² является идеограммой для иранского термина „царь“ (šāh). Думается, это объясняется тем, что в то время все члены царского дома (муж. пола), т. е. br byt² являлись наследниками престола и поэтому выделение термина, обозначающего специально царского сына, не было необходимым. Позднее, как известно, был образован и специальный термин—šāhzāde „царевич“ (новоперс.).

LINGUISTICS

K. G. TSERETELI

THE TERM BAR BAYTĀ IN ARAMAIC AND IRANIAN EPIGRAPHY

Summary

The Aramaic word-combination bar baytā — both in Aramaic and in Iranian epigraphy — denotes “a member of the royal family” in general. Unlike Aramaic, in Middle Iranian no special term is evidenced for “heir apparent” (Aram. bar malkā); if needed, it is rendered descriptively by an iza-



fet-construction. The absence of a special term for "heir apparent" in Middle Iranian must have been due the equal rights enjoyed by the members of the royal family with respect to the succession to the throne. While in Aramaic usage *bar baytā* denoted an ordinary prince (a member of the royal family), and *bar malkā* "the heir apparent", in the Iranian world *bar baytā*, as "a member of the royal family", was a successor to the throne; hence there was no need at the time for having a special term to denote the member of royal family that was to succeed to the throne. As is known, later the term *šāhzāde* "heir apparent" was coined (New Persian).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Aramaic Handbook, ed. by Fr. Rosenthal, Vol. 1/2, Wiesbaden, 1967, p. 9.
2. И. Н. Виноников. Словарь арамейских надписей, ПС 4, 1959.
3. H. Donner, W. Röllig. Kanaanäische und aramäische Inschriften, B. II, Wiesbaden, 1969.
4. H. Donner, W. Röllig. Kanaanäische und aramäische Inschriften, B. I, Wiesbaden, 1962.
5. Aramaic Handbook, Vol. 1/1, p. 10.
6. И. Н. Виноников. Словарь арамейских надписей, ПС 3, 1958, 212.
7. H. Nyberg. A Manual of Pahlavi, II, Wiesbaden, 1974.
8. Fr. Rosenthal. Die aramaistische Forschung seit Nöldeke's Veröffentlichungen, Leiden, 1964, s. 81.
9. CIS 38, p. 2, 39.
10. A. Pèrikhanian. Notes sur le lexique iranien et arménien,—REArm V, Paris, 1968, p. 18.
11. М. Дьяконов. Очерк истории древнего Ирана. М., 1961.

Д. З. ГОЦИРИДZE

О КРИТЕРИЯХ ПОНЯТИЯ «ФРАЗОВЫЙ ТЕКСТ»

Представлено членом-корреспондентом Академии М. К. Андроникашвили 14.4.1986)

Большое количество трудов по вопросам лингвистики текста свидетельствует о все возрастающем интересе к данной области науки о языке.

Несмотря на обилие работ, касающихся этой области лингвистического исследования, многие явления еще не получили однозначной квалификации в рамках лингвистики текста. Особый интерес представляет определение текстового статуса высшей единицы традиционной языковой иерархии — предложения.

В подавляющем большинстве исследований предложение рассматривается как элементарная единица, посредством которой строится текст. Подобная точка зрения связана с изучением так называемых разрывных текстов, наиболее однозначно соответствующих «программным постулатам». Но там, «где работы по лингвистике текста выходят за пределы программных постулатов и начинают анализировать конкретные явления, эти явления, как правило, рассматриваются в синтаксисе предложения..., что объясняется одной из трех причин» [1, стр. 81], — пишет Петр Сгалл. В качестве одной из них он приводит соображение, что «и единичное предложение может функционировать как текст (как текстовое событие предложение само по себе может представлять высказывание)» [1, стр. 81].

В последнее время появляются работы, в которых отмечается возможность функционирования единичного предложения в качестве текста. Так, Вольфганг Дресслер предлагает принцип отграничения предложения-текста от предложения, ибо последнее является текстово-немаркированным (отсутствует коннектор)» [2, стр. 122]. Ранее В. Дресслер говорил о том, что отдельные предложения могут представлять собой целостные законченные тексты [2, стр. 122]. Хорст Изенберг, рассуждая о предмете лингвистической теории текста, высказывает мысль о необходимости дифференцировать предложение как текст и как часть некоего единства. Там же он отмечает: «Текст есть последовательность из одного или нескольких предложений» [3, стр. 56], предлагая уточнить в этой связи сущность понятия «предложение».

Возможности функционирования в качестве текста единичного предложения касается и М. И. Откупщикова, считающая, что «в качестве частного случая существуют тексты, состоящие из одного предложения, аналогично тому, как существуют предложения, состоящие из одного слова» [4, стр. 10]. Там же она уточняет, что к ним относятся лозунги, некоторые объявления, предупреждения и др.



Как видим, вопрос о возможности единичного предложения выступать в роли текста не подвергался специальному изучению, а, между тем, оно могло бы сыграть определенную роль в деле разработки типологии текстов, особенно необходимой для методики преподавания языка.

К попыткам подобного изучения следует отнести работу И. А. Рудницкой [5]. Выделяя круг явлений, объединяемых понятием «однофазный текст», она включает туда лозунги, призывы, надписи различного рода, заглавия.

К сожалению, отнесение указанных явлений к категории текста не опирается на определенное теоретическое положение, делается, скорее, априори (это, возможно, и не входило в задачу исследователей), поэтому критерии, позволяющие однозначно их квалифицировать, остаются неопределенными.

Как представляется, при установлении критериев, позволяющих относить то или иное явление к текстам, в первую очередь, следует обратить внимание на предикативную автономность. Однако если признать предикативную автономность единственным критерием при определении принадлежности к тексту, то, естественно, стирается грань между предложением и предложением-текстом (в дальнейшем фразовым текстом). В качестве второго критерия предлагаются характер референтной соотнесенности. В отличие от предложения, фразовый текст связан с особой знаковой ситуацией, нитями концептуальной соотнесенности.

Третьим критерием, непосредственно связанным со вторым, является связность, которая в данном случае имеет специфическое проявление. Фразовые тексты представляют собой текстовые аббревиатуры.

В отличие от синтаксической аббревиации, разработанной Г. И. Цибашвили, где аббревируется синтаксическая величина — предложение, в данном случае аббревируется текст, компенсируемый знаковой ситуацией.

Поиски критериев можно было бы продолжить, однако, по нашему мнению, именно указанные выше наиболее полно отражают имманентную природу рассмотренного явления.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 16.4.1986)

ენათმეცნიერება

დ. გოცრიძე

„ფრაზული ტექსტის“ ცნების კრიტერიუმის შესახებ

რეზიუმე

ტექსტის ლინგვისტიკის საკითხები თანამედროვე ენათმეცნიერების ფართო ინტერესს იწვევს. წინამდებარე ნაშრომის მიზანია „ფრაზული ტექსტის“ ცნების კრიტერიუმის დადგენა.

D. Z. GOTSIRIDZE

ON THE CRITERIA OF "PHRASE TEXT" DEFINITION

Summary

Problems of text linguistics are among the most widely discussed issues in modern linguistics.

The aim of the present paper is to determine criteria for "phrase text" definition.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. Сгаал. Сб. «Новое в зарубежной лингвистике», вып. VIII. М., 1978.
2. В. Дресслер. Там же.
3. Х. Изенберг. Там же.
4. М. И. Откупщикова. Синтаксис связного текста. Л., 1982.
5. И. А. Рудницкая. Автореферат канд. дисс. М., 1984.

Ю. В. ЗЫЦАРЬ, Ц. Г. МЕНАБДЕ

ОБ АКТУАЛЬНОМ ЧЛЕНЕНИИ БАСКСКОГО ПРОСТОГО ПРЕДЛОЖЕНИЯ

(Представлено академиком Ш. В. Дзидзигури 9.5.1986)

В настоящей работе мы ставили перед собой задачу показать, что основным принципом АЧПП (актуальное членение простого предложения) в баскском языке является принцип превербальной антепозиции, т. е. постановки актуального предиката перед обычным синтаксическим предикатом (как правило, глаголом) того же предложения. Насколько мы знаем, этот принцип кем-либо в баскологии не заявлен и не описан (в связи с общим состоянием баскского синтаксиса и особенно всей проблематики АЧПП). Между тем, данная проблематика, не говоря уже о самом указанном принципе, имеет исключительное значение не только для построения грамматики баскского языка, но и, как мы надеемся показать в другой работе, для всего исторического его изучения.

Принимая за V обычный синтаксический предикат, совпадающий с глаголом, указанный принцип можно отразить с помощью формулы

$$S^a P^a V/P^a V S^a,$$

где P^a показывает актуальный предикат или рему, а S^a — актуальный субъект или тему.

Как видим из этой записи, место S^a непостоянно (оно зависит от чисто стилистических факторов), тогда как место P^a всегда стабильно: это именно предглагольная антепозиция. Считаю очевидным, что стабильность P^a является отражением самой сущности этого актуального члена, его «главности», его решающего характера в АЧПП баскского языка, а нестабильность позиции S^a возможна лишь при второстепенности этого актуального члена и сразу же наводит на мысль о том, что такая его нестабильность может быть результатом каких-то исторических перемещений с последующим использованием разноместности в стилистических целях. Актант V вводится нами в указанную формулу не потому, что мы хотим соотнести актуальное членение с обычным синтаксическим: оно отражает реалии самого баскского языка, который в своем АЧПП сохраняет V обычного синтаксического членения: В остальном же можно отметить, что в роли P^a может выступать как обычный синтаксический субъект, так и объект etc., хотя чаще всего выступает объект. В роли же S^a тоже может выступать как объект etc., так и обычный синтаксический субъект, хотя обычно выступает именно последний.

В остальной части настоящей публикации мы намерены проде-



монстрировать правильность всех этих положений и особенно самого заявляемого принципа.

Несмотря на то что этот последний, как уже сказано, не заявлен и не описан, т. е. в баскской грамматике эксплицитно не существует, он на имплицитном уровне ощущается настолько отчетливо, что существуют учебники, в которых даются специальные упражнения и параллельно поставленные ряды грамматических структур, рассчитанные на обучение и закрепление указанного принципа. Поэтому мы в наших демонстрациях этого принципа специально обращаемся к материалу одного из учебников [1] и считаем это достаточным.

Нами не освещается ряд вопросов АЧПП и особенно важная проблема соотношения АЧПП с эргативной типологией баскского языка SOV, что мы намерены сделать в будущем.

Учитывая ту отмеченную выше роль для актуализации предиката, которую имеет в баскском языке член V, возникает вопрос: как же актуализируется в АЧПП сам этот член V? К сожалению, на этот вопрос мы также пока не в состоянии ответить, поскольку для этого требуются специальные наблюдения над живой речью. Предварительно мы можем высказать только то предположение, что V в позиции актуального предиката имеет обычно иную интонационную оформленность, нежели в иной позиции.

1. Zer da au?

Что есть это?

Здесь как видим, актуальный вопрос, который в данном случае и составляет актуальный предикат, стоит перед глагольной связкой «есть», da, а член S, выраженный местоимением au, стоит в постпозиции и не является актуальным, как и связка da.

2. Au zer da?

Это что есть?

То же самое, что и в первом случае, но неактуальный именной член стоит в препозиции к основному составу.

3. Au beatza da.

Это палец есть.

где актуальным предикатом является beatza «палец», стоящий перед связкой, а о местоимении au можно сказать то же самое, что и выше.

4. Beatza da au.

Палец есть это.

Ср. 3, с тем различием, что местоимение там в препозиции.

5. Zu nor zera?

Вы кто есть?

Ср. 2.

6. Ni Edurne Lasa naiz!

Я Эдурне Ласа есть!

7. Neska al zera zu?

Девушка ли есть вы?

Здесь, как видим, весь смысл высказывания направлен на выяснение статуса члена neska, который и составляет актуальный предикат, оказываясь поэтому в позиции перед связкой, перед синтаксическим предикатом. Но более того: еще больше актуализирована здесь вопросительная частица al «ли», и она поэтому оказывается еще ближе к связке, стоит перед связкой.

8. Nun da zukurra?

Где есть собака?

Mairean da/dago.

Под столом есть.

Здесь, как видим, весь смысл вопроса и ответа стоит в выявлении местонахождения члена zukurra «собака» и поэтому как вопроситель-



ое слово *pup* «где», так и обстоятельство места *maireap* «под столом» оказываются в положении перед связкой, перед синтаксическим предикатом.

9. *Nor dago egon-gelan?* Кто находится в гостиной?
Egon-gelan Lasa В гостиной — господин Ласа на-
jauna dago. ходится.

Здесь высказывание направлено целиком на выяснение того, кто пребывает в гостиной, а не на выяснение его местонахождения, и, как видим, именно вопросительное слово *nor* «кто» и член *Lasa jauna* «господин Ласа» стоят перед синтаксическим предикатом, выраженным глаголом *egon* «находится».

10. *Norena da liburu ori?* Чья есть эта книга?
Nerea da. Моя есть.

Здесь смысл вопроса и ответа состоит в выявлении принадлежности предмета и члены, показывающие эту принадлежность, стоят в позиции перед связкой, перед синтаксическим предикатом.

11. Возьмем простое повествовательное предложение:
Lasa jaun-andreak etxea dute. Господин и госпожа Ласа имеют дом.

Смысл обоих данных высказываний направлен на выяснение того, что имеют господин и госпожа Ласа, т. е. на *etxea* «дом». Так как по-русски позицией актуального предиката является конечная [2], то в русском эквиваленте «дом» стоит в конце. В баскском предложении *etxea* «дом» стоит перед глаголом «имеют», перед синтаксическим предикатом, так как это позиция актуального предиката.

12. *Jon eta Edurne alki banatan eserita dagoz.* Ион и Эдурне сидят каждый на своем стуле.

«Каждый на своем стуле» здесь более важная констатация, чем что-либо другое, и поэтому данная часть предложения стоит перед группой синтаксического предиката.

13. *Nik harri bat dakart* Я приношу камень.

Здесь актуальным предикатом является объект *harri bat* «камень», ср. структуру SOV, наиболее характерную для всего строя баскского языка, для его синтаксического типа.

Предложение:

14. *Harri bat dakart nik (OVS)* возможно,

но уже не типично для строя языка и существенно отличается стилистически.

Как видим, в приведенном материале нами охвачены:

- 1) утвердительное предложение и его актуальный предикат,
- 2) вопросительное предложение различных типов и его актуальный предикат,
- 3) восклицательное или эмфатическое предложение различных типов и его актуальный предикат.



ი. ზიცარი, ც. მენაბდე

ბასკური მარტივი წინადადების აქტუალური დანაწევრების შესახებ
 რეზიუმე

მარტივი წინადადების აქტუალური დანაწევრების ძირითადი პრინციპი ბასკურ ენაში არის პრევერბალური ანტეპოზიცია, ე. ი. აქტუალური პრედიატის მოთავსება იმავე წინადადების ჩვეულებრივი სინტაქსური პრედიატის (როგორც წესი, ზმნის) წინ.

LINGUISTICS

Yu. V. ZYTSAR, Ts. G. MENABDE

ON THE ACTUAL DIVISION OF BASQUE SIMPLE SENTENCE

Summary

The essential principle of the actual division of a simple sentence in Basque is a preverbal anteposition, i. e. placing the actual predicate before the usual syntactical predicate (a verb as a rule) of the same sentence.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. P. Altuna'tar. Euskera, ire laguna. I, Bilbao, 1967.
2. Ю. В. Зыцарь, К. С. Чайкина. Сб. «Вопросы программированного обучения, методики преподавания иностранных языков в техническом вузе и теории языка». Куйбышев, 1969, 103.

Дж. М. ДЖИНДЖИХАДЗЕ, Ю. В. ЗЫЦАРЬ

ГОД И ОКРУЖНОСТЬ (К ПРОБЛЕМЕ ПРОИСХОЖДЕНИЯ ДЕЛЕНИЯ ОКРУЖНОСТИ НА 360°)

(Представлено академиком Ш. В. Дзидзигури 9.11.1986)

Против связи деления года на 360 дней с делением окружности на 360°, а одновременно и против производности второго от первого имеется лишь возражение Кевича, которое заключается в следующем: если бы шумеро-вавилонское деление окружности происходило действительно от деления года, то его изобретатели, «которые по смещению времени года очень скоро должны были заметить ошибку в 5 дней, разделили бы окружность не на 360, а на 365 частей, подобно тому, как поступили китайцы, делившие окружность на $365\frac{1}{4}$

градусов» ([1], с. 81). Однако считать это возражение сколько-нибудь обоснованным вряд ли можно, и дело не только в той первопричине, из-за которой Кевич отказывается связать соответствующие два деления (а этой первопричиной является не столько отношение их самих друг к другу, сколько отсутствие их отношения к шумеро-вавилонской шестидесятеричной системе счисления, сокращенно — ШШС), но еще и в том, что само понятие и название года у многих народов ассоциируется с понятием круга и его названием. Кроме того, особенно на фоне данной широко распространенной ассоциации чрезвычайно трудно допустить случайность в совпадении чисел 360 дней в году и 360 градусов в окружности (имеется в виду шумерский год, один из его вариантов, состоявший из 360 суток).

И между прочим, в том, что деление окружности на 360 частей не имеет под собой никакой естественной основы, а число 360 дней близко к реальному астрономическому, т. е. 365, мы имеем первый довод в пользу того, что именно деление года на 360 дней является исходным для деления окружности на 360°, а не наоборот.

Далее, приводимый Кевичем факт, что китайцы делили окружность на 365°, говорит типологически о связывании у культурных народов древности деления окружности с делением года при исходности последнего и производности первого, т. е. этот факт говорит против возражения самого Кевича.

Кевич не учитывал также, что, как упомянуто только что, у шумеро-вавилонян не только окружность, но и сам год в одном из его вариантов (округленном) равнялся 360 дням (при втором варианте — 365 дням). Шумерские жрецы (а деление окружности на части, конечно, должно было производиться уже жрецами), следовательно, стояли перед выбором: делить окружность по образцу их года из 360 или по образцу их же года из 365 дней. И вполне естественно, что они предпочли первый из этих вариантов в силу круглости числа 360 (разрядность по 10) в сравнении с 365.



Здесь можно сказать и более: ведь и относительно самого года (а не только окружности на основе года) у самых различных народов древности и современных всегда существовало стремление к округлению числа дней до 360 (с отдельным учетом или с приплюсованием в той или иной форме остальных пяти), обусловленное тем, что продолжительность месяца (опять-таки для круглого счета) принималась часто за 30 дней (вместо 28 с лишним или 29 реального лунного цикла), и при наличии 12 месяцев (лунарных циклов) в году это давало суммарное число именно 360.

Вот почему, в частности, и у майя, в отличие от китайцев, а не только у шумеров-вавилонян год равнялся 360, а не 365 дням: для того чтобы это число 365 не округлять до 360 при исчислении года, нужно было иметь чисто китайский характер с его терпеливой тщательностью и стремлением к сверхпунктуальности. Впрочем, повторяем, что у шумеров же, наряду с округленным, бытовал год почти китайского типа из 365 дней.

Кстати, само округление года до 360 у шумеров было, очевидно, тоже продиктовано делением потока дней на месяцы с округлением числа дней в месяце до 30, и во всяком случае у них, наряду с двумя вариантами солнечного года, сохранялся еще и лунный год из 354/55 дней.

Если, таким образом, М. Кантор, а задолго до него Формалеони и др. неправоммерно и безуспешно пытались вывести ШНС из деления окружности (не менее безнадежно было выводить эту систему из календарного года), то само деление окружности они вполне правоммерно выводили из шумерского округленного календарного года.

Необъясненным нами остается следующее противоречие. Если деление окружности у шумеров является производным от деления года, то как объяснить тот факт, что в этимологии известна, наоборот, производность значения «год» от «круг» и что само понятие года основано на понятии круга у самых различных народов.

Объяснение состоит в следующем. Как нам кажется, здесь противоречие мнимое, так как в одном случае речь идет не о круге, а об окружности и о происхождении даже не самого понятия окружности, а ее деления на 360, в другом же случае речь идет о понятии именно круга без его деления на части в самом элементарном значении этого слова в самых различных языках, где к тому же это значение «круг» связано со значением шара или таких шарообразных предметов, как голова, легкое, колесо, яблоко и т. д. (ср. по Ю. В. Зыцарю баск. *ur-te* «год» от *ur* «круг», «шар», «голова», «вращение» с помощью суффикса *-te*, обозначающего ныне глагольную итеративность и именную повторительность, периодичность чего-либо, груз. *ṣel-i* «год» от *+ṣer-i* «круг»-ср. совр. груз. *ṣe* «круг», этимология И. А. Джавахишвили [2], и т. д.).

В одном случае речь идет, следовательно, о продукте научного творчества шумерских жрецов, а в другом случае — о продукте коллективного мышления народов, и несомненно, что это продукты совершенно различных исторических эпох, так что даже у тех же самых шумеров сначала в связи, возможно, с конкретными значениями типа «голова» должно было появиться обозначение шара или круга, затем на этой основе — обозначение года как кругообразной смены времени года или хозяйственно-климатического цикла, а затем уже шумерские жрецы, открывшие геометрическую окружность, должны были разделить ее на 360 частей потому, что и самый свой хозяйственно-клима-

тический цикл, т. е. год, они к этому времени округленно делили на 360 частей.

Незачем говорить, насколько, согласно этой схеме, конкретное, предметное и стихийно-народное развитие предшествует более абстрактному и научному: «круг, шар» в связи с «голова» и т. д. >«год» как цикл, календарный «круг», затем уже деление года на 360 частей> деление геометрической окружности на 360 частей.

Как это особенно часто бывает в истории любой науки, сама по себе идея (не просто календарного происхождения числа 360 у шумеров, но и) связи этого числа 360 по происхождению с делением года на месяцы не является у нас новой, что, разумеется, только подтверждает эту идею, ср.: «хаалден» (т. е. шумеры. — Дж., З.) выработали и календарь... В основе его за год был принят период, в течение которого солнце совершает свой путь по эклиптике. Этот период был разделен на 12 частей по 30 дней в каждом согласно движению Луны около Земли ([3], с. 12). Этот совершенно правильный подход несколько не мешал, однако, тому же автору (Н. И. Чистякову) выводить деление окружности не из деления года, а из наблюдений за движением Солнца в день равноденствия.

Наконец, что касается происхождения деления часа на 60 минут, то, казалось бы, здесь все ясно и нам просто нечего добавить к тому, что по этой части известно. И действительно, нет, конечно, сомнения, что деление часа на минуты восходит к центральному числу ШШС, т. е. к числу 60, но, учитывая, что минутное деление часа изобреталось жрецами уже при наличии тех или иных часовых инструментов, а также ту роль, которую жрецы придавали дробям, связывая с ними духов, можно высказать предположение, что в основе деления часа на минуты лежит прежде всего шестидесятеричность шумерских дробей. То же относится и к шумерской шестидесятеричной системе мер и весов.

Шумерские дроби, кстати сказать, сохранялись у нас до самых последних времен. В Западной Европе шумерские шестидесятеричные дроби употреблялись до XVI в., а в России они встречаются еще в арифметике Магницкого, изданной в 1704 г.

Тбилисский государственный
университет

Абхазский государственный
университет

(Поступило 9.1.1987)

ანათმეცნიერება

ჯ. ჯინჯიხაძე, ი. ზივარი

წელიწადი და წრეწირი

(წრეწირის 360°-ად დაყოფის წარმოშობის კრონოლოგიის შესახებ)

რეზიუმე

გამოკვლეულია კალენდარული წლისა და წრეწირის 360 ნაწილად დაყოფის წარმოშობის საკითხი. მოცემულია მეორე მათგანის მეორეულობის დამტკიცების ცდა.

J. M. JINJIKHADZE, Yu. V. ZYTSAR

YEAR AND CIRCLE
(TOWARDS THE DIVISION OF A CIRCLE INTO 360°)

Summary

Based on the number of days in a year, an attempt is made to shed light on the origin of the division of a circle into 360°.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

- 1 G. Kewitsch. Zweifel an der astronomischen und geometrischen Grundlage des O-Systeme, Zeitschrift für Assyriologie, t. XVII, s. 73-95.
- 2 ივ. ჯავახიშვილი. ქართველი ერის ისტორია. წიგნი პირველი. შესავალი, თბილისი, 1950.
- 3 Н. И. Чистяков. Числовые суверния. М.—Л., 1827.

ლ. კვიციანი

ადამიანში სამყაროული ჰარმონიის ასახვისათვის

(წინაგული, გულის ყაფაზი და გალობა)

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა თ. ყაუხჩიშვილმა 31.11.1987)

ცნობილია, რომ ადამიანის სხეულის ასო-ნასხმანთა ზოგი ბერძნულ-ლათინური სახელწოდება თავდაპირველი მნიშვნელობით გარემოს საგანთა სახელებს წარმოადგენს, ხოლო ასო-ნასხმანთა მნიშვნელობებით ეს სიტყვები, როგორც *μυρμιρ* ზმნის შინაარსის ცვალება მიგვანიშნებს, ლიტურგიკული ლათინურის სფეროში შემოდის: *μυρμιρ* ძველ ბერძნულში ზოგადად «მსახურებას» ნიშნავდა, შემდეგ მიიღო «კურნების» შინაარსი, ხოლო მკურნალი მხოლოდ ანგელოზთა საზომით განზომილი წმინდანი შეიძლება ყოფილიყო, ამდენად, კურნება ერთგვარ ღმრთისმსახურებას გულისხმობდა.

ზემოთქმულთან დაკავშირებით ჩვენი ყურადღება მიიქცია atrium-მა; იგი ითარგმნება როგორც წინაგული (предсердие). მარჯვენა და მარცხენა წინაგული გულის ორი ნაწილია. ამავე დროს ატრიუმი რომელი სახლის საკვამურიან დაბაზს ნიშნავს. მაშასადამე, ადამიანმა გული აგებულებით სახლს მიმსგავსა: „სახლის“ განზოგადება კი არათუ ქალაქად და ქვეყნად (ბერძნული *οίκος* «სახლი» და ლათინური vicus «სოფელი, ქვეყანა» საერთო ძირიდან მომდინარეობს), არამედ გალობად, როგორც ღმრთის საყდრად (*οίκος* ბიზანტიურ კონსტანტინოპოლში გალობის სახეს ჰქვია), საკმაოდ ძველია. სხვადასხვა ცივილიზაციის მითებში ხომ ღმრთის სამყოფელი მელოდიებისაგან არის აგებული; ხოლო შემდეგ ადამიანის სხეულს ქნარს ადარებენ. მაგრამ ჯერ განხედ დავტოვოთ „გალობა“ და მივუბრუნდეთ ატრიუმს, ანუ «დაბაზს», «ქორას» და «წინაგულს».

გრიგოლ ნოსელი, ადამიანის აგებულების შესახებ სპეციალური ტრაქტატის შემოქმედი, გარემოს საგრძნობელთა დანაწილებას ადამიანში ამსგავსებს ქალაქში სახლის, ტაძრის, ფოლოცის და სხვათა განლაგებას; დაასკვნის: „მე ამას სახესა ზედა ვხედავ ქალაქსა მას გონებისასა“ [1] და ა. შ. გრიგოლ ნოსელის „კაცისა აგებულებისათვის“ იმ აზრს იცავს, რომ „უზუშთაესი იგი ასოთა და უმთავრესი გული არს... მიმწევნელი მჭურვალეებისაჲ მის სულიერისაჲ და ცხოველებებისაჲ ყოველთა შინა ასოთა, რომელი დაჰბადა დამბადებელმან, რაჲთა იყოს იგი მპყრობელ ძალითა თუსითა ყოველისა გუამისა. და ესე ამისთვის, რაჲთა არარად დაშთეს განგებისაგან მისისა უქმად და ურგებად“ [1]... ამასთან, წარმართ მოაზროვნეთაგან განსხვავებით, გრიგოლ ნოსელი თვლის, რომ გონება ერთ ასოში კი არ არის დამკვიდრებული, არამედ ყოველ ასოს სწვდება. ასე რომ, გული არ წარმოადგენს ცნობიერების ბუდეს. გულისა და გონების ურთიერთმიმართების საკითხი უაღრესად რთულია და რუსთველისეული გულის, ცნობის და გონების ერთმანეთზე დამოკიდებასაც მოიცავს.

რას წარმოადგენს ეტიმოლოგიურად ატრიუმი? ა. ერნუ შესაძლებლად მიიჩნევს ამ სიტყვის ეტირუსულ წარმოშობას; შემდეგ აცხადებს, „ატრიუმი“ (=საკვამურიანი ქორა ან სამეფოთა კარი, რომლითაც აღნიშნავენ ბაზილიკის



მისადგომებს, ზოგჯერ ბაზილიკასაც) ეგების ცეცხლის ძველი სახელწოდების ტრანსფორმაცია იყოს ან *ater* სიტყვიდან მომდინარეობდესო [2]. *ater* «მუქია», «შავი» და ცეცხლთან «წვა» აერთიანებს. ბერძნულად სახეცვლილი *atrium* — *αἴθριον*, პ. შანტრენის თანახმად, *αἴθρα*-დან არის («ანთება», «ცეცხლის მოკიდება»), აქედანვეა *αἴθρη* — «ეთერი». პ. შანტრენი საერთო-ინდო-ევროპულ ძირს ხედავს და სანსკრიტსაც უკავშირებს [3]. იქნებ *atrium* — *αἴθριον*-ის წინაგულთან იდენტურობა აგვისხნას არსი ხალხურ მედიცინაში სამკურნალო საშუალებად ხმარებული «ქვეყნის გულისა» (ვმეყარებით ზეპირად მოცემას).

ყოველ შემთხვევაში, შეიძლება ითქვას, რომ ატრიუმში ადამიანის სხეულისათვის გაიზრება იმად, რაც ეთერია მთელი სამყაროსათვის. საგულისხმოა, რომ ეთერის საქმებელ გალობაში ფსევდო-ორფევსი მას პირდაპირ უწოდებს ქვეყნიერების ურჩეულეს კავშირს, ყოველი სულდგმულისათვის ცეცხლის კვალს, ცეცხლით მფუშინავს, ვარსკვლავების და მზისა და მთვარის წილს, რომელიც მგალობელს საზომელად უნდა ექმნეს (თარგმანი ჩვენია, იბეჭდება). აქ ურიგო არ იქნებოდა ხალხური «ეთერიანის» ვარსკვლავთმეტყველების გათვალისწინება.

ერთი მხრივ, წინაგულისა და სხეულის, მეორე მხრივ, ეთერისა და სამყაროს შესაბამისობის კონკრეტული მაგალითის მიხედვით თვალნათლივ ჩანს გზა, უკეთ, მისავალი «გარეშეთა მათ ბრძენთა», ანუ წარმართ ფილოსოფოსთა, შეხედულებისა: «მსგავს არს კაცი დიდს ამას სოფელსა» ან «კაცი სოფელი არს მცირე დიდსა შინა, რამეთუ სტუქისნი იგი (=ასონი ნემესისთან) ყოველითურთ პოვნილ არიან მას შინა» [1]; «მცირედ სოფლად» ისიტყუვის» [4] და სხვ.

მხოლოდ დავსძენთ, თუ წინაგული «შავს» უკავშირდება, იქნებ გარკვეული აზრი იმარტებოდა გულშავი ნაყოფის მქონე ბზის შერჩევაში ქართული ბზობის დღესასწაულისათვის, რამდენადაც ბზობის სწორზე სიკვდილის დამორგუნველი სამყაროული ცეცხლის ძირი უნდა აღმდგარიყო.

«გულის ყაფაზი» უდრის *thorax*-ს (*მარჯე*) [5]. მნიშვნელობა გამჭვირვალე: გულის აბჯარი, ჯავშანი. სპეციალისტები განმარტავენ, რომ «ყაფაზის» პირველადი მნიშვნელობა აღმოსავლურ ენებში, აქადურიდან მოკიდებული [6], არის «ჩაქვი», «გალია», ე. ი. «წნული», «შეკრული». როგორც «ატრიუმის», «ყაფაზის» პირველადი მნიშვნელობაც სხვაა, არა «წინაგული», არა «გულის ყაფაზი». ძველ ფილოსოფოსებს, რა თქმა უნდა, შეუმჩნეველი არ დაჩრებოდათ შუამდინარული მითოსი, რომ სამყაროსაც ვარს აკრავს ბადე (საბარ-მახ), რათა არა განირღვეს და ქაოსში არ დაინთქას [7]. უფრო გვიან ადამიანმა განრღვეული სამყაროს პარმონიის აღდგენა სცადა კაცობრივისა და ღვთაებრივის შეზავებით; ხოლო წინაგულის ეთეროვნება, ისე როგორც გულის ყაფაზისა და ღმერთის საყდრის თხზულ-ყოფა (ღმერთის საყდარი მითოგრაფოსისათვის გალობაა, გალობა კი «თხზულს», «წნულს» გულისხმობს [8]), ის ძირებია, რომლებითაც ადამიანი ქრისტიანულ ანტითეზებს მიადგა და დაუტყვენელს ვითარცა სიყვარულის დატყვნა, კვეთის უკვეთელობა, უამის უყამობა თუ სძლის უსძლოობა იწამა. ვთქვათ, არანაკლებ ფროიდიზმისა, იმდენად მძიმე იყო სამყაროს გვირგვინოსნად აღსაყდრების ქრილობა, იმდენად მძაფრი იყო ტახტის სიცივე, რომ ღმერთების მორჩილებისაგან თავაწყვეტილმა კაცმა კვალად ღმერთს შეაფარა თავი და ქრისტიანული წელთაღრიცხვა დაიწყო. მომავლის განცდაზე რომ არაფერი ვთქვათ, წარსულის შეგრძნებაც, ისტორიის განცდა იმდენად ადამიანურია, რომ შუა საუკუნეების ადამიანს წარსულისაგან მია-



ხედებს, და პირველყოფილ ჰარმონიას მონატრებს. შემდეგ სხვარიგად უბრუნდებიან რენესანსი და ახალი საუკუნეები პითაგორას თუ პლატონს, პროტაგორას თუ დემოკრიტეს [9, 10].

ბოლოს, ჩვენი სტატიის საგანთან დაკავშირებით საყურადღებოა ერთი ქრესტომათიული ჰემარიტება: გული მდებარეობს გულმკერდის ღრუში მეორე და მეხუთე ნეკნებს შორის. და ეს მაშინ, როდესაც „გუამი დაებადა მსგავსად ქნარისა მის მძნობართაჲსა“ [1] (შდრ.: „განეშოროს რაჲ სული, ყოვლად უღრეკად და უქმად ჰგეის სხეული, ვითარ რაჲ კელოვნისა განეშორებასა მიუღრეკელად ჰგეის ორლანოჲ [4]). თუ რიცხვთა სიმბოლიკას სამუსიკო სიმბოლისმეტყველების განვითარებაში ანგარიშს გავუწევთ, აქაც ალბათ ესმოდათ სამყაროული ჰარმონიის ძლიერი ექო. მეორე ხომ ის ოდაა, რომლის უგულვებლყოფითაც დაირღვა „სფეროთა ჰარმონია“ ბიზანტიურ ჰიმნოგრაფიულ კანონში. ეს ჰარმონია ქართულ კლასიკურ საგალობელში იქნა აღდგენილი X საუკუნეში. ანაქრონიზმი სრულიად უადგილოა. გამის მეორე საფეხური ქართულ ხალხურ მუსიკაში დომინანტას ფუნქციას ასრულებს. მეხუთე საფეხური კი დომინანტაა ევროპულ მუსიკაში (ქართულ სამუსიკო სისტემაში დომინანტურია ავროთვე მეშვიდე საფეხური) [11]. გალობის მეტრში რიცხვთა კანონზომიერებები ერთგვარად ხორცს ისხამს; ხოლო ადამიანი გაჩენის წუთიდანვე (როგორც თავად იგი, მითოგრაფოსი თუ პოეტი, ღმერთების დაბადების ამბავს მოგვითხრობს) ძალას იკრებს შეიცნოს თავი და ჰარმონია იკვლიოს საკუთარ სხეულშიც და გარესამყაროშიც.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

გ. წერეთლის სახელობის

აღზოგელთმცოდნეობის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 5.11.1987)

ФИЛОЛОГИЯ

Л. С. КВИРИКАШВИЛИ

კ ВОПРОСУ ОБ ОТРАЖЕНИИ КОСМИЧЕСКОЙ ГАРМОНИИ В СТРОЕНИИ ЧЕЛОВЕКА

(предсердие, грудная клетка и песнь)

Резюме

Некоторые греческо-латинские названия членов человеческого тела в первоначальном смысле представляют собой имена предметов внешнего мира. Человек уподоблял сердце дому, а обобщение дома не только как мироздания, света (*οἶκος* и *vicus*), но и как местопребывания бога очень старо. Этимологическое наблюдение над *atrium*—*ἀθήριον* показало, что предсердие для человеческого тела — то же самое, что эфир для мироздания, и открывается путь, по которому языческие философы пришли к представлению: «Подобен человек большому миру». В работе исследуется *thorax* в значении «грудной клетки» (*gulis qarazi*), уподобляемой миру, который в мифе опутан сетью, дабы он не разрушился и не расплылся в хаосе. В мифах разных цивилизаций также соткана песнь (*galoba*) как местопребывание бога. Сильное эхо космической гармонии в местоположении сердца человека, вероятно, философы воспринимали на основании символики чисел.

L. S. KVIRIKASHVILI

 ON THE REFLECTION OF COSMIC HARMONY IN THE
 STRUCTURE OF MAN (auricle, thorax and song)

Summary

Some Graeco—Roman terms for parts of the human body were, in their original sense, names of objects of the exterior world. Man likened the heart to the house; the generalization of “house” not only as the Universe, as the world (οἶκος and vicus), but also as the abode of God, is a very old notion. An etymological study of “atrium” — ἀτρίαιον — has shown that the auricle is, to the human body, the same thing as ether is to the Universe; this reveals the path along which pagan philosophers approached the notion “Man is like the great world”. A parallel is drawn between “thorax” in its original meaning, and in its meaning as a part of the human body (gulis qapazi) likened to the world which, in the myth, is enmeshed in a web to prevent it from destruction and diffusion in chaos. In the myths of various civilizations, song (galoba) is also woven as the abode of God. Philosophers might have perceived the mighty echo of cosmic harmony in the location of the human heart on the basis of the philosophy of numbers.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. უძველესი რედაქციები: ბასილი კესარიელის «გეჟუსთა დღეთაჲსა» და გრიგოლ ნოსელის თარგმანებისა «კაცისა აგებულებისათჳს», X—XIII სს.-ის ხელნაწერთა მიხედვით გამოცემა. თბილისი, 1964, 160, 226, 177, 166.
2. A. Ernout, A. Meillet. Dictionnaire étymologique de la langue latine, Paris, 1967, s. v. atrium.
3. P. Chantraine. Dictionnaire étymologique de la langue grecque, Paris, s. v. ατρίαιον.
4. ნემესიოს ემესელი. ბუნებისათვის კაცისა, იოვანე პეტრიწის თარგმანი, ს. გორგაძის გამოცემა, ტფილისი, 1914, 22,6.
5. სიმ. ყაუხჩიშვილი. ლათინურ-ქართული ლექსიკონი. თბილისი, 1961. s. v. thorax.
6. Akkadisch—Sumerisches Glossar, herausgeg. von Deimel, Rom, 1937, s. v. kapāsu.
7. ზ. კიკნაძე. შუამდინარული მითოლოგია, თბილისი, 1979, 95.
8. ლ. კვირიკაშვილი. პიშნოგრაფიული კანონის კომპოზიცია, თბილისი, 1982, 103—114.
9. об. D. Koenigsberger. Renaissance Man Creative Thinking (A History of Concepts of Harmony, 1400—1700), Hassocks, Harvester press, 1979.
10. Л. Н. Столович. Сб. «Античная культура и современная наука». М., 1985, 13—17.
11. ვ. გვახარია. თსუ და იენის უნივერსიტეტის შრომები, 132/142, 1971, 107—123.

УДК 62(091)

ბაქანიის ისტორია

დ. ლვინვაძე

ბაგრატიონი და ლ. ელსნერი — სუფთა ლითონების ციანიდებში ხსნადობის პირველი მკვლევარები

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. ჯაფარიძემ 28.4.1986)

1843 წ. სექტემბერში პეტერბურგის მეცნიერებათა აკადემიის ბიულეტენში გამოაქვეყნა პეტრე ბაგრატიონის სტატია „კალიუმციანიდისა და კალიუმის ფეროციანიდის ლითონგამხსნელი თვისებები“ [1].

1844 წ. იანვარში გერმანულმა ჟურნალმა „Praktische Chemie“-მ გადმობეჭდა პეტრე ბაგრატიონის ეს სტატია [2]. 1846 წ. კი იმავე „Praktische Chemie“-ში გაჩნდა დოქტორ ლ. ელსნერის შრომა „დაკვირვებანი სუფთა ლითონების ქცევაზე კალიუმციანიდის წყალხსნარში“ [3].

ელსნერის სტატია საინტერესოა ლითონების ქცევის აღწერის თვალსაზრისით კალიუმციანიდის წყალხსნარში, მით უმეტეს, რომ სწორედ ბაგრატიონის სამუშაოს გაცნობამ უბიძგა ალბათ მას ამ კვლევებისაკენ — თავისი შრომის დასაწყისში სხვებთან ერთად ბაგრატიონს და მის ნაშრომს იხსენიებს.

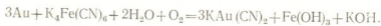
ცნობილია, რომ ბაგრატიონს ეკუთვნის მოსაოქროვებელი ხსნარების დამზადების არაერთი რეცეპტი. ერთ-ერთი ასეთი ელექტროლიტის ხსნარის შედგენაზე მუშაობისას მან შენიშნა, რომ ზედაპირი ტიველისა, რომელიც შიგნიდან მოოქროვილი იყო და რომელშიაც ინახავდა კალიუმის ციანიდის წყალხსნარს, თითქმის მთლიანად ამოკმულიყო. ამ შემთხვევამ აფიქრებინა, რომ შეიძლებოდა ოქროს ხსნადობის გაზრდა მისი უკიდურესი დაწვრილმანებით. ბაგრატიონმა თვითონ მიიღო წვირილდისპერსული ფხვნილი ოქროს ქლორიდიდან ($AuCl_3$) რკინის სულფატი ($FeSO_4$) მისი გამოლექვის გზით.

ოქროს ასეთი ფხვნილი რომ მართლაც იხსნება კალიუმის ფეროციანიდის ხსნარში ბაგრატიონმა იმით დაამტკიცა, რომ ამ ხსნარში მოსაოქროვებელ ნიმუშზე ოქრო გამოიყო ხსნარში ელექტრული დენის გატარებით.

შემდგომი ცდებით ბაგრატიონმა დაადგინა, რომ გათბობა განსაკუთრებით უწყობდა ხელს ლითონური ოქროს გახსნას. გეიხვენა, რომ დენის გარეშეც კი ცხელ მოსაოქროვებელ ხსნარში ჩაშვებულ ვერცხლის ან სპილენძის ფირფიტაზე ილექებოდა ოქროს ფენა. მკვლევარის თვალს არც ის გამოპარვია, რომ ფირფიტების ზედაპირი ასეთი მოოქვრისას მეტად ზიანდებოდა კალიუმის ციანიდის აგრესიული ბუნების გამო, ამიტომ მან ნაკლებად აგრესიულ გამხსნელს — კალიუმის ფეროციანიდს მიმართა. ეს უკანასკნელი ოქროს თუმცა ძალიან ნელა ხსნიდა, ნაკლებად მოქმედებდა სპილენძისა და ოქროს ნაკეთობების ზედაპირზე და მოოქვრავდა უფრო მყარი და ლამაზი, მკრალი შეფერილობისა გამოდიოდა. ასეთი დაფარვა კი მიიღება მაშინ, როცა ფენა საკმაოდ სისქეს აღწევს. კალიუმის ციანიდის ან ფეროციანიდის წყალხსნარში ახლადგამოლექილი ოქროს ფხვნილის გახსნის პროდუქტი ოქროს ციანიდური კომპლექსია — $KAu(CN)_2$, სადაც ოქრო არის $Au(I)$ -ის სახით. ასეთი ხსნარიდან კი ელექტროლიზური ხერხით მოოქროვებისას ნაკეთობის ზედაპირზე გამოყოფილი ოქროს რაოდენობა სამჯერ მეტი, ხოლო დენის ხარჯი შესაბამისად სამჯერ ნაკლები უნდა იყოს, ვიდრე Au_2O_3 -ის ან $AuCl_3$ -ის გახსნით მიღებული

ელექტროლიტის დროს, როგორც ამას აკეთებდნენ ბარგატიონის წინამორბედები [4].

ოქროს გახსნა ფეროციანიდში გამოიხატება შემდეგი განტოლებით:



ეს რეაქცია იმ მდგომარეობაში მეტად ნელა მიმდინარეობს, დუღილისა და ჰაერის ჩაბერვისას კი, ისევე როგორც სპილენძი და ვერცხლი, ოქროც იხსნება საკმაო სიჩქარით [5].

ბაგრატიონმა მკვლევარის დიდი აღლოს წყალობით ივარაუდა ჰაერის ქანგბადის მონაწილეობა ოქროს გახსნისას და სათანადო ცდითაც დაადასტურა ეს. ოქროს ფირფიტა, რომელიც მან ჩაკიდა ციანიდით ნახევრადშეესებულ ქურჭელში, 3 დღის შემდეგ თითქმის მთლიანად გაიხსნა. ეს გახსნა განსაკუთრებით დაეტყო ფირფიტას ხსნარი — ატმოსფეროს შეხების საზღვარზე. ბაგრატიონმა მოსაზრებაც კი გამოთქვა ოქროს გახსნის პროდუქტებზე ციანიდურ ხსნარში, თუმცა ბოლომდე ვერ ახსნა რა შედგენილობისა უნდა ყოფილიყო მიღებული კომპლექსნაერთი, ამისი მიზეზი კი ალბათ ექსპერიმენტული მასალის უკმარისობა იყო. ბაგრატიონმა ცვლებითვე დაასაბუთა, რომ ვერცხლისა და სპილენძის ფოლგაც და მათივე წმინდა ძაფებიც ზუსტად ისევე იხსნება კალიუმის ფეროციანიდში როგორც ოქრო. ამიტომ მან ამ ლითონების გამხსნელთა შორის კალიუმის ციანიდი და ფეროციანიდი დაასახელა.

ელსნერმა თავისი კვლევებისათვის სუფთა ლითონების ხსნადობის შესასწავლად ბაგრატიონისაგან განსხვავებით ერთადერთი აგენტი — კალიუმის ციანიდი აირჩია. ელსნერის აზრით ბაგრატიონმა ოქროს ხსნადობა ციანიდებში მხოლოდ ოქროს ფხვნილისათვის დაადგინა [3], რაც არ შეეფერება სინამდვილეს და რაზედაც ზემოთ უკვე იყო საუბარი.

ელსნერის მიერ შესწავლილი ლითონთა ჯგუფი თუმცა გაცილებით ფართოა (Zn, Fe, Ni, Cd, Hg, Sn, Cu, Ag, Au, Pt). კვლევის მეთოდიკა არსებითად ანალოგიურია ბაგრატიონის მიერ ჩატარებული ცდებისა. ლითონების ნიმუშები თხელი ფირფიტების, ბურბუშელის ან მეტად წმინდა ნახერხის სახით იყო; ვერცხლისწყალი კი ცხადია, თხევადი. ნიმუშს ელსნერი ათავსებდა კალიუმციანიდის წყალხსნარიან სინჯარაში, მხოლოდ პლატინას იკვლევდა იგი გლუვანური მოოქროვებისას მისი ანოდად გამოყენების დროს. მან დაადგინა, რომ წინდაწინ გამოწონილი პლატინის ფოლგა, რომელიც მოვერცხვლის აბაზანაში იყო ჩაშვებული ანოდად 4 საათის განმავლობაში, წონაში უცვლელი დარჩა, რაც ამ ლითონის ციანიდში უხსნადობაზე მეტყველებს.

ცდების შედეგების საფუძველზე KCN-ის წყალხსნარში ქცევის მიხედვით შესწავლილი ლითონები ელსნერმა დაყო ორ ჯგუფად: ლითონები, რომლებიც არ იხსნება (Pt, Hg, Sn), და ლითონები, რომლებიც იხსნება KCN-ში (Zn, Fe, Ni, Cd, Cu, Ag, Au). ლითონთა მეორე ჯგუფი კი თავის მხრივ გაყო ორ ქვეჯგუფად: ლითონები, რომლებიც იხსნებოდა წყლის დაშლის ხარჯზე (Fe, Cu, Zn, Ni) და ლითონები, რომლებიც იხსნებოდა ჰაერის ქანგბადის მონაწილეობით (Ag, Au, Cd).

ელსნერის მიერ მიღებული შედეგები ოქროსა და ვერცხლის მიმართ კალიუმის ციანიდის წყალხსნარში ხსნადობის თაობაზე კიდევ ერთხელ ადასტურებს ბაგრატიონის მიერ მიღებულ შედეგებს. მაგრამ ოქროსა და ვერცხლის გვერდით კადმიუმის მოთავსება ნაცვლად სპილენძისა არა სწორია. ელსნერმა, ისევე როგორც ბაგრატიონმა, შენიშნა ჰაერის ქანგბადის მონაწილეობა ოქროსა და ვერცხლის გახსნისას კალიუმის ციანიდში, მოგვიანებით ეს რეაქცია



წვე გამოხატა ტოლობით, რომელიც დღეს ელსნერის რეაქციის სახელითაა ცნობილი [6].



სადღესოდ ცნობილია, რომ ოქროს, ვერცხლისა და სპილენძის გახსნის პროცესის კინეტიკას ციანიდურ ხსნარებში მსგავსება ახასიათებს [7]. ელსნერმა კი სპილენძს განსხვავებული ქცევა მიაწერა და იგი რკინის, თუთიისა და სპილენძის რიგში მოათავსა. თუთია და ვერცხლისწყალი ორივე იხსნება KCN-ში, თუმცა მეორე მან უხსნადი ლითონების ჯგუფს მიაკუთვნა; თუთია კი იხსნება, მაგრამ არა წყლის დაშლის ხარჯზე [7].

ზემოთ მოყვანილი მასალა ცხადყოფს, რომ ბაგრატიონს ეკუთვნის პირველობა ლითონური ოქროს, ვერცხლისა და სპილენძის ხსნადობის დადგენაში როგორც მარტივ ისე რთული ტუტეციანიდების წყალხსნარში; ამ პროცესში ტმოსფერული ეანგზადისა და გათბობის დამაჩქარებელი როლის აღნიშვნაში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 არაორგანული ქიმიისა და
 ელექტროქიმიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 30.5.1986)

ИСТОРИЯ ТЕХНИКИ

Д. С. ГВИНЕПАДЗЕ

П. Р. БАГРАТИОНИ И Л. ЭЛЬСНЕР—ПЕРВЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ
 РАСТВОРИМОСТИ ЧИСТЫХ МЕТАЛЛОВ В ЦИАНИДНЫХ
 РАСТВОРАХ

Резюме

В статье рассмотрены труды П. Р. Багратиони (1818—1876 гг.) и его немецкого современника Л. Эльснера о растворимости чистых металлов в водных растворах цианидов. Показано, что П. Р. Багратиони первый с полной ясностью указал на растворимость меди, серебра и золота в водных растворах цианидов $[\text{KCN}, \text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6]$, отметил непосредственное участие атмосферного кислорода при растворении золота и указал на благоприятную роль подогрева.

HISTORY OF ENGINEERING

D. S. GVINEPADZE

P. R. BAGRATIONI AND L. ELSNER—THE FIRST INVESTIGATORS OF
 SOLUBILITY OF PURE METALS IN CYANIDE SOLUTIONS

Summary

The paper considers the works of Pierre Bagrationi (1818—1876) and his German contemporary Dr. L. Elsner on the solubility of several pure metals in potassium-cyanide water solutions. It is shown that Bagrationi was the first to discover the solubility of pure Cu, Ag and Au in the mentioned medium. He pointed out the positive effect of atmospheric oxygen and heating upon the process.

லிபிரேரட்டஸ் — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Prince Pierre Bagration. Bulletin de la classe physico-mathématique de l'Académie Imp. des Sciences de St. Petersbourg, 1843, t. 3, p. 136.
2. Fürst Pierre Bagration. J. für "Praktische Chemie", (1), 37, 1844, 367.
3. Dr. L. Elsner. J. für "Praktische Chemie", (1), 37, 1846, 441.
4. Отечественные записки, т. XXXII, смесь VIII, С.-Петербург, 1844, 151—152.
5. И. В. Танаиасв, Г. В. Сейфер и др. Химия ферроцианидов, М., 1971, 16.
6. Encyclopædia of Chemical Reactions, Compiled and Edited by C. A. Jacobson, New-York, volume, 5, 1953, 554.
7. И. А. Каковский, Ю. М. Поташников. Кинетика процессов растворения, М., 1975, 32.

128-ე ტომის ავტორთა საძიებელი

- ბელაძე მ. 335
 დამია ტ. 535
 დამსუჯი ი. 547
 დვალანი მ. 535
 დვალისელი პ. 343
 დვალისელი მ. 523
 დვალისელი ლ. 143
 დვალის-მესხისელი ლ. 407
 დვალისძე ა. 151
 დვალისძე ნ. 598
 დვალისძე ბ. 380
 დვალისისელი თ. 127,
 327, 404
 დვალისიანი ს. 476
 დვალისიანი გ. 55
 დვალისიანი გ. 580
 დვალისიანი რ. 598
 დვალისიანი თ. 251
 დვალისიანი რ. 323
- ბავრატონი ნ. 99
 ბაკურაძე ა. 395
 ბაკურაძე მ. 23
 ბანკური რ. 280
 ბარაბაძე ქ. 410
 ბარათაშვილი ი. 592
 ბარამიძე გ. 292
 ბარამიძე ნ. 632
 ბარამიძისელი ნ. 632
 ბაქრაძე მ. 407
 ბაღბაია ი. 40
 ბეგლარისელი გ. 367
 ბეგაშვილი მ. 303
 ბერაძე ი. 131
 ბერმანდსკი ლ. 32
 ბილაონოვი ე. 283
 ბიწაძე რ. 495
 ბოზიევი თ. 488
 ბოლქვაძე ლ. 104, 392
 ბრეგაძე გ. 116
 ბუაჩიძე გ. 547
 ბუაჩიძე ზ. 303
 ბურჭულაძე ა. 335, 523
 ბურჭულაძე ა. (უმც.) 315
 ბუღაძე ე. 482
- ბაბქაშვილი ლ. 380
 ბაგოძე ე. 320
 ბაგოშვიძე შ. 576
- ბაგაშვილი ა. 343
 ბაგაშვილი ნ. 331
 ბაგრატიონისელი ე. 535
 ბაგრატიონი არნ. 607
 ბენიშვილი გ. 276
 ბერასიმოვი ა. 296
 ბეგსალია ე. 404
 ბეგლესიანი მ. 535
 ბეგლესიანი ქ. 340
 ბეგრდწითელი ი. 296
 ბენიშვილი გ. 80
 ბილაშვილი თ. 134
 ბიქაშვილი ი. 303
 ბობრონიძე ა. 367
 ბოგუა ზ. 296
 ბოგუაძე მ. 404
 ბოთოშია მ. 36, 288
 ბოლოვინი ე. 479
 ბოციანიძე დ. 542
 ბოციანიძე ე. 580
 ბუბულაძე ი. 19
 ბუგუშვილი გ. 134
 ბუგუშვილი ლ. 395
 ბუღაძე მ. 59
 ბუნია გ. 528
- ბაიბაშვილი თ. 584
 ბაიბაშვილი დ. 383
 ბაიბაშვილი მ. 515
 ბაიბაშვილი ს. 71
 ბაიბაშვილი ს. 604
 ბაიბაშვილი ი. 120
- ბერისთავი ი. 315, 523
- ბაიბაშვილი ა. 367
 ბაიბაშვილი ნ. 367
 ბაიბაშვილი თ. 467
 ბაიბაშვილი ლ. 632
- ბაიბაშვილი თ. 552
 ბაიბაშვილი ზ. 544
 ბაიბაშვილი ქ. 32
 ბაიბაშვილი ქ. 280
 ბაიბაშვილი ი. 71
- ბაიბაშვილი გ. 595
 ბაიბაშვილი მ. 143
 ბაიბაშვილისელი მ. 624
 ბაიბაშვილი მ. 431
 ბაიბაშვილი ე. 404
 ბაიბაშვილი რ. 414
 ბაიბაშვილი ე. 572
 ბაიბაშვილი გ. 47
 ბაიბაშვილი ნ. 47
 ბაიბაშვილი დ. 363
 ბაიბაშვილი გ. 68
 ბაიბაშვილი რ. 68
 ბაიბაშვილი თ. 327
 ბაიბაშვილი ლ. 653
 ბაიბაშვილი ა. 620
 ბაიბაშვილი ქ. 595
 ბაიბაშვილი თ. 383
 ბაიბაშვილი ი. 107
 ბაიბაშვილი რ. 120
 ბაიბაშვილი თ. 544
 ბაიბაშვილი ლ. 540
 ბაიბაშვილი შ. 383
 ბაიბაშვილი ა. 363
 ბაიბაშვილი ლ. 540
 ბაიბაშვილი შ. 320
 ბაიბაშვილი ე. 52
 ბაიბაშვილი ლ. 95
- ბაიბაშვილი თ. 88
 ბაიბაშვილი გ. 556
 ბაიბაშვილი ნ. 32
 ბაიბაშვილი ტ. 99
 ბაიბაშვილი ც. 615
 ბაიბაშვილი ბ. 112
- ბარდაღისელი თ. 127
 ბარდაღისელი ი. 648, 651
 ბარდაღისელი ი. 504
 ბარდაღისელი რ. 572



- ლონდარიძე ა. 112
 ლორთქიფანიძე ე. 143
 ლორთქიფანიძე ე. 104, 382
 ლოსაბერიძე ნ. 620
 ლუკაში ნ. 423
- მაისურაძე გ. 55
 მაისურაძე მ. 104, 392
 მაისურაძე ნ. 427
 მაისურაძე ნ. 512
 მამაცაშვილი ნ. 544
 მანსიმოვი კ. 492
 მანჯაიძე გ. 267
 მანჯაიძე ნ. 143
 მარგველანი ე. 576
 მარჩილაშვილი ს. 255
 მაქსიმოვი ხ. 71
 მაკუაზარიანი თ. 68
 მახარაძე თ. 367
 მგალობლიშვილი თ. 404
 მელაშვილი ნ. 615
 მელიქაძე ლ. 52, 540
 მემანიშვილი ი. 320
 მენაბდე რ. 560
 მენაბდე ც. 648
 მესტიაშვილი ი. 104, 392
 მეუნარგია ვ. 104, 392
 მინაჩევი ხ. 55
 მიქავა რ. 107
 მიქაია ა. 52
 მიქაშვილი ი. 363
 მოდებაძე ნ. 134
 მსხილაძე ა. 59
 მუსერაძე მ. 325
 მუშეთიანი ზ. 560
 მუხაძე მ. 355
 მუქედლიშვილი ი. 323
- ნადირაძე ა. 587
 ნადირაძე რ. 23
 ნამორაძე მ. 335
 ნგო ვან ლიოვი 267
 ნებოლსინა ლ. 419
 ნიკოლაიშვილი ქ. 615
 ნინოშვილი ბ. 568
- ოდილაეძე ლ. 404
 ოკლეი ლ. 84
 ორმოცაძე რ. 499
 ოსიპოვა ნ. 327
 ოშაყმაშვილი ნ. 131
- პაპავა ე. 636
 პატარაია დ. 245
- პატარიძე დ. 351
 პერელმანი მ. 520
 პეტროვი ე. 259
 პიტემაშვილი ი. 564
- რევიშვილი თ. 124
 როჭიაშვილი გ. 36, 288
 რუბეში ლ. 340
 რუხაძე თ. 380
- საღრაძე რ. 441
 საკარული ც. 433
 სალამატინა ნ. 104, 392
 სალუქვაძე მ. 88
 სამსონიძე გ. 410
 სანაძე გ. 99, 347
 სანებლიძე ს. 263
 სარიგო ბ. 90
 სიგალი მ. 531
 სიგუა ლ. 310
 სიღამონიძე შ. 59
 სიხარულაძე თ. 61
 სურმანიძე დ. 124
 სხირტლაძე ნ. 52
- ტალახაძე ე. 88
 ტერტერაშვილი ა. 572
 ტეჩენკო თ. 55
 ტოგონიძე გ. 315, 523
 ტომილოვი ა. 71
 ტყემალაძე მ. 556
- უგულაეა ლ. 587
 უროტაძე ს. 327
 ურუშაძე ი. 628
 უშარაული ე. 540
- ფაველიშვილი ი. 427
 ფალავა ი. 143
 ფალავა ს. 315, 523
 ფილაური ნ. 27
 ფორჩხიძე გ. 55
 ფრუიძე თ. 80
 ფხაკაძე მ. 296
 ფხოველიშვილი მ. 104, 392
- ქავთარაძე ი. 343
 ქირიკაშვილი ნ. 315
 ქიჭოძე ქ. 127
 ქორაძე მ. 146
 ქორთაშვილი ნ. 104, 392
- ლამბაშიძე ნ. 620
 ლაქავა პ. 398
 ლელაღუტაშვილი ე. 116
 ლვინეფაძე დ. 657
 ლულუნიშვილი მ. 139
- ყანჩაველი ლ. 387
 ყიფიანი რ. 398
- შავლიაშვილი ლ. 528
 შათირიშვილი ი. 127, 532
 შალამბერიძე თ. 32
 შამბა ნ. 372
 შვანგირაძე რ. 508
 შუბლაძე მ. 244
 შჩერბუხინი ვ. 124
- ჩალვათაშვილი დ. 523
 ჩატოვა ლ. 508
 ჩატოვი ე. 508
 ჩუღინოვა ნ. 515
 ჩიტაშვილი გ. 508
 ჩოჩიევა კ. 544
 ჩხეიძე ა. 32
 ჩხიკვაძე ვ. 611
- ცაკიძე მ. 112
 ცინცაძე გ. 320
 ცინცაძე ყ. 134
 ცისკარიძე მ. 632
 ციციშვილი გ. 55, 59, 128
 ცუხიშვილი ი. 437
- ძაგნიძე თ. 271
 ძაძუა თ. 404
 ძიგრაშვილი თ. 512
 ძიწენიძე ზ. 335
- წერეთელი კ. 637
 წიფიეძე დ. 43, 512
 წილოსანი ზ. 91
 წურწუშია ე. 307
 წყალობაძე ლ. 535

- პანკეტიძე ბ. 59
 პეიშვილი დ. 343
 პეიშვილი ლ. 620
 პელიძე ლ. 523
 პელიძე მ. 564
 პილაძე ა. 423
 პიპალაძე პ. 363
 პიპინაძე ე. 340
 პიპლაძე ო. 472
 პოლოშვილი გ. 76
 ხაშაფ. 472
 ხატიასვილი ნ. 360
 ხეივანია მ. 90
 ხულორდავა კ. 315
 ხუნდაძე რ. 423
 ყაეხიშვილი ნ. 104, 392
 ყამბულაძე მ. 343
 ყამგიბე შ. 508
 ყაფარიძე პ. 331
 ყაფარლი მ. 395
 ყაფანიძე მ. 592
 ყიბუტი ზ. 296
 ყიყაყია გ. 90
 ყიშველიშვილი გ. 288
 ყიშველიშვილი ე. 36
 ყიშპაშვილი დ. 300
 ყოგლიძე ნ. 414
 ყოსბაძე ზ. 383

УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ 128-го ТОМА

- Абуладзе М. К. 333
 Авалиანი М. А. 533
 Авалишвили П. И. 341
 Автандиашвили М. В. 521
 Адамия Т. М. 533
 Адамчук Ю. В. 545
 Аладашвили Л. Т. 141
 Алексидзе А. Т. 149
 Алексидзе Н. Г. 597
 Алекси-Месхишвили Л. Г. 405
 Амброладзе Б. У. 377
 Андроникашвили Т. Г. 125, 325, 401
 Антонян С. А. 473
 Антошин Г. В. 53
 Арабидзе Г. О. 577
 Ахалкаци Р. Г. 597
 Ахобадзе Р. Н. 321
 Ахобадзе Т. И. 249
 Багбая И. Д. 37
 Багратioni Н. Н. 97
 Бакрадзе М. Б. 405
 Бакурадзе А. Н. 393
 Бакурадзе М. Р. 21
 Банцури Р. Д. 277
 Барабაძე К. Н. 439
 Барამიძე Г. А. 289
 Барამიძე Н. А. 629
 Бараташвили И. К. 589
 Барнабишвили Н. Т. 629
 Бегларшвили Г. С. 365
 Бежашвили М. К. 301
 Берадзе И. А. 129
 Бершадский Л. И. 29
 Билаонов В. Ю. 281
 Бицадзе Р. Г. 493
 Бозисв О. Л. 485
 Болквадзе Л. Г. 101, 389
 Брегадзе В. Г. 113
 Буачидзе Г. И. 545
 Буачидзе З. Э. 301
 Бугаძე В. М. 481
 Бурчуладзе А. А. 313, 521
 Бурчуладзе А. А. (მლ.) 313
 Вашакიძე А. С. 365
 Вашакიძე Н. А. 365
 Вепხვაძე Л. Г. 629
 Вепხვაძე Т. В. 465
 Габидзашვილი Л. Г. 377
 Гавашели А. М. 341
 Гаგონიძე Э. В. 317
 Гаგოშიძე Ш. Н. 573
 Гамбаშიძე Н. Б. 617
 Гамკრელიძე Н. В. 329
 Гаприндашვილი В. Н. 533
 Гачава П. О. 397
 Гвасалия В. П. 401
 Гвелესიანი Дж. Ф. 337
 Гвелესიანი М. К. 533
 Гвердигელი И. Г. 293
 Гвинეпаძე Д. С. 659
 Гвинчиძე Г. И. 77
 Гегეჩორი А. М. 605
 Гелაგუტაშვილი Э. С. 113
 Генесв Г. А. 273
 Герасимов А. Б. 293
 Гикошвили И. П. 301
 Гиლაშვილი Т. И. 133
 Гობრონიძე А. В. 365
 Гогоლაძე Р. В. 273
 Гогоლაძე З. Г. 293
 Гогоლაძე მ. ი. 401
 Головин В. Д. 477
 Гостошия М. М. 33, 285
 Гоцириძე В. Д. 577
 Гоциრიძე Д. З. 641
 Губელაძე И. Дж. 17
 Гугუნიшვილი М. А. 137
 Гугუшვილი Г. К. 133
 Гугუшვილი Л. Н. 393
 Гудаваძე М. ი. 57
 Гуния Г. С. 525
 Давиташვილი О. М. 581
 Дарчия Д. Г. 381
 Дербинян М. И. 513
 Джавахишვილი Н. Н. 101, 389
 Джалджანიძე М. Т. 589
 Джамаგიძე Ш. З. 505
 Джамбурия М. М. 341
 Джапаридзе П. Н. 329
 Джафарли М. Т. 393
 Джибуტი З. В. 293
 Джикаева Г. А. 89
 Джимшеленшვილი Г. Э. 285
 Джимшеленшვილი Э. Г. 33
 Джинджихაძე Дж. М. 649
 Джиниашვილი Д. А. 297
 Джогლიძე Н. Ш. 413
 Джохაძე З. ი. 381
 Дзაგნიძე О. П. 269
 Дзадзуა О. Л. 401
 Дзиграшვილი Т. А. 509
 Дзопениძე З. Г. 333
 Долиძე С. А. 601
 Долиძე С. В. 69
 Дубров Ю. Н. 117
 Зардалишვილი О. Г. 125
 Зონენაშვილი И. А. 501
 Зукакишვილი Р. И. 569
 Зыцарь Ю. В. 645, 649



- Имнадзе З. А. 541
 Иосебидзе Д. С. 29
 Исаханов Р. С. 277
- Кавтарадзе И. Г. 341
 Қайшаури Г. Н. 593
 Какауридзе М. В. 141
 Калатоцишвили М. Д. 621
- Каменных М. Г. 429
 Камкамидзе В. П. 401
 Канчавели Л. А. 385
 Капанадзе Р. В. 413
 Қарягин В. П. 569
 Қварацхелия Г. Р. 65
 Қварацхелия Р. Қ. 65
 Қвернадзе Т. К. 325
 Қвирикашвили Л. С. 655
 Қвирквелия А. А. 617
 Кекелидзе Г. П. 45
 Кскелидзе Н. П. 45
 Кереселидзе Д. Д. 361
 Кизрия Қ. П. 593
 Кикалишвили О. И. 381
 Киквадзе И. Н. 105
 Кикнавелидзе Р. А. 117
 Кикодзе К. О. 125
 Кипиани Р. Я. 397
 Кирикашвили Н. Е. 313
 Китовани Т. Г. 451
 Кобахидзе К. А. 505
 Коган Л. О. 537
 Ксдуа Ш. Б. 381
 Кознашвили А. М. 361
 Коридзе М. Н. 145
 Корнашвили Н. И. 101, 389
- Кортава Л. М. 537
 Кукулашвили Ш. М. 317
 Курашова Э. Х. 49
 Кутелня Э. Р. 29, 41, 297, 509
- Кухалейшвили Л. К. 93
- Лабадзе О. С. 85
 Лобжанидзе Г. И. 553
 Лоладзе Н. Т. 29
 Лоладзе Т. А. 97
 Ломидзе Ц. В. 613
 Ломсадзе Б. А. 109
 Лондаридзе А. М. 109
 Лорткванидзе В. Ш. 101, 389
- Лорткванидзе Э. Ф. 141
 Лосаберидзе Н. Ш. 617
 Лукаш Н. М. 421
- Майсурадзе Г. В. 53
 Майсурадзе М. А. 101, 389
- Майсурадзе Н. А. 425
 Майсурадзе Н. И. 509
 Максимов Х. А. 69
 Мамацашвили Н. С. 541
 Манджавидзе Г. Ф. 265
 Манджавидзе Н. Ш. 141
 Мансимов К. Б. 489
 Маргвелани В. П. 573
 Марчилашвили С. М. 253
- Махарадзе О. В. 365
 Мачавариани Т. Ш. 65
 Мгалоблишвили Т. С. 401
- Мелашвили Н. О. 613
 Меликадзе Л. Д. 49, 537
- Меманишвили И. П. 317
 Менабде Р. А. 557
 Менабде Ц. Г. 645
- Местнашвили И. Г. 101, 389
- Меунаргия В. В. 101, 389
- Микава Р. К. 105
 Микашвили Ю. Н. 361
 Микая А. И. 49
 Миначев Х. М. 53
 Модебадзе Н. И. 133
 Мсхладзе А. Г. 57
 Мусеридзе М. Д. 333
 Мухадзе М. Г. 353
 Мушкудиани З. А. 557
 Мчедlishвили И. Дж. 321
- Надирадзе А. Д. 585
 Надирадзе Р. Г. 21
 Наморадзе М. А. 333
 Нго Ван Лыок 265
 Небольсина Л. М. 417
 Николашвили К. Г. 613
 Ниношвили Б. И. 565
- Одилавадзе Л. Н. 401
 Оклей Л. Н. 81
 Ормоцадзе Р. Н. 497
 Осипова Н. А. 325
 Ошакмашвили Н. Л. 129
- Павленишвили И. В. 425
 Пагава И. К. 141
- Пагава С. Р. 413, 425, 471, 502, 511, 575, 599
 Папаява В. Г. 633
 Патарая Д. А. 247
 Патаридзе Д. В. 349
 Перельман М. Е. 517
 Пестов В. Г. 257
 Пилаури Н. Ш. 25
 Питимашвили Н. А. 561
 Порчхидзе Г. В. 53
 Прундзе Т. Ш. 77
 Пхакадзе М. Г. 293
 Пховелишвили М. Г. 101, 389
- Ревшшвили Т. О. 121
 Рочикашвили Г. А. 33, 285
- Рубеш Л. Л. 337
 Русадзе Т. П. 377
- Садрадзе Р. Н. 443
 Сакараули Ц. М. 435
 Саламатина Н. В. 101, 389
- Салуквадзе М. Е. 85
 Самсонидзе Г. Г. 409
 Санадзе Г. А. 97
 Санадзе Г. И. 345
 Санеблидзе С. А. 261
 Сарико Б. П. 89
 Сигал М. В. 577
 Сигуа Л. А. 309
 Сидамонидзе Ш. И. 57
 Сихарулидзе Т. Г. 64
 Сурманидзе Д. А. 121
 Схиртладзе Н. Н. 49
- Талахадзе В. А. 85
 Тарба В. В. 45
 Таргамадзе Р. Ч. 569
 Тевзадзе Т. М. 373
 Тедошвили М. М. 561
 Тертерашвили А. В. 569
 Ткаченко О. П. 53
 Ткемаладзе М. Т. 553
 Тогоиндзе Г. И. 313, 521
 Томилов А. П. 69
 Топурия Э. Н. 49
 Туркия Г. Г. 81
 Тутберидзе А. И. 81
- Угулава Л. Г. 585
 Уротадзе С. Л. 325



Урушадзе И. М. 625
Ушараули Э. А. 537

Хамза Ф. 469
Хатишвили Н. Н. 357
Хвინгия М. Е. 89
Хулордава К. Г. 313
Хундадзе Р. Ш. 421

Царцидзе М. А. 109
Церетели К. Г. 639
Цвицивадзе Д. М. 41,
509

Цвლოსани З. Н. 89
Цицидзе Г. В. 317
Цицидзе Д. Ш. 133
Цискаридзе М. А. 629
Цицишвили Г. В. 53, 57,
125

Цкалобадзе Л. А. 533
Цурцумия В. Я. 305
Цухишвили И. А. 439

Чалаташвили Д. В. 521
Чанкветадзе Б. Г. 57
Чатов В. А. 505
Чатова Л. А. 505
Чейшвили Д. В. 341
Чейшвили Л. Д. 617
Челидзе Л. Т. 521
Челидзе М. А. 561
Чиладзе А. З. 421
Читашвили Г. П. 577
Чичагуа П. В. 361
Чичинадзе Э. Я. 337
Чкадуа О. О. 469
Чогошвили Г. С. 75
Чочиева К. И. 541
Чудинова Н. Н. 533
Чхиквадзе В. М. 609

Шавлиашвили Л. У. 525
Шаламберидзе О. П. 20
Шамба Н. А. 369
Шатиришвили И. Ш.
125, 529
Швангирадзе Р. П. 505
Шубладзе М. Ш. 241

Щербухии В. Д. 121

Эристави И. В. 313, 521

Юзбеков Ю. А. 69

Яманидзе Т. Ш. 549

AUTHOR INDEX TO VOLUME 128

Abuladze M. K. 339
Adamchuk Yu. V. 547
Adamia T. M. 535
Akhalkatsi R. G. 599
Akhobadze R. N. 324
Akhobadze T. I. 251
Aladashvili L. T. 143
Aleksidze A. T. 152
Aleksidze N. G. 599
Aleksi-Mekshishvili L. G.
407
Ambroladze B. U. 380
Antonyan S. A. 476
Andronikashvili T. G. 127,
328, 404
Antoshin G. V. 55
Avaliani M. A. 535
Avalishvili P. I. 344
Avtandilashvili M. V. 523

Bagbaia I. D. 40
Bagratioti N. N. 100
Bakradze M. B. 407
Bakuradze A. N. 395
Bakuradze M. R. 23
Bantsuri R. D. 280
Barabadze K. N. 411
Baramidze G. A. 292
Baramidze N. A. 632
Baratashvili I. K. 592
Barnabishvili N. T. 632

Beglarishvili G. S. 367
Beradze I. A. 132
Bershadski L. I. 32
Bezhashvili M. K. 303
Bilaonov V. Yu. 283
Bitsadze R. G. 496
Bolkvadze L. G. 104, 392
Boziev O. L. 488
Bregadze V. G. 116
Buachidze G. I. 547
Buachidze Z. E. 303
Bugadze V. M. 483
Burchuladze A. A. 315,
523
Burchuladze A. A. Jr. 315

Chankvetadze B. G. 60
Chatov V. A. 508
Chatova L. A. 508
Cheishvili D. V. 344
Cheishvili L. D. 620
Chelidze L. T. 523
Chelidze M. A. 564
Chichagua P. V. 364
Chichinadze E. Ya. 340
Chiladze A. Z. 424
Chitashvili G. P. 580
Chkadua O. O. 472
Chkheidze A. P. 32
Chkhikvadze V. M. 611
Chochieva K. I. 544

Chogoshvili G. S. 76
Chudinova N. N. 535

Darchia D. G. 384
Davitashvili O. M. 584
Derbinyan M. I. 516
Dolidze S. A. 604
Dolidze S. V. 72
Dubrov Yu. N. 120
Dzadzuz O. L. 404
Dzagnidze O. P. 271
Dzigrashvili T. A. 512
Dzotsenidze Z. G. 339

Eristavi I. V. 315, 523

Gabidzashvili L. G. 380
Gachava P. O. 399
Gagoidze E. V. 320
Gagoshidze Sh. N. 576
Gambashidze N. B. 620
Gamkrelidze N. V. 332
Gaprindashvili V. N. 535
Gavasheli A. M. 344
Gegechkori A. M. 608
Gelagutashvili E. S. 116
Geniev G. A. 276
Gerasimov A. B. 296
Gikoshvili I. P. 303



- Gilashvili T. I. 135
 Gobronidze A. V. 367
 Gogoberidze G. A. 523
 Gogoladze R. V. 276
 Gogua Z. G. 296
 Gogvadze M. I. 404
 Golovin V. D. 480
 Gotoshia M. M. 36, 288
 Gotsiridze D. Z. 642
 Gotsiridze V. D. 580
 Gubeladze I. J. 20
 Gudavadze M. I. 60
 Gugunishvili M. A. 140
 Gugushvili G. K. 135
 Gugushvili L. N. 395
 Gunia G. S. 528
 Gvasalia V. P. 404
 Gvelesiani J. F. 340
 Gvelesiani M. K. 535
 Gverdsiteli I. G. 296
 Gvinchidze G. I. 80
 Gvinepadze D. S. 659

 Hamza F. 472

 Iamanidze T. Sh. 552
 Imnadze Z. A. 544
 Iosebidge D. S. 32
 Isakhanov R. S. 280

 Jafarli M. T. 395
 Jajanidze M. T. 592
 Jamagidze Sh. Z. 508
 Jamburia M. M. 344
 Japaridze P. N. 332
 Javakhishvili N. N. 104, 392
 Jibuti Z. V. 296
 Jikaeva G. A. 91
 Jimshelishvili E. G. 36, 288
 Jinjikhadze J. M. 649
 Jishiashvili D. A. 300
 Joglidge N. Sh. 415
 Jokhadze Z. I. 384

 Kaishauri G. N. 595
 Kakauridze M. V. 143
 Kalatozishvili M. D. 624
 Kamennykh M. G. 432
 Kamkamidze V. P. 404
 Kanchaveli L. A. 387

 Kapanadze R. V. 415
 Karyagin V. P. 572
 Kavtaradze I. G. 344
 Kekelidze G. P. 47
 Kekelidze N. P. 47
 Kereselidze D. D. 364
 Khatiashvili N. N. 360
 Khulordava K. G. 315
 Khundadze R. Sh. 424
 Khvingia M. E. 91
 Kikalishvili O. I. 384
 Kiknavelidze R. A. 120
 Kikodze K. O. 127
 Kikvadze I. N. 108
 Kipiani R. Ya. 399
 Kirikashvili N. E. 315
 Kitovani T. G. 544
 Kiziria K. P. 595
 Kobakhidze K. A. 508
 Kodua Sh. B. 384
 Koridze M. N. 147
 Korpashvili N. I. 104, 392
 Kortava L. M. 540
 Kozhishvili A. M. 364
 Kukhaleishvili L. K. 96
 Kululashvili Sh. M. 320
 Kurashova E. Kh. 52
 Kutelia E. R. 32, 44, 300, 512
 Kvaratskhelia G. R. 68
 Kvaratskhelia R. K. 68
 Kvernadze T. K. 328
 Kvirikashvili L. S. 656
 Kvirkvelia A. A. 620

 Labadze O. S. 88
 Lobzhanidze G. I. 556
 Loladze N. T. 32
 Loladze T. A. 100
 Lomidze Ts. V. 615
 Lomsadze B. A. 112
 Londaridze A. M. 112
 Lortkipanidze E. F. 143
 Lortkipanidze V. Sh. 104, 392
 Losaberidze N. Sh. 620
 Lukash N. M. 424

 Machavariani T. Sh. 68
 Maisuradze G. V. 55
 Maisuradze M. A. 104, 392
 Maisuradze N. I. 512
 Maisuradze N. N. 427
 Makharadze O. V. 367
 Maksimov Kh. A. 72
 Mamatsashvili N. S. 544

 Manjavidze N. Sh. 143
 Mansimov K. B. 492
 Marchilashvili S. M. 255
 Margvelani V. P. 576
 Mchedlishvili I. J. 324
 Melashvili N. O. 615
 Melikadze L. D. 52, 540
 Memanishvili I. P. 320
 Menabde R. A. 560
 Menabde Ts. G. 645
 Mestiashvili I. G. 104, 392
 Meunargia V. V. 104, 392
 Mgaloblishvili T. S. 404
 Mikaia A. I. 52
 Mikava R. K. 108
 Mikashvili Yu. N. 364
 Minachev Kh. M. 55
 Modebadze N. I. 135
 Mskhiladze A. G. 60
 Mukhadze M. G. 356
 Museridze M. D. 339
 Mushkudiani Z. A. 560

 Nadiradze A. D. 588
 Nadiradze R. G. 23
 Namoradze M. A. 339
 Nebolsina L. N. 419
 Ngo Van Lyoc 264
 Nikolaishvili K. G. 615
 Ninoshvili B. I. 568

 Odilavadze L. N. 404
 Okley I. N. 84
 Ormotsadze R. N. 499
 Oshakmashvili N. L. 132
 Osipova N. A. 328

 Pagava I. K. 143
 Pagava S. V. 315, 523
 Papava V. G. 636
 Pataraya D. A. 248
 Pataridze D. V. 351
 Pavlenishvili I. V. 427
 Perel'man M. E. 520
 Petrov V. H. 259
 Pilauri N. Sh. 28
 Pitimashvili I. A. 564
 Pkhakadze M. G. 296
 Pkhovelishvili M. G. 104, 392
 Porchkhidze G. V. 55
 Pruidze T. Sh. 80

- Revishvili T. O. 124
 Rochikashvili G. A. 36,
 288
 Rubesh L. L. 340
 Rusadze T. P. 380
- Sadradze R. N. 443
 Sakaruli Ts. M. 436
 Salamatina N. V. 104, 392
 Salukvadze M. E. 88
 Samsonidze G. G. 411
 Sanadze G. A. 100
 Sanadze G. I. 347
 Saneblidze S. A. 264
 Sarigo B. P. 91
 Shalamberidze O. P. 32
 Shamba N. A. 372
 Shatirishvili I. Sh. 127,
 532
 Shavliashvili L. U. 528
 Shcherbukhin V. D. 124
 Shubladze M. Sh. 244
 Shvangiradze R. R. 508
 Sidamonidze Sh. I. 60
 Sigal M. V. 580
 Sigua L. A. 311
- Sikharulidze T. G. 64
 Skhirtladze N. N. 52
 Surmanidze D. A. 124
- Talakvadze V. A. 88
 Tarba V. V. 47
 Targamadze R. Ch. 572
 Tedoshvili M. M. 564
 Terterashvili A. V. 572
 Tevzadze T. M. 376
 Tkachenko O. P. 55
 Tkemaladze M. T. 556
 Togonidze G. I. 315, 523
 Tomilov A. P. 72
 Topuria E. N. 52
 Tsartsidze M. A. 112
 Tsereteli K. G. 639
 Tsilosani Z. N. 91
 Tsintsadze D. Sh. 135
 Tsintsadze G. V. 320
 Tsiskaridze M. A. 632
 Tsitsishvili G. V. 55, 60,
 127
 Tsvitshivadze D. M. 44, 512
 Tskalobadze L. A. 535
 Tsukhishvili I. A. 439
- Tsurtsunia V. L. 307
 Turkia G. G. 84
 Tutberidze A. I. 84
- Ugulava L. G. 588
 Urotadze S. L. 328
 Urushadze I. M. 628
 Usharauli E. A. 540
- Vashakidze A. S. 367
 Vashakidze N. A. 367
 Vepkhvadze L. G. 632
 Vepkhvadze T. V. 468
- Yuzbekov Yu. A. 72
- Zardalishvili O. G. 127
 Zonenashvili I. A. 504
 Zukakishvili R. I. 572
 Zytsar Yu. V. 645, 649

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. В журнале «Сообщения АН ГССР» публикуются статьи академиков, членов-корреспондентов, научных работников системы Академии и других ученых, содержащие еще не опубликованные новые значительные результаты исследований. Печатаются статьи лишь из тех областей науки, номенклатурный список которых утвержден Президиумом АН ГССР.

2. В «Сообщениях» не могут публиковаться полемические статьи, а также статьи обзорного или описательного характера по систематике животных, растений и т. п., если в них не представлены особенно интересные научные результаты.

3. Статьи академиков и членов-корреспондентов АН ГССР принимаются непосредственно в редакции «Сообщений», статьи же других авторов представляются академиком или членом-корреспондентом АН ГССР. Как правило, академик или член-корреспондент может представить для опубликования в «Сообщениях» не более 12 статей разных авторов (только по своей специальности) в течение года, т. е. по одной статье в каждый номер, собственные статьи—без ограничения, а с соавторами—не более трех. В исключительных случаях, когда академик или член-корреспондент требует представления более 12 статей, вопрос решает главный редактор. Статьи, поступившие без представления, передаются редакцией академику или члену-корреспонденту для представления. Один и тот же автор (за исключением академиков и членов-корреспондентов) может опубликовать в «Сообщениях» не более трех статей (независимо от того, с соавторами она или нет) в течение года.

4. Статья обязательно должна иметь направление из научного учреждения, где проведена работа автора, на имя редакции «Сообщений АН ГССР».


5. Статья должна быть представлена автором в двух экземплярах, в готовом для печати виде, на грузинском или на русском языке, по желанию автора. К ней должны быть приложены резюме—к грузинскому тексту на русском языке, а к русскому на грузинском, а также краткое резюме на английском языке. Объем статьи, включая иллюстрации, резюме и список цитированной литературы, приводимой в конце статьи, не должен превышать четырех страниц журнала (8000 типографских знаков), или шести стандартных страниц машинописного текста, отпечатанного через два интервала (статьи же с формулами—пяти страниц). Представление статьи по частям (для опубликования в разных номерах) не допускается. Редакция принимает от автора в месяц только одну статью.

6. Представление академика или члена-корреспондента на имя редакции должно быть написано на отдельном листе с указанием даты представления. В нем необходимо указать: новое, что содержится в статье, научную ценность результатов, насколько статья отвечает требованиям пункта 1 настоящего положения.

7. Статья не должна быть перегружена введением, обзором, таблицами, иллюстрациями и цитированной литературой. Основное место в ней должно быть отведено результатам собственных исследований. Если по ходу изложения в статье сформулированы выводы, не следует повторять их в конце статьи.

8. Статья оформляется следующим образом: сверху страницы в середине пишется инициалы и фамилия автора, затем—название статьи; справа сверху представляющий статью указывает, к какой области науки относится она. В конце основного текста статьи с левой стороны автор указывает полное название и местонахождение учреждения, где выполнена данная работа.

9. Иллюстрации и чертежи должны быть представлены в двух экземплярах в конверте; чертежи должны быть выполнены черной тушью на кальке. Надписи на чертежах должны быть исполнены каллиграфически в таких размерах, чтобы даже в случае уменьшения они оставались отчетливыми. Подписи, сделанные на языке основного текста, должны быть представлены на отдельном листе. Не следует приклеивать фото и чертежи к листам оригинала. На полях оригинала автор отмечает карандашом, в каком месте должна быть помещена та или



иния иллюстрация. Не должны представляться таблицы, которые не могут вместиться на одной странице журнала. Формулы должны быть четко вписаны черным карандашом, под прописными — две черты черным карандашом сверху, над строчными — также две черты черным карандашом сверху. Карандашом должны быть обведены полукругом индексы и показатели степени. Резюме представляются на отдельных листах. В статье не должно быть исправлений и дополнений карандашом или чернилами.

10. Список цитированной литературы должен быть отпечатан на отдельном листе в следующем порядке. Вначале пишутся инициалы, а затем — фамилия автора. Если цитирована журнальная работа, указываются сокращенное название журнала, том, номер, год издания. Если автор считает необходимым, он может в конце указать и соответствующие страницы. Список цитированной литературы приводится не по алфавиту, а в порядке цитирования в статье. При ссылке на литературу в тексте или в сносках номер цитируемой работы помещается в квадратные скобки. Не допускается вносить в список цитированной литературы работы, не упомянутые в тексте. Не ропускается также цитирование неопубликованных работ. В конце статьи, после списка цитированной литературы, автор должен подписаться и указать место работы, занимаемую должность, точный домашний адрес и номер телефона.

11. Краткое содержание всех опубликованных в «Сообщениях» статей печатается в реферативных журналах. Поэтому автор обязан представить вместе со статьей ее реферат на русском языке (в двух экземплярах).

12. Автору направляется корректура статьи в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакции вправе приостановить печатание статьи или печатать ее без визы автора.

13. Автору выдается бесплатно 25 оттисков статьи.

(Утверждено Президиумом Академии наук Грузинской ССР 10.10.1968; внесены изменения 6.2.1969)

Адрес редакции: Тбилиси 60, ул. Кутузова, 19, телефоны: 37-22-16, 37-86-42, 37-85-61

Почтовый индекс 380060

Условия подписки: на год — 22 руб. 80 коп.

ა ვ ტ ო რ ტ ა ს ა უ შ რ ა დ ლ ე ბ ო ლ

1. ჟურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევებათა ჯერ გამოუქვეყნებულ 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 აკადემიოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიოს ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბუქდალ წელიწადში შეუძლია წარმოდგინოს სხვა ავტორთა არა უმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით), ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი. საუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანაავტორებთან ერთად — არა უმეტეს სამი წერილისა. გამონაკლის შემთხვევაში როცა აკადემიოს ან წევრ-კორესპონდენტი მოითხოვს 12-ზე მეტი წერილის წარდგენას, საითვის წყვეტს მთავარი რედაქტორი. წარდგინების ვარგე შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია წარმოსადგენად გადასცემს აკადემიოს ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (გარდა აკადემიოსისა და წევრ-კორესპონდენტისა) წელიწადში შეუძლია „მოამბეში“ გამოაქვეყნოს არა უმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთთა, თანაავტორებთან იქნება იგი, თუ 0,5-მდე).

4. წერილს აუცილებლად უნდა ახლდეს ჟურნალ „მოამბის“ რედაქციის სახელზე იმ სამეცნიერო დაწესებულებების მომართვა, სადაც შესრულებულია ავტორის სამუშაო.

5. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბუქდალ სახეებით 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 დასაბუქდალ ლიტერატურის ნუსხითურთ, რომელიც მას ბოლოში ერთვის, არ უნდა აღემატებოდეს ჟურნალის 4 გვერდს (8000 სასტამბო ნიშანი), ანუ საწერ მანქანაზე ორი ინტერვალით გადაწერილ 6 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულებიანი წერილი კი 5 გვერდს). არ შეიძლება წერილების ნაწილებად დაყოფა სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად. ავტორისაგან რედაქცია ღებულობს თვეში მხოლოდ ერთ წერილს.

6. აკადემიოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილში, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უპასუხებს ამ წესების 1 მუხლის მოთხოვნას.

7. წერილი არ უნდა იყოს გადატარებული შესავლით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოუკიდებელი ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დასკვნითი საუთარი გამოკვლევის შედეგებს. თუ წერილში გზადაგზა, ქვეთაეების მიხედვით გადმოცემულია დასკვნები, მაშინ საჭირო არაა მათი გამეორება წერილის ბოლოს.

8. 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.

9. ილუსტრაციები და ნახაზები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ორ ცალად კონვერტით. ამასთან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს კალკაზე შავი ტუშით. წარწერები ნახაზებში უნდა გაუთვლდეს 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 ეურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მეტწილად უფროდ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ვგზემპლარში, ბერძნულ ასოებს ქვემოთ და გან უნდა ვავსვას თითო ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს — ქვემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით, ხოლო არამთავრულ ასოებს — ზემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით. ფანქრითვე უნდა შემოიფარგლოს ნახევარწრით ნიშნაკებიც (ინდექსები და ხარისხის მარკებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე. წერილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფანქრით ან მელნით.

10. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცელზე. საჭიროა დაეუფლოს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საქართველოში შრომა, ვუჩვენეთ ეურნალის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი. თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ვუჩვენოთ მისი სრული სახელწოდება, გამოცემის ადგილი და წელი. თუ ავტორი საქართველოში მისი სრული სახელწოდება, გამოცემის ადგილი და წელი. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით, არამედ ცალკე უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტსა თუ შენიშვნებში დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტსა თუ შენიშვნებში ავტორის ფრანგულში ნახევრები უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა. არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც ტექსტში მითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის დამოწმება. დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს სად მუშაობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

11. „მოამბეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერატულ ეურნალში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

12. ავტორს წასაკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებზე შეკრული კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (არაუმეტეს ორი დღისა). თუ დადგენილი ვადისათვის კორექტურა არ იქნა დაბრუნებული, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

13. ავტორს უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 25 ამონაბეჭდი.

(დამტკიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1968; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969)

რედაქციის მისამართი: თბილისი 60, კუტუზოვის ქ. № 19; ტელ. 37-22-16, 37-86-42, 37-85-61

საფოსტო ინდექსი 380060

ბ ე ლ მ ი წ ე რ ი ს პ ი რ ო ბ ე ბ ი: ერთი წლით 22 მან. 80 კაბ.

№ 1 805. 90 332.
ЦЕНА 1 РУБ. 90 КОП.

6.95/45

